

A full-page background image showing a sunset over a beach. The sun is low on the horizon, creating a bright glow and casting long, dark shadows across the wet sand. The sky is filled with large, textured clouds that catch the light. In the distance, a small ship is visible on the horizon line. The foreground shows the intricate patterns of the wet sand and small pools of water.

KYSTBESKYTTELSE SKAGEN

MILJØKONSEKVENSRAPPORT

RAMBØLL

Foto: Rambøll

KOLOFON

Titel:
Miljøkonsekvensrapport - Kystbeskyttelse Skagen

Udgiver:
Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg

Forfatter:
Rambøll

År:
2020

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING	4
2.	LÆSEVEJLEDNING OG METODE	8
3.	PROJEKTBEKRIVELSE	14
4.	ALTERNATIVER TIL PROJEKTET	35
5.	0-ALTERNATIV	43
6.	LOVGIVNING OG PLANLÆGNING	50
7.	LANDSKAB	75
8.	KYSTDYNAMIK, STRØMNING OG SEDIMENTATION	118
9.	VAND	170
10.	LUFT	190
11.	KLIMA	206
12.	JORD	216
13.	MARIN BUNDFUNA	223
14.	FISK	247
15.	HAVPATTEDYR, HAVFUGLE, BESKYTTEDE MARINE OMRÅDER OG BILAG IV-ARTER	269
16.	NATUR PÅ LAND	298
17.	KULTURARV OG HISTORISKE INTERESSER	329
18.	MATERIELLE GODER	350
19.	TURISME OG REKREATION	358
20.	BEFOLKNING OG MENNESKERS SUNDHED	370
21.	KUMULATIVE EFFEKTER	389
22.	AFVÆRGETILTAG	396
23.	SAMMENFATNING AF MILJØPÅVIRKNINGER	398
24.	MANGLENDE VIDEN OG USIKKERHEDER	403
25.	OVERVÅGNING	404

1. INDLEDNING

Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg ønsker som bygherre at gennemføre kystbeskyttelse på kyststrækningen ved Skagen som udmøntning af den fællesaftale, der er indgået med Frederikshavn Kommune på strækningen for perioden 2020-24. Kystbeskyttelsen er en fortsættelse af den indsats, der i en årrække er gennemført ved Skagen, og som er med til at opretholde sikkerhedsniveauet i forhold til kysttilbagetrækning. Indsatsen forventes at fortsætte i efterfølgende aftaleperioder.

Miljøstyrelsen og Kystdirektoratet - Kystzoneforvaltning har som kompetente myndigheder imødekommet Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlægs anmodning om at igangsætte en miljøkonsekvensvurdering af den planlagte kystbeskyttelse efter § 18, stk. 2 i "bekendtgørelse nr. 973 af 25. juni 2020 af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM)"¹ (herefter miljøvurderingsloven).

Kompetencen som VVM-myndighed er delt mellem Kystdirektoratet - Kystzoneforvaltning, og Miljøstyrelsen, så Kystdirektoratet - Kystzoneforvaltning er myndighed for de dele af projektet, der udføres på havet, mens Miljøstyrelsen er myndighed for de dele af projektet, der skal foregå på land. Kystdirektoratet - Kystzoneforvaltning skal desuden træffe afgørelse om det samlede projekt efter kystbeskyttelsesloven.

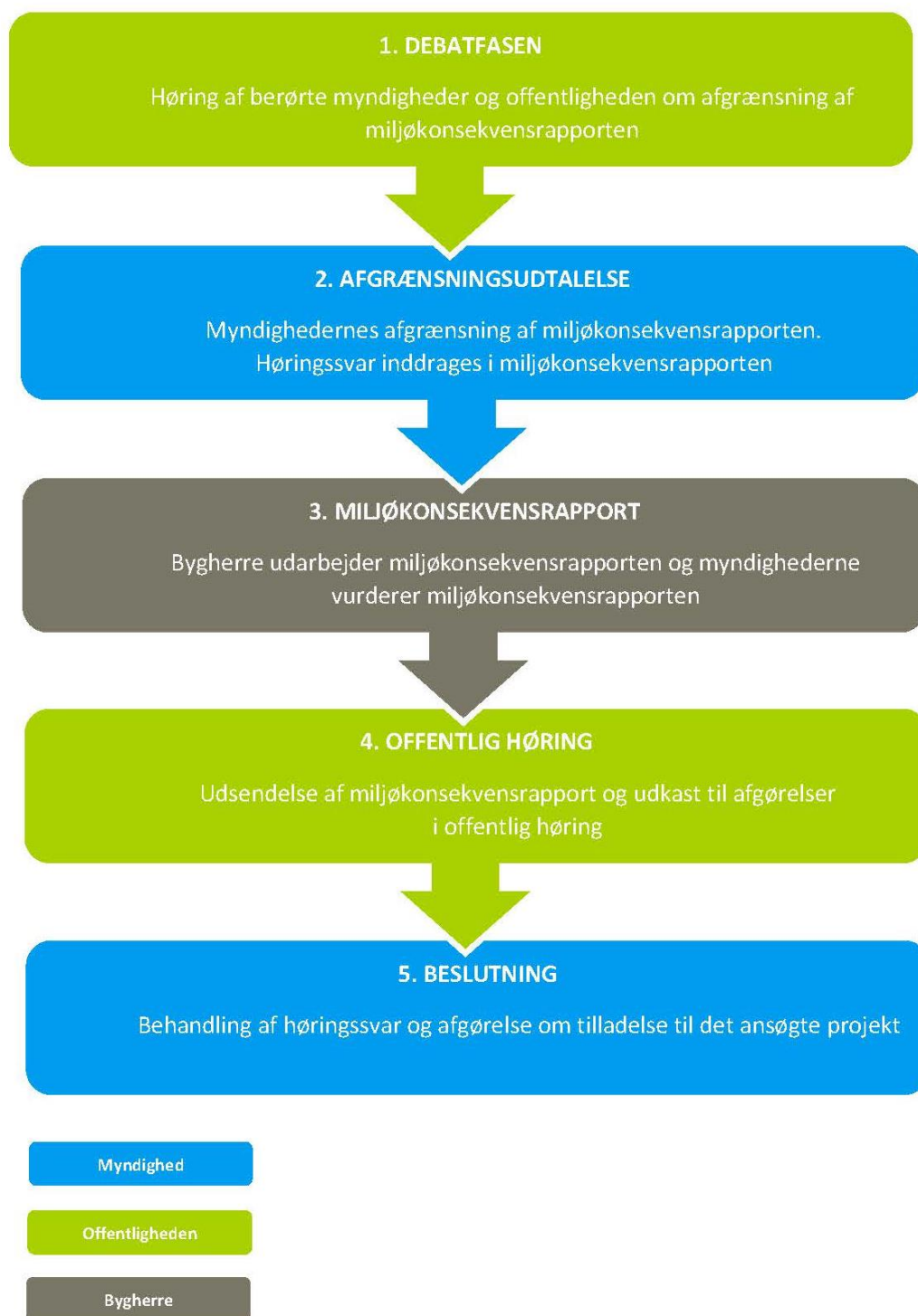
I miljøkonsekvensrapporten og tilhørende bilag beskrives projektet og de forventede miljømæssige konsekvenser af at kystbeskytte på strækningen ved Skagen. I vurderingen indgår alle påvirkninger, det vil sige de direkte, indirekte, afledte og kumulative effekter i projektfasen. Der er desuden udarbejdet et ikke-teknisk resumé af miljøkonsekvensrapporten, hvor de vigtigste oplysninger og konklusioner fra rapporten er gengivet i en kort og let tilgængelig form.

1.1 Processen

Forud for udarbejdelsen af miljøkonsekvensrapporten er der gennemført en debatfase med et offentligt møde, og myndighederne har afgivet en udtalelse om afgrænsning af rapportens indhold og omfang. Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg har herefter udarbejdet miljøkonsekvensrapporten i dialog med myndighederne, der efterfølgende har sendt miljøkonsekvensrapporten i høring hos berørte myndigheder og offentligheden.

Efter den offentlige høring træffer myndighederne afgørelse om, hvorvidt projektet kan realiseres, og om der skal stilles særlige vilkår i tilladelserne til den planlagte kystbeskyttelse. Miljøvurderingsprocessen er illustreret i Figur 1-1 i fem trin og nærmere beskrevet i kapitel 6 *Lovgivning og planlægning*.

¹ Miljø- og Fødevarerministeriet, Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), LBK nr. 973 af 25/06/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/973>



Figur 1-1. Oversigt over miljøvurderingsprocessen.

1.1.1 Input fra debatfasen og høringen af berørte myndigheder

Der har været gennemført en debatfase (1. offentlighedsfase) med indkaldelse af ideer og forslag til miljøkonsekvensrapporten i perioden d. 7. januar til 28. januar 2019. I den forbindelse blev der afholdt borgermøde på Skagen Kultur- og Fritidscenter d. 19. januar.

I forbindelse med 1. offentlighedsfases indkaldelse af idéer og forslag indkom der i alt otte høringssvar. Høringssvarene berørte en række emner, som er indarbejdet og behandlet i miljøkonsekvensrapporten sammen med kommentarer fra høringen af berørte myndigheder.

1.1.2 Afgrænsningsudtalelsen

Formålet med miljøkonsekvensrapporten er at beskrive, analysere og vurdere projektets miljøpåvirkninger. Selve kravene til indholdet i miljøkonsekvensrapporten fremgår af henholdsvis § 20, stk. 1-6 og bilag 7 i miljøvurderingsloven. Miljøkonsekvensrapportens nærmere indhold er fastlagt ud fra et afgrænsningsnotat, der er udarbejdet af myndighederne, der også har taget hensyn til de indkomne høringssvar i 1. offentlighedsfase. I det nedenstående gennemgås kort de ønsker til beskrivelser og indhold, der er fremsat i debatfasen, og som er indarbejdet i miljøkonsekvensrapporten:

Sandfodring og tidligere sandfodring

Behovet for fremadrettet sandfodring, der tager udgangspunkt i målsætningen og tidligere kystbeskyttelsesaktiviteter herunder sandfodring, er beskrevet i kapitel 3 *Projektbeskrivelse* og kapitel 7 *Landskab*.

Sandflugt og sandflugtsbekæmpelse

Den planlagte kystbeskyttelse omfatter ikke foranstaltninger imod sandflugt, hvorfor sandflugtsbekæmpelse ikke behandles yderligere. I kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation* foretages en vurdering af kystbeskyttelsesaktiviteternes påvirkning af en æoliske (vindbårne) sedimenttransport og i kapitel 18 om *Materielle goder* foretages en vurdering af gener fra sandflugt som følge af sandfodringen.

Badesæson

Den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger på badesæsonen er beskrevet nærmere i kapitel 18 *Materielle goder* og kapitel 19 *Turisme og rekreation*.

Sedimenttransport

Den eksisterende sedimenttransport i området og påvirkningen af sedimenttransporten, som følge af den planlagte kystbeskyttelse, er beskrevet i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*.

Sejladssikkerhed, afmærkning (Herunder if. entreprenørbekendtgørelsen til søs)

Sejladssikkerhed, risici for uheld, analyser af skibstrafikken og afmærkning i forhold til arbejdet med kystbeskyttelsen fremgår af kapitel 3 *Projektbeskrivelse*.

Vurdering af om fysiske påvirkninger fra projektet kan hindre målopfyldelse om god økologisk tilstand eller potentiale i vandmiljøet.

Der er i kapitel 9 *Vand* redegjort for, hvordan den planlagte kystbeskyttelse påvirker vandmiljøet i forhold til målopfyldelse og potentialer.

Risikoen for at støde på "unexploded ordnance" (UXO) fra 2. Verdenskrig

Der er i kapitel 3 *Projektbeskrivelse*, under afsnittet om skibstrafik og større ulykker, beskrevet at der såfremt der konstateres rester af ammunition eller genstande, f.eks. miner fra 2. Verdenskrig, der kan være farlige (UXO, unexploded ordnances), skal arbejdet straks indstilles og der tages kontakt til Forsvarets Operationscenter, jf. BEK 1351 af 29. november 2013 § 14 om sejlads-sikkerhed ved entreprenørarbejde og andre aktiviteter mv. i danske farvande.

Kystmorfologi, landskab og naturlig dynamik

Den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af kystmorfologien, landskab, kulturarv og natur er nærmere beskrevet i hhv. kapitel 8 om *Kystdynamik, strømning og sedimentation*, kapitel 7 *Landskab*, kapitel 17 *Kulturarv og historiske interesser* samt kapitel 16 *Natur på land*.

Forslag til alternative kystbeskyttelsesmetoder: Trykudligningsrør

Der ønskes alternative kystbeskyttelsesmetoder. Miljøkonsekvensrapportens kapitel 4 *Alternativer til projektet* belyser relevante, alternative kystbeskyttelsesmetoder set i forhold til det anmeldte projekts formål.

2. LÆSEVEJLEDNING OG METODE

Kapitlet beskriver en læsevejledning til miljøkonsekvensrapporten og redegør for den metodiske tilgang til de miljøvurderinger, der er gennemført i rapporten.

2.1 Læsevejledning

Miljøkonsekvensrapporten er bygget op af en hovedrapport og en bilagsrapport, der tilsammen udgør grundlaget for miljøkonsekvensvurderingen af den planlagte kystbeskyttelse, som er beskrevet og afgrænset i projektbeskrivelsen i hovedrapporten.

- Hovedrapporten beskriver projektet (den planlagte kystbeskyttelse), den lov- og planmæssige baggrund, 0-alternativet og miljøvurderingerne for de enkelte miljøparametre.
- Bilagsrapporten indeholder tekniske bilag til hovedrapporten.

Hovedrapporten indeholder en generel *Indledning* (kapitel 1) og beskrivelse af *Læsevejledning og metode* (kapitel 2). Herefter indeholder hovedrapporten følgende kapitler:

- Projektbeskrivelse (kapitel 3) beskriver og afgrænser projektet, herunder baggrunden for den planlagte kystbeskyttelse og de målsætninger og metoder, der ligger til grund for dens gennemførelse. Herudover beskrives aktiviteter og anvendt materiel, arbejdsæson, arbejdstider mv, samt anvendte ressourcer, emissioner og reststoffer, og risikoen for ulykker.
- Alternativer til projektet (kapitel 4) alternativer til projektet, som er fremkommet gennem høringen, og som bygherre i øvrigt har overvejet.
- 0-alternativet (kapitel 5) beskriver den situation, hvor den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres, og de konsekvenser, som det medfører. 0-alternativet indgår som en del af det referencescenarie, projektets miljøpåvirkninger holdes op i mod.
- Lovgivning og planforhold (kapitel 6) beskriver de love, der har relevans for gennemførelse af miljøvurderingen og den planlagte kystbeskyttelse. Desuden gennemgås de relevante planforhold for strækningen.
- Fagkapitler (kapitel 7-20) beskriver og vurderer kystbeskyttelsens indvirkning på de enkelte miljøparametre, herunder beskrives metoder til analyse og vurdering, de eksisterende forhold, 0-alternativet betydning, miljøpåvirkningerne, eventuelle kumulative effekter fra andre projekter, afværgetiltag og et sammendrag af miljøpåvirkningerne.

Afslutningsvis indeholder hovedrapporten sammenfattende kapitler for *Kumulative effekter* (kapitel 21), *Afværgetiltag* (kapitel 22), *Sammenfatning af miljøpåvirkninger* (kapitel 23), *Manglende viden og usikkerheder* (kapitel 24) og *Overvågning* (kapitel 25).

Referencer i miljøkonsekvensrapporten er indsat som fodnoter, så det er muligt at orientere sig om kilder i sammenhæng med den relevante tekst. Desuden henvises til relevante bilag i hovedrapporten når det er relevant.

2.2 Metoden til miljøvurdering

Ifølge miljøvurderingsloven skal miljøkonsekvensrapporten forholde sig til de miljømærker (landskab, luft, vand, natur osv.), der indgår i miljøvurderingen uanset omfanget af påvirkning. Både positive og negative miljøpåvirkninger skal beskrives. I det følgende beskrives den metodik, der

er brugt til at beskrive og vurdere den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger i de efterfølgende kapitler.

Den anvendte metode tager udgangspunkt i de betragtninger, som præsenteres i EU vejledningen om gennemførelse og indhold af miljøkonsekvensvurderinger². Metoden er opbygget med klasser, der beskriver omfang og intensitet af miljøpåvirkningerne i tråd med EU-vejledningen. Formålet er at gennemføre en sammenlignelig og gennemskuelig vurdering af konsekvensen af de enkelte miljøpåvirkninger, så konsekvenserne af påvirkningerne fremstår så tydeligt som muligt på trods af miljøemnernes forskellighed.

Metoden er her tilpasset den kontekst, som den planlagte kystbeskyttelse foregår i, og det fremgår af de enkelte vurderingsafsnit for de forskellige miljøemner, hvilke parametre og kriterier, der er lagt til grund for de konkrete vurderinger.

2.2.1 Miljøvurderingernes opbygning

Beskrivelsen og vurderingen af den planlagte kystbeskyttelse miljøpåvirkninger er systematisk opbygget i følgende afsnit i hvert fagkapitel:

- Metode: Den anvendte viden og data samt den metode, der er anvendt til at foretage vurderingerne, beskrives. Desuden vurderes den anvendte viden og data.
- Eksisterende forhold: De eksisterende miljøforhold i projektområdet beskrives og illustreres i relevant omfang på fotos, kort og figurer.
- 0-alternativ: Det vurderes, hvilke miljøpåvirkninger 0-alternativet vil medføre. 0-alternativet beskriver miljøforholdene, som de vil være år 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke realiseres.
- Miljøpåvirkninger: Miljøpåvirkningerne fra den planlagte kystbeskyttelse beskrives, analyseres og vurderes på grundlag af reference-scenariet, der omfatter de eksisterende forhold og 0-alternativet.
- Kumulative effekter: Det vurderes, om der opstår kumulative effekter som følge af eksisterende eller fremtidige påvirkninger fra andre projekter og planer, der medfører en væsentlig miljøpåvirkning i samspil med den planlagte kystbeskyttelse miljøpåvirkninger.
- Afværgetiltag: De afværgetiltag, der kan hindre, minimere eller kompensere en væsentlig miljøpåvirkning fra den planlagte kystbeskyttelse, beskrives. Afværgetiltagene skal være konkrete og proportionale, dvs. at de skal løse et reelt miljøproblem.
- Sammenfatning: Den planlagte kystbeskyttelses væsentlige miljøpåvirkninger, herunder residualpåvirkningen, hvis der implementeres afværgetiltag, sammenfattes og beskrives kort. Samtidig sammenfattes samtlige miljøpåvirkninger fra den planlagte kystbeskyttelse i skemaform for at skabe et overblik over kystbeskyttelsens konsekvenser.

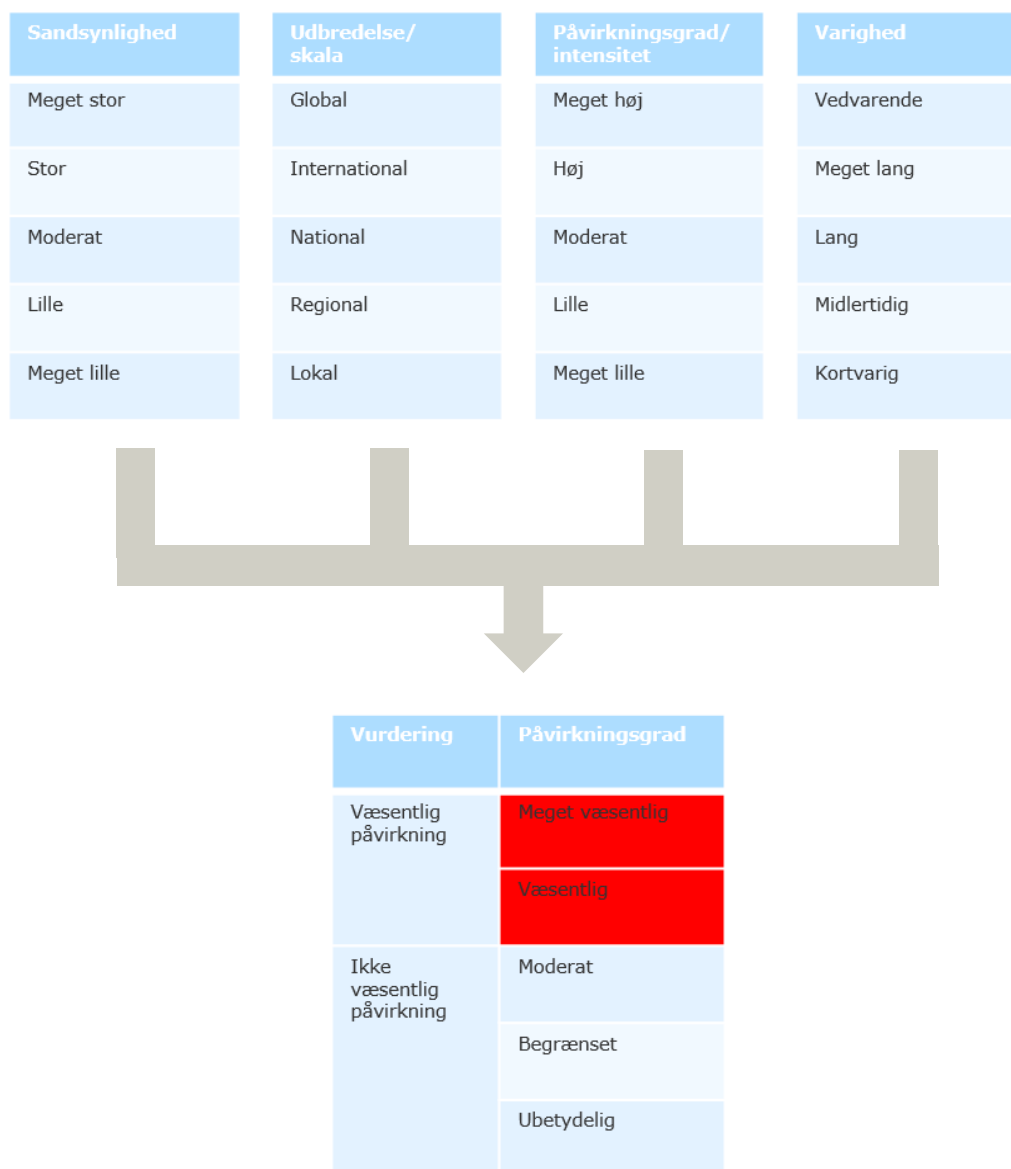
2.2.2 Metode til vurdering

De enkelte miljøpåvirkninger som projektet medfører, er systematisk vurderet ud fra følgende kriterier, der danner grundlaget for en samlet vurdering af konsekvensen af miljøpåvirkningen:

- Sandsynlighed
- Geografisk udbredelse
- Påvirkningsgrad
- Varighed

² Environmental Impact Assessment of Projects, Guidance on the preparation of the Environmental Impact Assessment Report, http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA_guidance_EIA_report_final.pdf

Metoden er opbygget med udgangspunkt i en tilpasset udgave af den multikriterieanalyse, der anvises i EU-vejledningen³. Metoden tager udgangspunkt i, at de fire parametre vurderes ud fra hver sin klassificering, og at der på baggrund heraf foretages en samlet faglig vurdering af konsekvensen af den enkelte miljøpåvirkning, som illustreret på Figur 2-1.



Figur 2-1. De fire parametre vurderes ud fra hver sin klassificering, og på baggrund heraf foretages en samlet faglig vurdering af konsekvensen af den enkelte miljøpåvirkning.

De fire parametre har hver sin klassifikation, der er udarbejdet med udgangspunkt i EU-vejledningens foreslåede metode fra IMPERIA projektet⁴, men tilpasset det konkrete projekt med kystbeskyttelse i forhold til skala og nuanceringsbehov.

³ Environmental Impact Assessment of Projects, Guidance on the preparation of the Environmental Impact Assessment Report, p. 47, http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA_guidance_EIA_report_final.pdf

⁴ IMPERIA project: Improving Environmental Assessment by Adopting Good Practices and Tools of Multi-criteria Decision Analysis, <https://www.jyu.fi/science/en/bioenv/research/natural-resources-and-environment/imperia-project>

Sandsynlighed

Ved "sandsynlighed" forstås sandsynligheden for, at en miljøpåvirkning indtræffer. Det vil sige, at det vurderes, hvor sikkert det er, at en given miljøpåvirkning vil optræde. Sandsynligheden vurderes som:

- **Meget stor:** Den pågældende miljøpåvirkning vil med vished indtræde.
- **Stor:** Der er overvejende sandsynlighed for, at påvirkningen vil indtræde.
- **Moderat:** Der er en rimelig sandsynlighed for, at påvirkningen vil indtræde.
- **Lille:** Der er lille sandsynlighed for, at påvirkningen vil indtræde.
- **Meget lille:** Der er ikke noget, der tyder på, at den pågældende påvirkning vil forekomme.

Geografisk udbredelse

Ved "påvirkningens geografiske udbredelse" forstås den geografiske udstrækning en miljøpåvirkning forventes at have på et miljøemne. Påvirkningens geografiske udbredelse vurderes som:

- **Global:** Påvirkningen har en global effekt (f.eks. klimaeffekt)
- **International:** Påvirkningen vil brede sig ud over Danmarks landegrænse.
- **National:** Påvirkningen omfatter en større del af Danmark (både hav og land).
- **Regional:** Påvirkningen er begrænset til et område i en afstand på op til ca. 20-30 km.
- **Lokal:** Påvirkningen er begrænset til projektområdet og områder tæt herpå.

Påvirkningsgrad

Ved "påvirkningsgrad" forstås, hvor kraftig en miljøpåvirkning er. Påvirkningsgraden vurderes som:

- **Meget høj:** Miljøemnet vil i meget høj grad blive strukturelt eller funktionelt ødelagt.
- **Høj:** Miljøemnet vil i høj grad blive påvirket. Der kan ved en negativ påvirkning ske delvis tab af struktur eller funktion.
- **Moderat:** Miljøemnet vil i nogen grad blive påvirket og ændret.
- **Lille:** Miljøemnet vil kun i mindre grad blive påvirket. Miljøemnets funktion og struktur vil kun blive svagt ændret.
- **Meget lille:** Miljøemnet vil ikke blive påvirket og forventes at bevare funktion og struktur.

Varighed

Ved "påvirkningens varighed" forstås, hvor lang tid projektets påvirkning af et miljøemne strækker sig over. Påvirkningens varighed vurderes som:

- **Vedvarende:** Påvirkningen er permanent.
- **Meget lang:** Påvirkningen varer ved i mere end fem år efter, at projektfasen er afsluttet.
- **Lang:** Påvirkningen vil forekomme i projektfasen og op til fem år efter.
- **Midlertidig:** Påvirkningen finder sted, mens et konkret arbejde står på i projektfasen.
- **Kortvarig:** Påvirkningen finder kun sted i forbindelse med en afgrænset og kortvarig aktivitet i projektfasen.

Konsekvens

Kystbeskyttelsens konsekvens for et givet miljøemne vurderes ud fra en samlet faglig vurdering af miljøpåvirkningens samlede effekt baseret på sandsynlighed, geografisk udbredelse, påvirkningsgrad og varighed. Der er ikke tale om en fast beregning eller en facitliste, men der foretages en individuel faglig vurdering for hvert enkelt miljøemne ud fra miljøpåvirkningens beskrevne omfang og intensitet og miljøemnets særlige karakter og sensitivitet.

Konsekvensen vurderes for situationen såvel før som efter gennemførelse af eventuelle afværgetiltag, så det tydeligt fremgår, hvilken effekt afværgetiltagene har for påvirkningen af miljøemnet. Den endelige vurdering sker ud fra den effekt, som projektet vil have efter implementering af de afværgetiltag, der skal gennemføres for at mindske projektets miljøpåvirkninger.

Generelt set vurderes en miljøpåvirknings konsekvens som:

- **Meget væsentlig**, når effekterne rækker ud over projektområdet og med meget stor sandsynlighed, vil medføre en vedvarende (irreversibel) og meget høj grad af påvirkning af miljøemnet.
- **Væsentlig**, når effekterne rækker ud over projektområdet og med stor sandsynlighed, vil medføre 1) en lang til meget langvarig og høj grad af påvirkning af miljøemnet, eller 2) en midlertidig og meget høj grad af påvirkning af miljøemnet.
- **Moderat**, når effekterne består i en midlertidig og moderat påvirkning af miljøemnet i de nærmere omgivelser omkring projektområdet.
- **Begrænset**, når effekterne er så små eller kortvarige, at de ikke har betydning for miljøemnets normale struktur eller funktion.
- **Ubetydelig**, når effekterne i praksis ikke medfører nogen påvirkning af miljøemnet.

I særlige tilfælde kan vurderingen være anderledes, og baggrunden herfor vil da være forklaret nærmere i teksten.

Opsamling i skema

I det sammenfattende afsnit beskrives miljøpåvirkningerne i et skema, der anfører sandsynlighed, geografisk udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvens for hver af de identificerede miljøpåvirkninger i projektfasen.

Skemaet beskriver såvel positive som negative miljøpåvirkninger:

- *Positive miljøpåvirkninger* er markeret med grøn for så vidt angår meget væsentlig og væsentlig.
- *Negative miljøpåvirkninger* er markeret med rød for så vidt angår meget væsentlig og væsentlig.

Anvendelsen af farverne giver et visuelt overblik over de væsentlige påvirkninger og kan derved bidrage til at skabe fokus på de valg, som beslutningstagerne skal træffe. Hvor det er relevant for at skabe overblik beskrives miljøpåvirkningerne eventuelt for flere lokaliteter eller alternativer.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvens
Miljøpåvirkning 1	Meget stor	Lokal	Moderat	Vedvarende	Væsentlig
Miljøpåvirkning 2	Stor	Regional	Høj	Midlertidig	Væsentlig
Miljøpåvirkning 3	Stor	Regional	Meget høj	Vedvarende	Meget væsentlig
Miljøpåvirkning 4	Moderat	Lokal	Høj	Kortvarig	Begrænset

Tabel 2-1. Eksempel på opsamling af miljøpåvirkninger.

I miljøkonsekvensrapportens sammenfattende kapitel samles alle vurderingsskemaer i ét skema for at give offentligheden og beslutningstagere ét samlet overblik over den planlagte kystbeskyttelses samlede miljøkonsekvenser.

PROJEKTET



RAMBOLL

Foto: Rambøll

3. PROJEKTBEKRIVELSE

Kattegatkysten omkring Skagen er en erosionskyst. Den nordøstlige del af strækningen fra omkring Gl. Fyr ud mod Grenen er en naturlig tilbagerykningskyst, som er styret af den overordnede udvikling af spidsen af Skagens Odde. Etablering og senere udvidelser af Skagen Havn har medført lokale ændringer af kystudviklingen med luvsidaeflejring umiddelbart nordøst for havnen og læsideerosion sydvest for havnen ned forbi Damstederne.

Uden løbende kystbeskyttelse vil strækningen være truet af erosion og oversvømmelse. Derfor har der siden 1982 været fastlagt en indsats for kystbeskyttelse på grundlag af femårige fællesaftaler mellem Staten og det tidligere amt, som i dag er erstattet af Frederikshavn Kommune.

Kystbeskyttelsen har siden 1980'erne betydet, at det i store træk har været muligt at standse tilbagerykningen af kystlinjen på de steder, hvor der er risiko for huse og infrastruktur. Desuden har det været muligt at opretholde en høj sikkerhed mod gennembrud af klitter, så de lavtliggende områder i baglandet ikke er blevet oversvømmet.

Opfyldelse af målsætningen for kystbeskyttelsen sker i dag ved anvendelse af sandfodring i kombination med eksisterende hård kystbeskyttelse. Nærværende projekt omfatter alene sandfodringen. Den eksisterende hårde beskyttelse vedligeholdes dog i nødvendigt omfang som en del af den daglige drift, men ikke som en del af projektet.

I de følgende afsnit beskrives projektet og dets særlige karakteristika i overensstemmelse med lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter af 25. oktober 2018⁵. Projektbeskrivelsen danner dermed grundlag for at beskrive og vurdere den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger i de senere kapitler i miljøkonsekvensrapporten.

3.1 Projektets placering

Sandfodringen ved Skagen er planlagt til at foregå langs kysten nord og syd for Skagen. Se Figur 3-1. Den samlede strækning for beskyttelse er 4,4 km lang, heraf 2,8 km nordøst for Skagen Havn og 1,6 km sydvest for Skagen Havn.

⁵ Miljø- og Fødevareministeriet, Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), LBK nr. 973 af 25/06/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/973>



Figur 3-1. Strækningen nord og syd for Skagen hvor der planlægges sandfodring – angivet med rød streg og stationering.

3.2 Kystbeskyttelsens formål, karakter og omfang

I det følgende beskrives projektets formål og omfanget af kystbeskyttelsesindsatsen samt de valgte metoder ved Skagen.

3.2.1 Projektets formål og målsætninger for kystbeskyttelsen

Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg og Frederikshavns Kommune fastsætter målsætninger for kystens tilbagerykning og sikkerheden mod oversvømmelse gennem en fællesaftale. Målsætningen er, at kysten så vidt muligt bevares, som den er i dag. Strækningen går fra Grenen til syd for Damstederne, jf. Figur 3-1.

Målsætningen for strækningerne ved Grenen og Sønderstrand er, at der skal ske en naturlig kystudvikling. Målsætningen for strækningerne nordøst for, ud for og sydvest for Grå Fyr, Havnen-

Klitgården samt Damstederne er, at kystlinjen skal fastholdes. Resultatet er, at vejforbindelsen til Grenen bevarer.

I forhold til tidligere fællesaftaler er målsætningen og den planlagte indsats for perioden 2020-24 betydeligt mere ambitiøs. Tidligere fællesaftaler har ikke været tilstrækkeligt omfattende, hvilket har medført et efterslæb i forhold til den naturlige erosion, som har betydet, at kysten nogle steder er rykket tilbage. Med den nye fællesaftale vil efterslæbet i den kommende periode blive kompenseret i et betydeligt omfang.

Den planlagte kystbeskyttelse har derfor bl.a. til formål at opnå målsætningen for perioden 2020-24 for kystens maksimalt tilladelige tilbagerykning. Målsætningerne for de enkelte delstrækninger er dels resultatet af en afvejning af behovet for kystbeskyttelse og dels en prioritering med udgangspunkt i en økonomisk ramme.

3.2.2 Kystbeskyttelsens omfang

Kystbeskyttelsen på strækningen omfatter alene sandfodring på delstrækningerne:

- Nordøst for Grå Fyr
- Grå Fyr
- Sydvest for Grå Fyr II
- Sydvest for Grå Fyr I
- Havnen-Klitgården
- Damstederne II
- Damstederne I

Sandfodring gennemføres som regel i såkaldte kampagner med et interval på op til to år eller som én kampagne i hele perioden, hvor udvalgte strækninger fodres med en sandmængde, der dækker flere års behov for at opnå en højere effektivitet ved arbejdet.

Prioriteringen af indsatsen på en eller flere delstrækninger baseres på behovet for kystbeskyttelse, tilbagerykningsraten og målsætningen. Da sandfodringen afhænger af, hvor stor erosionen er på de enkelte strækninger de enkelte år, kan sandmængden eller den metode, der bruges, også variere.

Kampagnemængder i fastmål⁶ vil være:

- Kampagner hvert andet år à 120.000 m³, som kystnær eller strandfodring,
- og én kampagne i perioden på i alt 60.000 m³, som kystnær eller strandfodring

Som alternativ til ovenstående kan sandfodringen i stedet gennemføres som:

- Én kampagne i perioden på i alt 300.000 m³, som kystnær fodring

Det vil sige, at der med de to alternativer i den femårige periode kan fodres med en samlet mængde på maks. 300.000 m³. En kombination af strandfodring og kystnær fodring i samme kampagne vil ikke forekomme. Begreberne strandfodring og kystnær fodring defineres senere i afsnit 3.3.

⁶ Svarende til sandets volumen i indvindingsområdet inden indvinding

Fodring med 300.000 m³ i en kampagne vil kun være aktuelt i tilfælde af oprensning af Skagen Havn. Alternativet vil ikke blive gennemført i perioden 2020-25, men det er i det følgende fastholdt som worst-case scenarie for kystnær fodring på strækningen, da alternativet fuldt ud rummer miljøpåvirkningerne ved de planlagte fodringer med mindre mængder.

Mængderne fordeles jævnt langs kysten efter følgende principper:

Strandfodring				
Fodrigsmængde, m ³	Maks. strækning, m	Intensitet, m ³ /m	Min. strækning, m	Intensitet, m ³ /m
120.000	4.000	30	600	200
60.000	4.000	15	600	100

Tabel 3-1. Principper for strandfodring.

Kystnær fodring				
Fodrigsmængde, m ³	Maks. strækning, m	Intensitet, m ³ /m	Min. strækning, m	Intensitet, m ³ /m
300.000	1.500	200	1.500	200
120.000	4.000	30	1.400	86
60.000	4.000	15	1.400	43

Tabel 3-2. Principper for kystnær fodring.

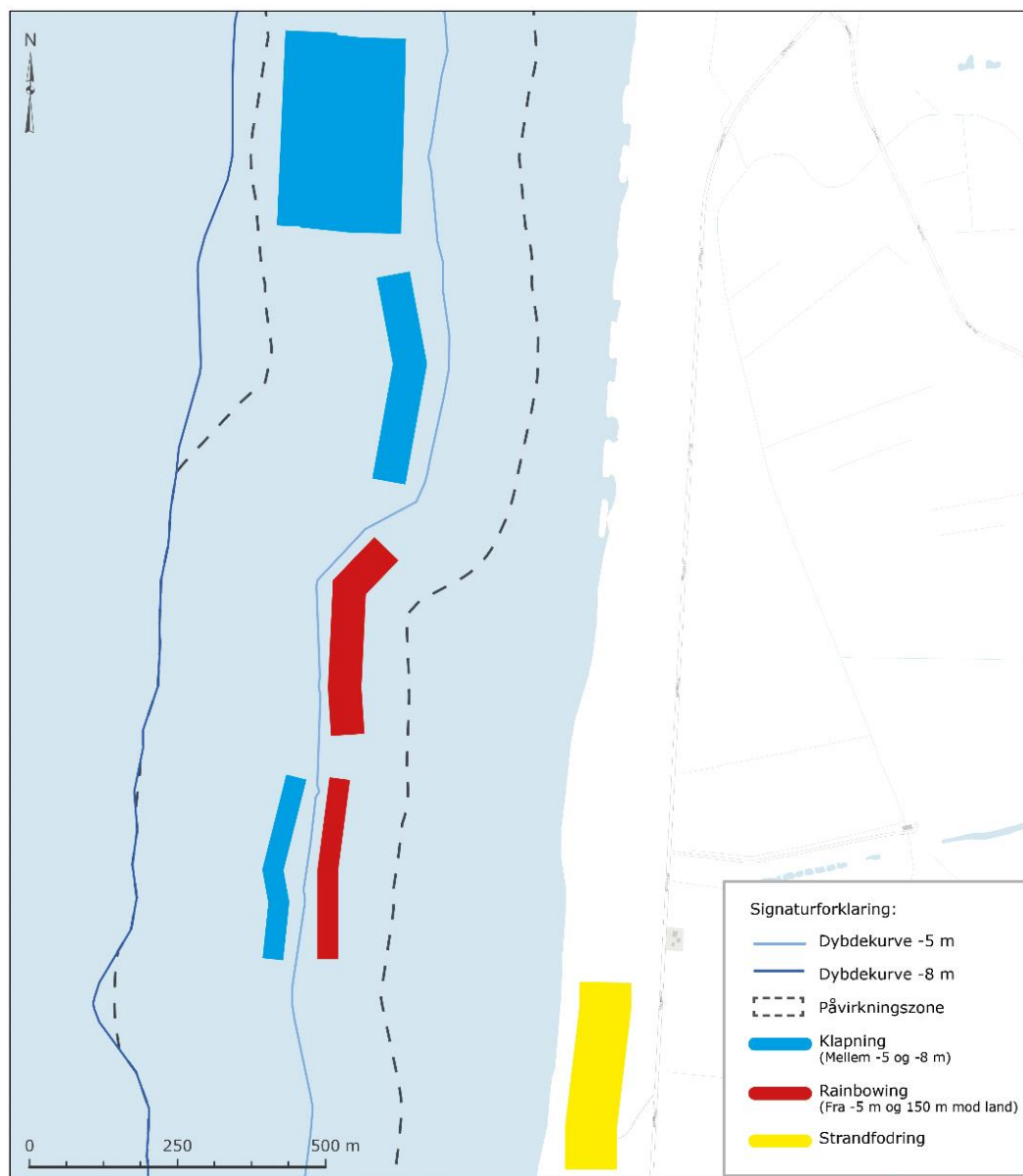
3.3 Metoder til sandfodring

Sandfodring sker overordnet ved at indbygge egnet sand på kysten ved hjælp af skibe og entreprenørmaskiner. Sandet indvindes marint, dvs. at det oppumpes fra indvindingsområder på havet (ikke en del af miljøkonsekvensvurderingen) og sejles direkte til den ønskede lokalitet.

Sandfodring gennemføres med følgende metoder:

- Kystnær fodring, hvor sandet placeres på den kystnære havbund ved klapning eller rainbowing
- Strandfodring, hvor sandet placeres på stranden via indpumpning gennem flyderørledning eller bundliggende rørledning

Den kystnære fodring sker generelt indenfor en påvirkningszone, der strækker sig fra otte meter dybdekurven og indtil 150 meter landværts for fem meter dybdekurven. Det betyder erfaringsmæssigt, at påvirkningszonens bredde gennemsnitligt er på omkring 450 meter. Ved strandfodring fyldes "indbugtningerne" mellem bølgebryderne op med nyt sand. Nedenstående figur illustrerer princippet i fordelingen af forskellige mængder sand ved de tre sandfodringsmetoder.



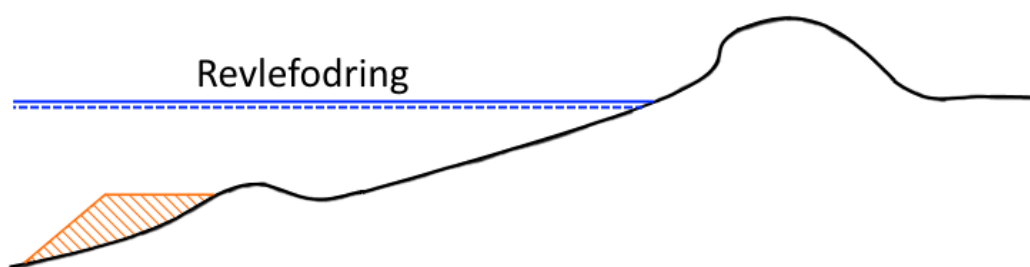
Figur 3-2. Principskitse over fordeling af forskellige mængder sandfodringsmateriale ved klapning, rainbowing og strandfodring. Principskitsen er ikke lokalitetsspecifik.

De forskellige metoder beskrives nærmere i det følgende.

3.3.1 Klapning

Klapning foregår ved, at skibet sejler ind til den ønskede position på kysten. Her tømmer skibet sin last ud igennem bunden af skibet og gennemfører dermed en kystnær fodring. Sandet placeres under skibet, hvorved vanddybden reduceres lokalt ved, at der skabes en forhøjning på havbunden. Der vil ikke være entreprenørmateriel på land.

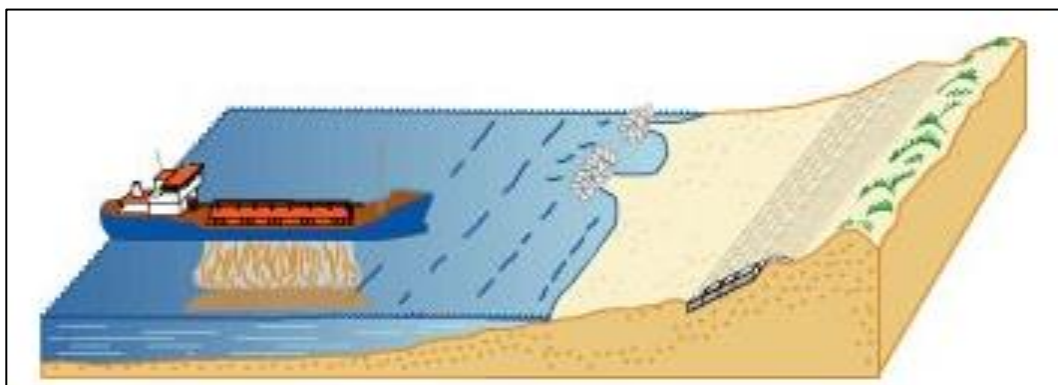
Ved klapningen forstærkes revlen, der på ydersiden forhøjes mellem 1,5-3 meter, som vist på Figur 3-3.



Figur 3-3. Skitse af princip for kystnær fodring ved klapning.

På grund af vandstandsvariation, forskellige skibes dybgang og de ændrede dybdeforhold efter klapning fordeles sand på havbunden i en zone, påvirkningszonen, langs med kysten. Påvirkningszonen er 150 meter landværts fem meter dybdekurven og ud til otte meter dybdekurven.

Overordnet sker tømning af skibets sandlast enten ved splitning eller igennem bundlemme. Ved splitning deler skibets skrog sig på langs, så lastrummet åbnes, og sandet lægges på havbunden. Bundlemme har i princippet samme virkning som splitning. Lemmene åbnes i bunden af lastrummet, og sandet lægges på havbunden på den ønskede position.



Figur 3-4. Principtegning af klapning.



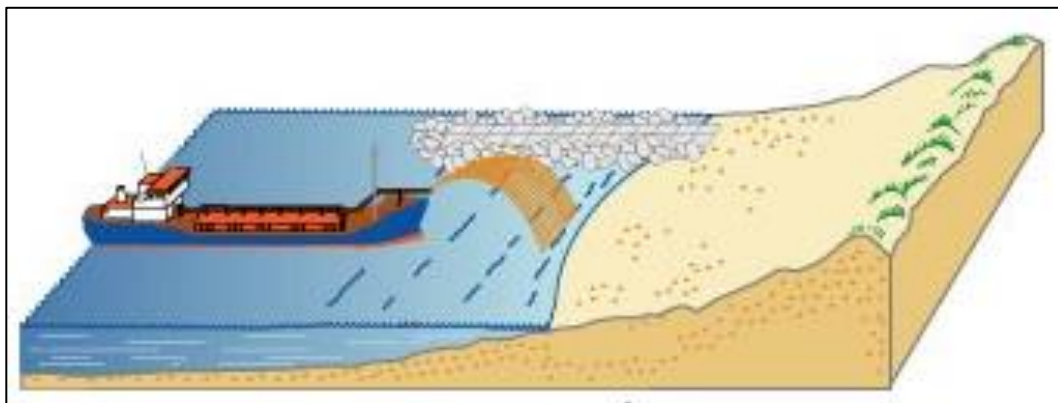
Figur 3-5. Skib i færd med at klappe sand til havbunden. På billedet ses hvordan skroget splitter.

3.3.2 Rainbowing

Ved rainbowing pumpes en blanding af sand og havvand ud over stævnen på skibet igennem særligt indrettede dyser til spredning af sandet. Sandet placeres herved foran skibet nærmere kysten. Der er ikke operationer på land ved metoden.

Ydelse og kastelængde på sandet afhænger af skibets egenskaber og sandets karakter. For de største og mest kraftfulde skibe er der registreret kastelængder på ca. 150 meter. De skibe, der hidtil har været anvendt til sandfodring på Vestkysten, kan typisk kaste op til 100 meter. Ydelsen varierer og er lav i opstarten for at undgå tilstopning af rørledningerne, herefter konstant, og ved afslutning gradvist aftagende til et minimum. Typisk er det ikke muligt at gennemføre en komplet tømning, og en rest på ca. 5 % af sandet forbliver i lastrummet.

Som følge af vandstandsvariationer, forskellighed i skibes dybgang og kastelængde samt de ændrede dybdeforhold efter rainbowing fordeles sand langs med kysten i en påvirkningszone langs med kysten, som beskrevet for klappning ovenfor.



Figur 3-6. Principtegning af rainbowing.

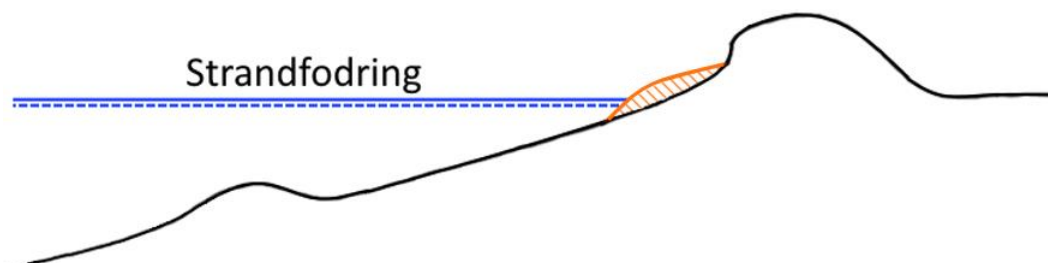


Figur 3-7. Skib i gang med rainbowing.

3.3.3

Strandfodring

Strandfodring gennemføres på stranden ved hjælp af tilførsel af sand via en bundliggende rørledning eller en flyderørledning, og sandet placeres fra strandkanten og op til forsiden af klitten. Herved øges højden på stranden, og bredden af stranden øges ud i havet. Ved strandfodring fyldes "indbugtningerne" mellem bølgebryderne op med nyt sand.



Figur 3-8. Principskitse af strandfodring.

Indpumpning med bundliggende rørledning

Sandet pumpes ind på stranden gennem en eller to rørledninger af stål, der lægges på havbunden. Rørledningen etableres ved, at en luftfyldt rørledning slæbes til den ønskede position med en slæbebåd, hvorefter den ene ende af rørledningen trækkes op på stranden med gravemaskine. Når rørledningen ligger på den rette position, fyldes den med vand, så den synker ned på havbunden.

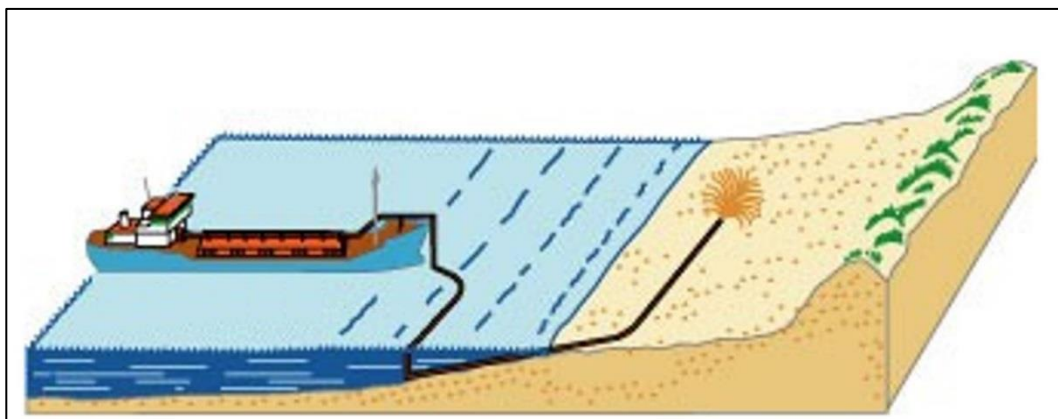
Skibet ankres op eller fastholder positionen ved hjælp af skrue og bovpropel, og der kobles på den udlagte rørledning på havbunden via en gummislange. Sandet i lastrummet blandes med havvand og pumpes gennem rørledningen ind på stranden. På stranden løber blandingen af sand og vand ud af røret, og sandet lægger sig på stranden. En del af sandet løber dog med pumpesandet tilbage i havet.

På stranden kobles der yderligere stålrør på rørledningen, typisk ved brug af gravemaskiner og gummiged, efterhånden som arbejdet skrider frem. Når lasten er tom, skylles rørledningen ren for sand, og skibet kobles fra rørledningen og sejler ud i indvindingsområdet efter en ny last.

Mandskabet på land sætter løbende flere nye landrør på rørledningen, og på den måde udvides området, hvor der kan indpumpes sand hen ad stranden. Der kan typisk pumpes over én kilometer til hver side af det sted, hvor rørledningen er ført i land. Når stranden har fået den ønskede sandmængde, flyttes rørledningen til en ny position et stykke oppe eller nede ad kysten ved at pumpe den op med luft, tømme vandet ud og trække den med slæbebåden. Når sandfodringen på den ønskede strækning er gennemført, fjernes rørledningen og sejles væk fra området.

Landrørene bliver leveret til arbejdsområdet med blokvogn/lastbil. For at få gravemaskine og gummiged ned på stranden køres ad eksisterende ramper og adgangsveje. Skure og værktøjscontainere placeres på midlertidige arbejdspladser, på eksisterende P-pladser eller lignende bag strandklitten.

Efter endt sandfodring køres landrør og maskiner op på fast vej bag klitten og køres væk med blokvogn/lastbil. Stranden udjævnes med gummiged, hjulspor slettes, og ramper og tilkørselsveje til stranden samt alle adgangsveje reetableres.



Figur 3-9. Principtegning af indpumpning med bundliggende rørledning.



Figur 3-10. Indpumpning med bundliggende rørledning.



Figur 3-11. Indpumpning med bundliggende rørledning med maskiner til håndtering af rør.

Indpumpning med flyderørledning

Flyderørledning, der enten er en rørledning i stål med led og opdrift eller en rørledning i forstærket gummi, anvendes til indpumpning af sand fra skibet til enten strandfodring eller kystnær fodring.

Flyderørledningen sejles på plads med slæbebåde, og den fikseres med ankere på havbunden eller ved fastgørelse til land. Er der høfder eller bølgebrydere i nærheden, kan de også anvendes til forankring af rørledningen. Alternativt kan en mindre slæbebåd anvendes til fiksering, mens sandet indpumpes. Hvis der forankres på land, vil det være nødvendigt med maskiner til hjælp ved fastgørelsen.

Ved strandfodring trækkes enden af flyderørledningen op på land, hvor den enten løbende kan flyttes, så sandet fordeles, eller den kan tilkobles et rørsystem til fordeling af sandet parallelt med

stranden. Håndteringen af rørledningerne på land vil kræve gravemaskiner, gummiged, dumper eller lignende, ligesom arbejdet kræver, at der oprettes en midlertidig arbejdsplads i nærheden til skure mv.

I nogle tilfælde anvendes metoden med flyderørledning også ved kystnær fodring. Her er det nødvendigt at styre enden af flyderørledningen for at fordele sandet. Til formålet kan anvendes et mindre skib (spray pontoon), der ved hjælp af ankre eller motor flytter sig, så rørledningen positioneres efter behov.



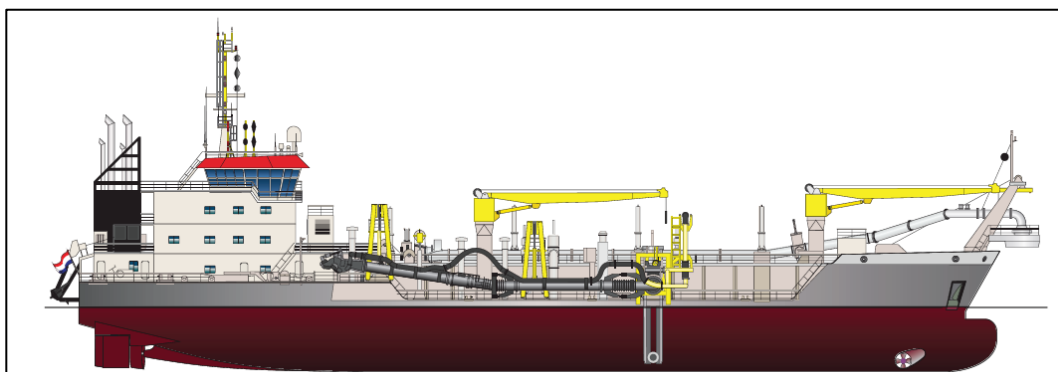
Figur 3-12. Kystnær fodring ved indpumpning med flyderørledning.

3.4 Anvendte skibe og materiel

I det følgende beskrives de skibe, som det vil være muligt at benytte i forbindelse med sandfodring og de entreprenørmaskiner, der benyttes i forbindelse med arbejde på stranden og ved andre aktiviteter.

3.4.1 Sandfodringskibe

Indvinding og sandfodring med sand foretages med samme skib. Skibet er et sandfodringskib af typen Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD). Det er et selvdrevet skib med lastrum (hopper), der kan indvinde havbundsmateriale via et slæbehoved, der sænkes ned til havbunden fra siden af skibet. Materialet kan indbygges ved enten klapning (gennem bunden) eller indpumpning via bov-kobling og en rørledning. Af Figur 3-13 ses et eksempel på en Trailing Suction Hopper Dredger.



Figur 3-13. Sandfodringskib af typen Trailing Suction Hopper Dredger (TSDH)⁷.

⁷ Hydraulic Fill Manual – For Dredging af Reclamations Works, CUR/CIRIA, 2012-udgave.

3.4.2 Entreprenørmaskiner

Entreprenørmaskiner, der typisk vil indgå i entreprenørens arbejde med sandfodring, omfatter følgende typer og størrelser, afhængig af arbejdets omfang og entreprenørens ressourcer:

- Hydraulisk gravemaskine (20-50 tons)
- Gummiged (15-30 tons)
- Dumper (25-50 tons)

De nævnte maskiner bruges alene til transport på ikke-offentlig vej. Maskinerne tilkøres til arbejdsområdet på blokvogn, dog kan dumper og gummiged evt. selv køre på offentlig vej. Eksempler på maskiner fremgå af Figur 3-15 og Figur 3-14.



Figur 3-14. Dumper.



Figur 3-15. Gravemaskine (venstre) og gummiged (højre).

3.5 Eksempler på sandfodring

Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse – Drift og Anlæg oplyser, at entreprenørerne generelt har metodefrihed i forhold til at gennemføre sandfodringen ud fra et omkostningsperspektiv, så længe egnet sand leveres på rette tid og sted. Kystbeskyttelsen skal dog foregå inden for rammerne af de miljøvurderede eksempler nedenfor.

	Sandfodringsskib 2.000 m ³	Sandfodringsskib 6.000 m ³
Dybgang, fuld lastet	4,5 m	7,0 m
Indvinding	60 min.	70 min.
Sejlhastighed	9 knob	10 knob
Klapning, effektiv	Minimum 5 min.	Minimum 5 min.
Rainbowing, effektiv	60 min.	60 min.
Rørledning, effektiv	80 min.	80 min.
Klargøring til indbygning/indvinding	15 min.	15 min.
Maks. sandvolumen ombord, skibsmål	1.400	4.500

Tabel 3-3. Specifikationer på udvalgte skibsstørrelser, der indgår i de anvendte eksempler på sandfodring.

Eksemplerne er opstillet med baggrund i erfaringer fra tidligere sandfodringer suppleret med kendskab til alternative metoder, som typisk er realistiske ved tilførsel af større sandmængder end hidtil. Der tages udgangspunkt i to forskellige skibsstørrelser, hvis specifikationer fremgår af Tabel 3-3.

Eksempel 1

Eksemplet omfatter følgende:

1-3 sandfodringsskibe med en samlet lastkapacitet på op til 6.000 m³ opererer på kampagnen. Kampagnen gennemføres enten som a) kystnær fodring eller b) strandfodring.

- a) Kystnær fodring sker alene ved klapning.
- b) Strandfodring sker ved indpumpning via bundliggende rørledning op til to ad gangen. På land arbejder to gravemaskiner med håndtering af rørledningen, og én gummiged supporterer med flytning af rørledning og gennemfører afretning til sidst efter indpumpning.

Eksempel 2

Eksemplet omfatter følgende:

Ét sandfodringsskib med laststørrelse på 6.000 m³ opererer på kampagnen. Kampagnen gennemføres enten som a) kystnær fodring eller b) strandfodring.

- a) Kystnær fodring sker ved delvis rainbowing og delvis klapning.
- b) Strandfodring sker ved indpumpning via bundliggende rørledning. På land arbejder to gravemaskiner med håndtering af rørledningen, og én gummiged supporterer med flytning af rørledning og gennemfører afretning til sidst efter indpumpning.

3.6 Aktiviteter og arbejdsperioder

I det følgende beskrives dels de perioder på året, hvor der gennemføres kystbeskyttelse i form af sandfodring, og de tidspunkter på døgnet, hvor aktiviteterne sker og varigheden af dem.

3.6.1 Sæson for sandfodring

Kystdirektoratet – Kystbeskyttelse, Anlæg og Drift stiller ikke krav om tidspunkt for gennemførelse af sandfodring, blot sluttidsfristen, som fastsættes fra gang til gang, overholdes. Dog vil der ikke blive fodret i skolernes sommerferie i perioden midt juli til midt august, hvor Skagen besøges af et stort antal turister og andre besøgene.

Erfaringsmæssigt kan der indvindes sand ca. 300 dage om året med de hidtil anvendte skibe (op til 6.000 m³), mens større skibe forventes at kunne indvinde op til 320 dage om året. Afhængig af størrelsen af skibe kan de arbejde i bølgehøjder op til 1,5-2,5 meter⁸.

Muligheden for at arbejde nærmere kysten afhænger af mange forhold, såsom vanddybde, vind, bølgeretning og skibets manøvreedygtighed. Den typiske vejrligsbegrænsning for sandfodring er en bølgehøjde på 1 - 2 meter.

⁸ CUR/CIRIA, 2012, Hydraulic Fill Manual – For Dredging af Reclamations Works, udarbejdet af CUR og ciria, 2012-udgave.

Sandfodring sker typisk fra havsiden i perioden april - maj til slutningen af november. Det sker dog, at entreprenører begynder tidligere på året på grund af ledige ressourcer og optimale vejrforhold. Der kan derfor i perioden 2020-24 forventes sandfodring fra havet i perioden april til november og i vinterhalvåret, hvis det bliver nødvendigt. Der kan dog opstå ekstraordinære situationer, hvor sandfodring gennemføres senere på året, typisk pga. kritiske situationer efter en storm, hvor der kræves hurtig udbedring.

3.6.2 Arbejdstider på døgnet

Skibe arbejder typisk døgnet rundt med holdskifte, hvorfor gennemførelse af en kampagne med sandfodring som hovedregel kan udføres døgnet rundt, alt afhængig af vejret og evt. materielnedbrud. I kampagneperioden opererer entreprenørmaskiner på land i samme tidsrum, hvis metoden kræver det. Skibene skal dog typisk i havn og tanke brændstof mindst hver 14. dag, og der opstår derfor pauser i arbejdet, med mindre der er indsat flere skibe.

3.6.3 Arbejdets varighed

I det følgende angives varigheden for arbejdet ved hhv. kystnær fodring og strandfodring.

Kystnær fodring

Varigheden af en sandfodringskampagne kan variere fra to døgn til 33 døgn afhængigt af strækningens længde, fodringsmængden samt skibets lastekapacitet. Desuden har skibantal, type og ikke mindst vejrforhold stor betydning for arbejdets varighed. Tabel 3-4 viser yderscenerierne for det samlede tidsforbrug for sandfodring med hhv. 60.000 m³, 120.000 m³ og 300.000 m³.

Sandmængde, m ³	Eksempel 1		Eksempel 2
	Et skib Lastekapacitet: 2.000 m ³	Tre skibe Lastekapacitet: 2.000 m ³	Et skib Lastekapacitet: 6.000 m ³
	Døgn	Døgn	Døgn
300.000	33	11	12,5
120.000	13,5	4,5	5
60.000	7	2,5	2,5

Tabel 3-4. Estimat af den tid det tager at udføre en kampagne med forskellige sandfodringskibe.

Strandfodring

Arbejdet med entreprenørmaskiner i forbindelse med strandfodring langs én kilometer kyststrækning vil tage ca. to uger at gennemføre ved brug af to gravemaskiner, én gummiged og ét til tre skibe. Forberedelsen til strandfodringen tager ca. et døgn og omfatter tilkørsel af pumperør til stranden, hvor arbejdet foregår. Indpumpning af sand og løbende samling og flytning af rørstykker tager ca. ti døgn. Indsamling af rør efter endt strandfodring tager én dags arbejde, og tilretning af stranden efter, at sandet er pumpet ind, tager ca. én dag.

Oprydning på arbejdspladsen efter endt arbejde antages at tage to arbejdsdage pr. arbejdsplads, der dog kan dække en længere strækning end én kilometer. De anvendte skibe vil indpumpe sandet fra samme position ud for ilandføringspunktet i op til én måned, da der pumpes sand ind på stranden i op til én kilometers afstand i begge retninger.

Ved strandfodring med maksimal intensitet ved Skagen (200 m³/m på 600 meter) vil arbejdet dermed ca. tage ti døgn, men ved lavere intensitet kan perioden skønsmæssigt forlænges op til otte ugers varighed, hvis der fodres med 30 m³/m på fire kilometer.

3.6.4 Forberedende arbejde

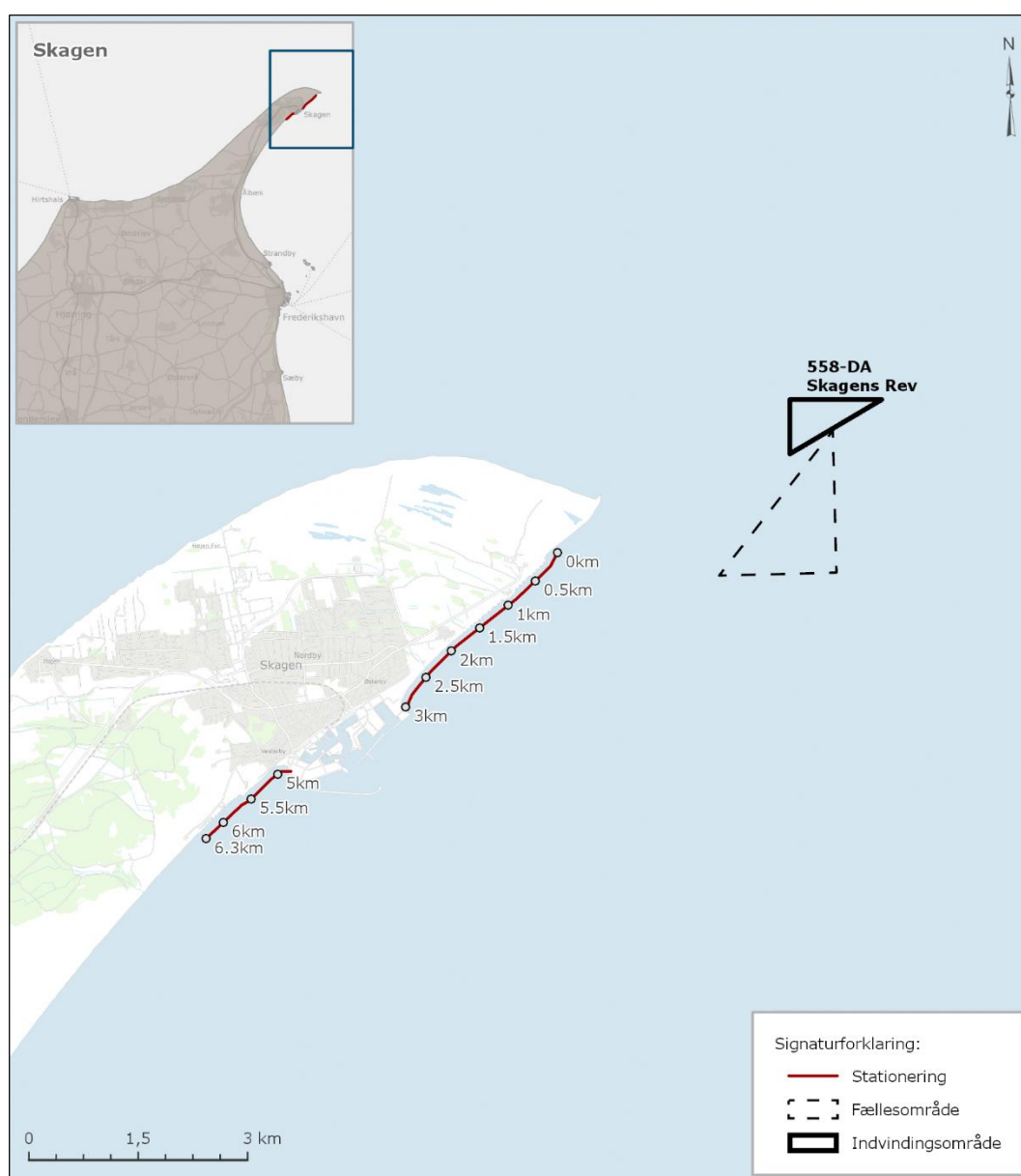
I forbindelse med at der foretages kystnære fodringer, gennemføres der på de pågældende strækninger en opmåling af havbunden indenfor det område, hvor skibene sejler. Opmålingen

skal dels dokumentere kystprofilets udformning, men også identificere eventuelle objekter på havbunden, så som store sten, vrug eller bunkere. Dermed opdateres det interne datagrundlag over objekter på havbunden jævnligt.

Datagrundlaget indeholder i øvrigt positionen for alle kendte genstande og indberetninger af nye fund. Det samlede datagrundlag leveres til entreprenøren, som på grundlag heraf kan planlægge sandfodringen, så der undgås skader på skibe fra vrug og andre genstande på havbunden.

3.7 Forbrug af råstoffer og naturressourcer

I det følgende beskrives dels de råstoffer i form af sand, der forbruges i forbindelse med kystbeskyttelsen, og dels de mængder brændstof, som primært forbruges i forbindelse med sandfodringen ved sejlads med sandfodringsskibe. Desuden beskrives behovet for arealer til arbejds- og op-lagspladser mm.



Figur 3-16. Eksisterende indvindingstilladelser til marin sandindvinding.

3.7.1 Sand til sandfodring

Sand til sandfodring hentes fra indvindingsområde (558-DA Skagen Rev), hvor der er givet tilladelse til en indvindingsmængde på op til 65.000 m³ pr. år, dog op til 130.000 m³, hvis der ingen aktiviteter var i det forrige år.

Placering af indvindingslokaliteten fremgår af Figur 3-16.

Generelt sker sandfodring med ensartet sand med et lavt indhold af sten. Sandet sorteres ikke over sold i skibet, og det kan derfor indeholde varierende kornstørrelser og indhold af sten. Sandets karakter varierer i indvindingsområdet og kan derfor ændre sig fra år til år.

Ved selve indvindingen sker der et spild af især finere materialer. Det sker, når slæbehovedet på bunden løsner materialet og sammen med havvand pumper det via sugerøret til lastrummet, hvor det bundfældes, hvorefter overskydende vand med suspenderet finstof udledes via et overløb.

Kornstørrelsesfordelingen på det indbyggede sand varierer derfor efter entreprenørens materiel, valg af metode under udførelse og forskelligt udgangsmateriale i indvindingsområdet. Generelt vurderes det leverede sand at være kendetegnet ved følgende parametre:

	Middel	95 % fraktil
d₅₀ [mm]	0,193	0,26
Indhold af d<0.125 mm [%]	3,3	12

Tabel 3-5. Statistik for d₅₀ samt indhold af fint sand (d<0,125 mm) baseret på 62 sigteprøver gennemført på indvindingsområdet ved Skagen Rev.

3.7.2 Brændstoffer

Der er i forbindelse med sandfodringen beregnet, at der vil være et bunkerolieforbrug (MGO) i forbindelse med sejlads som angivet i nedenstående tabel fordelt på de to eksempler for sandfodring.

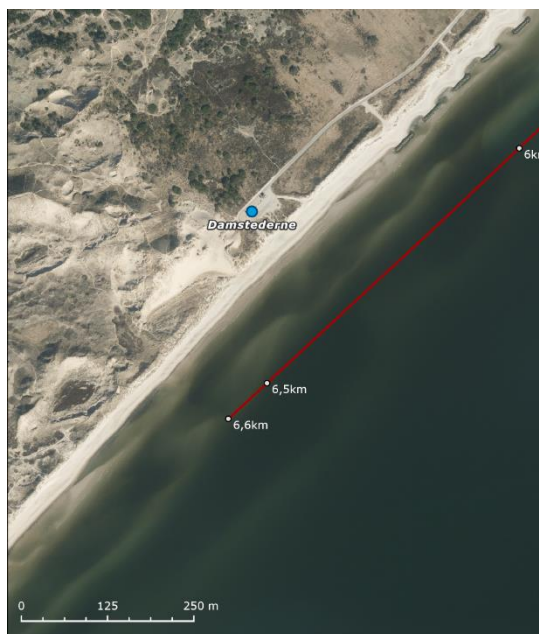
Eksempel	1A	1B	2A	2B
Olieforbrug i kg fra skibe	105.800	127.500	71.400	86.400

Tabel 3-6. Totalt forbrug af brændstof ved sandfodring med skibe og entreprenørmaskiner i perioden 2020-24.

Samtidig anvendes entreprenørmaskiner på land, der uanset scenarie anvender 10.363 kg dieselolie.

3.7.3 Jordarealer til arbejdspladser, veje og spor

Der er behov for at anlægge mindre arbejdspladser på land, så tæt som muligt på arbejdsområdet. De anvendte arbejdspladser er ved Damstederne og ved Grå Fyr. Se Figur 3-17 og Figur 3-18.



Figur 3-17. Beliggenheden af arbejdspladsen ved Damstederne.



Figur 3-18. Beliggenheden af arbejdspladsen ved Grå Fyr.

Arbejdspladsen vil være befæstet med belægning eller grus og af en passende størrelse. Desuden skal der, hvis det er muligt, være tilkoblingsmulighed til spildevand, vand og el. Entreprenøren vil eventuelt etablere en midlertidig belægning og etablere midlertidige forsyninger fra lokale tank-anlæg, generator mv., hvis de ikke findes i forvejen.



Figur 3-19. Foto fra arbejdsplads ved Damstederne.

En arbejdsplads vil typisk rumme mandskabsvogn, kontorfacilitet, redskabscontainer, brændstoftanke, affaldscontainer og depot til udstyr. Desuden skal arbejdspladsen rumme parkeringsmulighed for de ansatte. Typisk vil et areal på ca. 500-1.000 m² være tilstrækkelig. Ved afsluttet arbejde vil entreprenøren reetablere området, så det efterfølgende så vidt muligt vil fremstå i sin oprindelige tilstand.

Adgangsvejen til arbejdspladsen vil blive påvirket med øget trafik i udførelsesperioden, og en re-etablering er typisk nødvendig i de tilfælde, hvor eksisterende veje ikke har asfalt eller lignende belægning. Entreprenøren anvender kun de af Kystdirektoratet, Drift og Anlæg anviste veje over klitter, og graver ikke i klitten eller andre naturbeskyttede arealer.

Trafik til og fra arbejdspladsen fra landsiden vil være meget begrænset, og vil på daglig basis bestå af biltrafik i forbindelse med transport af de få arbejdere, der skal arbejde på landsiden, når der strandfodres. Derudover vil der lejlighedsvist forekomme tungere trafik i forbindelse med til og fra kørsel af dozere, gummigeder mm. Vedr. trafikbelastningen og afvikling af trafikken generelt bliver projektet gennemført i samarbejde med Frederikshavn Kommune, som er vejmyndighed for de omtalte veje og parkeringsplads. De stiller om nødvendigt krav til regulering af trafikken ud fra vejlovens rammer.

3.8 Reststoffer og emissioner

I det følgende opgøres de reststoffer og emissioner, som den planlagte kystbeskyttelse giver anledning til, herunder i forhold til udstødning, forurenende stoffer, støj og lys.

3.8.1 Emissioner

I forbindelse med sandfodring og sandtransporten fra indvindingsområdet vil der forekomme emissioner fra skibe og entreprenørmaskiner. Der er derfor foretaget beregninger af emissionen fra typiske skibe og entreprenørmaskiner, som anvendes i forbindelse med udførelse af sandfodringsaktiviteter. Worst-case i forhold til udledning af emissioner er ved strandfodring, da der både anvendes entreprenørmaskiner og skibe, mens der kun anvendes skibe ved kystnær fodring. Der er derfor foretaget beregninger for de to eksempler, der er beskrevet i afsnit 3.5 med udgangspunkt i metoden strandfodring.

De detaljerede beregninger fremgår af bilag 6 *Emissioner - resultater*.

Der er beskrevet to eksempler for aktiviteter med skibe, der hver især kan udføres som kystnær fodring eller strandfodring (betegnet a eller b). Emissionerne for perioden 2020-24 er angivet i Tabel 3-7.

	CO ₂ , kg	SO _x , kg	HC, kg	CO, kg	NO _x , kg	NO ₂ , kg	Partikler, kg
Eksempel 1a	339.200	200	300	300	5.300	2.700	200
Eksempel 1b	408.600	400	500	500	10.000	5.000	300
Eksempel 2a	228.900	200	200	200	3.600	1.800	100
Eksempel 2b	277.000	200	200	200	4.400	2.200	100

Tabel 3-7. Samlede emissioner fra skibe ved strandfodring og kystnærfodring i perioden 2020-24.

Der er ligeledes beskrevet to eksempler for aktiviteter med entreprenørmaskiner på land kombineret med et skib. Emissioner fra entreprenørmaskinerne i de to eksempler er samlet i Tabel 3-8.

	CO ₂ , kg	CO, kg	NO _x , kg	Partikler, kg
Eksempel 1b	70.820	429	245	4
Eksempel 2b	70.820	429	245	4

Tabel 3-8. Oversigt over de samlede emissioner fra entreprenørmaskiner fordelt på eksempler.

Den samlede CO₂-emission fra skibe og entreprenørmaskiner fordelt på de to eksempler fremgår af Tabel 3-9.

	CO ₂ emission fra skibe, kg	CO ₂ emission fra entreprenørmaskiner, kg	Sum CO ₂ , kg	Samlede CO ₂ -ækvivalenter, ton
Eksempel 1a	339.200	-	339.200	340
Eksempel 1b	408.600	70.820	479.420	480
Eksempel 2a	228.900	-	228.900	230
Eksempel 2b	277.000	70.820	347.820	350

Tabel 3-9. Oversigt over samlede emissioner fordelt på de to eksempler og sandfodringsstype a og b. Da GWP-faktoren (Global Warming Potential) for CO₂ er 1, er CO₂-ækvivalenter lig med CO₂-emissionen.

3.8.2 Forurenende stoffer

Ved kystbeskyttelsen anvendes der sediment fra et indvindingsområde, hvor sedimentet ikke er forurenet. Miljøstyrelsen har i forbindelse med tilladelser til anvendelse af sand fra områderne vurderet, at der i alle tilfælde er tale om rene materialer, som derfor kan anvendes til sandfodring.

Ved sandfodring kan der ske spild af f.eks. olieprodukter på landsiden, dels fra maskiner på stranden og dels fra tanke, som er opstillet på arbejdsarealerne. Konstateres der et spild, vil kommunen blive orienteret, og afværgetiltag iværksættes umiddelbart. Eventuelt spild vil blive opsamlet, og forurenet jord afgravet og bortskaffet til godkendte jordmodtagere. Efterfølgende vil det blive dokumenteret, at der ikke er efterladt restforurening.

3.8.3 Støj

Kystbeskyttelsen vil medføre en række støjpåvirkninger i form af støj fra sandfodringsskibe og arbejde med entreprenørmaskiner på stranden. De støjmæssige konsekvenser af kystbeskyttelsen er nærmere beskrevet i kapitel 20 *Befolkning og menneskers sundhed* samt bilag 2 *Støj og undervandsstøj*.

Støjkilderne, der indgår i projektet, er opgjort herunder for de aktiviteter der relaterer sig til støj over jorden.

Type	Effekt [L _{WA}]	Antal	Total effekt fra typen [L _{WA}]
Caterpillar CAT374 (Gravemaskine)	108	2	111
Caterpillar C9,3 227 kW (Dumper)	108	1	108
CAT D8 LGP 245 kW (Buldozer)	113	1	113
Multipurpose vessel	108	1	108
Self discharger / boxhold	111	1	111
Pipelines	110	1	110
TSHD Utrecht (Sandfodringsskib)	110	1	110
Fordelingsslanger	108	1	108
I alt	-	-	119,2

Tabel 3-10. Støjkilder for typisk materiel til brug i forbindelse med kystbeskyttelsen.

Sandfodringen vil på søterritoriet give anledning til støj under vandet, der kan påvirke dyr under vandet, hvilket beskrives i kapitel 14 *Fisk* samt kapitel 15 *Havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter*. Støjen fra skibe og andre aktiviteter er nærmere beskrevet i bilag 2 *Støj og undervandsstøj* og tager udgangspunkt i undersøgelser af undervandsstøj fra kendte sammenlignelige sandfodringsskibe.

3.8.4 Lys

Da sandfodringen ofte foregår i døgndrift, vil arbejdet medføre brug af arbejdslys og projektører på såvel skibe som entreprenørmaskiner. Synligheden vil være afhængig af vejrliget og kun på dage med meget god sigt, er det muligt at se lysene på meget stor afstand. På oplagspladser vil

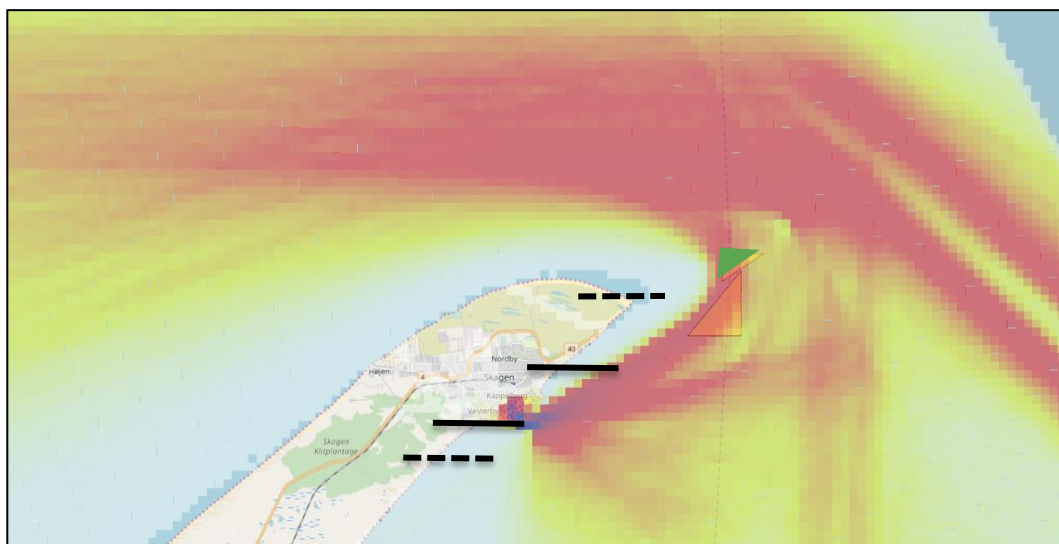
der udelukkende være belysning fra skurvogne eller fra kørende materiel, men ikke i form af arbejdslamper som ved egentlige byggepladser. Lyset vil derfor kun kunne ses ved aktivitet og i nær afstand af oplagspladserne.

3.9 Risiko for katastrofer og større ulykker

Risikoen for katastrofer og større ulykker i forbindelse med kystbeskyttelsen består primært i risikoen for skibskollisioner eller grundstødninger med sandfodringskibe, der kan medføre større olieudslip og personskafe eller i værste fald dødsfald. Der er derfor gennemført en analyse af skibstrafikken og risikoen for større ulykker, som er nærmere beskrevet i bilag 3 *Skibstrafik og risiko for større ulykker*. Desuden kan der være risiko for at støde på gammel ammunition og lignende, som kan være farlig.

3.9.1 Ulykker ved sandfodring

Figur 3-20 viser den eksisterende skibstrafik ud for kysten ved Skagen baseret på en analyse af AIS-data for en ti måneders periode fra november 2017 til og med august 2018. Farveskalaen indikerer antallet af skibe, der har passeret igennem en enkelt celle i perioden (lyseblå er lavest intensitet og rød er højest intensitet).



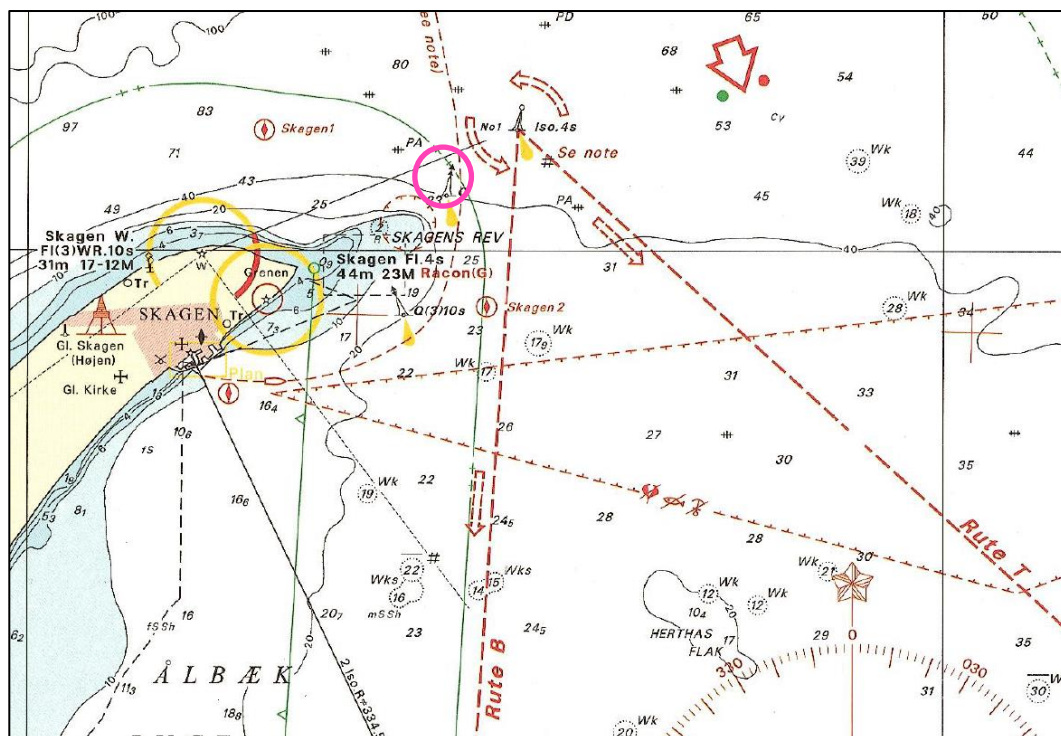
Figur 3-20. Trafikintensitetskort i farvandet ud for strækningen ved Skagen. Polygonerne i vandet er indvindingsområdet (grønt og øverst) og et fællesområde (gult og nederst). Strækningerne, der sandfodres ved Skagen, er kun de to beliggende mellem en stiplet og en fuldt optrukket streg.

Intensitetskortet på Figur 3-20 viser, at der sejler trafik til og fra Skagen Havn gennem indvindingsområdet samt ned langs kysten ind til indsejling til Skagen Havn. Størstedelen af skibstrafikken fra vest og ind i Kattegat og Østersøen sejler rundt om Skagen og kommer relativt tæt på indvindingsområdet og kysten. Som Figur 3-20 indikerer, identificeres tre skibsruter tæt ved indvindingsområdet: en rute ind til Skagen Havn samt to ruter øst for indvindingsområdet. Ruten fra nord og ind til Skagen Havn krydser indvindingsområdet med en trafikintensitet på ca. et skib i timen. Skibe ind og ud af Skagen Havn inkluderer store krydstogtskibe længere end 300 meter. Størstedelen består dog af små skibe som fiskerskibe og lystbåde.

Skibe større end 90 meter, der sejler ind til Skagen Havn fra nord, sejler ad en mere østlig rute, da de følger skibsruterne i Kattegat, navnlig rute B og T, der begynder netop nord for Skagens gren og er to ruter omtalt og identificeret i Figur 3-20 og tydeligt markeret på søkortet Figur

3-21.⁹ Indgangen til skibsruterne er en nordbøje, der er markeret på et søkort, se lyserød ring på Figur 3-21. Store skibe er tvunget til at sejle nord om nordbøjen og ind i Kattegat via rute B eller T, da der i området lige syd for nordbøjen, inklusive indvindingsområdet, er lav vanddybde på mindre end ti meter.

Sandfodrings-skibene skal sejle mellem kysten ved Skagen og indvindingsområdet markeret med grønt i Figur 3-20. Når sandfodrings-skibet losser syd for Skagen Havn, sejler det forbi havnens indsejling, hvorfra det møder trafik af to til tre skibe i timen.



Figur 3-21. Søkort for Kattegat omkring Skagen. Markeret med en lyserød ring er den i teksten omtalte nordbøje. Reproduceret med tilladelse fra ©Geodatastyrelsen – 320-0147.

Tabel 3-11 viser antallet af skibslaster hen over perioden for den planlagte kystbeskyttelse ved gennemførelse af en kampagne i hhv. eksempel 1 og 2, se afsnit 3.5.

Fodringsmængde, m ³	Antal laster	
	Lastekapacitet 2.000 m ³	Lastekapacitet 6.000 m ³
300.000	214	67
120.000	86	27
60.000	43	13

Tabel 3-11. Estimerede antal laster ved gennemførelse af forskellige kampagner og med forskellige skibe.

Heraf fremgår det, at der vil være ekstra skibstrafik til og fra det marine råstofindvindingsområde, og at antallet af ture afhænger af fodringsmængde samt skibenes lastekapacitet. Jo større last, jo færre ture.

⁹ Søfartsstyrelsen, 2017, Navigation Through Danish Waters version 12, <http://www.dma.dk/Publikationer/Sider/default.aspx?Emne=Navigation>

Når et sandfodringskib forlader indvindingsområdet for at sejle mod land for at losse sand følges de almindelige søfartsregler som gælder for skibstrafik i området. Der vil være god plads til, at sandfodringsfartøjet og øvrige fartøjer kan manøvre i forbindelse med deres sejlads. Dermed er der risici, der er forbundet med sejladsen på niveau med risikoen for den øvrige skibstrafik i danske og internationale farvande. Det vurderes videre, at der gode muligheder for undvigemanøvrer de steder, sandfodringskibene sejler, hvis det skulle blive nødvendigt.

Sandfodringskibe er designet til at manøvre og operere på meget lavt vand, og grundstødning vil derfor generelt meget sjældent forekomme¹⁰. Sandfodringskibene går kun tæt på kysten i godt vejr uden høje bølger eller kraftig vind, da de skal ligge på meget lav vanddybde, når sandfodringen sker. I tilfælde af at et sandfodringskib får motorstop, mens der foretages sandfodring, vil der derfor være gode forhold for opankring af skibet inden en grundstødning med kysten eller en hofde, og i de fleste tilfælde vil besætningen få startet motoren igen efter kort tid.

Ved længere tids motorstop kan slæbebåde rekvireres til at slæbe sandfodringskibet til havn, så motoren kan blive repareret. Desuden vil grundstødning mod havbunden i langt de fleste tilfælde ikke medføre væsentlige skader på skibets bund og sider, da havbunden i de fleste områder består af sand. Grundstødning mod hofder kan i sjældne tilfælde føre til udslip af bunkerolie fra sandfodringskibet.

Risikoen fra større ulykker under sandfodring, med udslip af bunkerolie, vil som resultat af ovenstående være ubetydeligt. Hvis en ulykke til søs fører til udslip af bunkerolie, vil miljøskibe blive tilkaldt hurtigst muligt for at inddæmme ulykken og begrænse konsekvenserne af et olieudslip. Forsvaret råder over tre miljøskibe med base i Frederikshavn¹¹, der vil træde til relativt hurtigt, hvis ulykken sker.

Ueksploderet ammunition

Såfremt der i forbindelse med kystbeskyttelsesarbejdet konstateres rester af ammunition eller lignende, der kan være farlige (UXO – Unexploded Ordnance), skal arbejdet straks indstilles, og der skal tages kontakt til Forsvarets Operationscenter, jf. BEK 1351 af 29. november 2013 § 14 om sejladssikkerhed ved entreprenørarbejde og andre aktiviteter mv. i danske farvande. Herved minimeres risikoen for sprængulykker.

¹⁰ Shallow water: a benchmark for hopper dredgers (with reference to ID24 of CEDA2005), A. de Jager, senior naval architect, IHC Holland Dredgers, Ports and Dredging, publiceret af IHC Holland, 2006, E166.

¹¹ Forsvaret, 2019, Søværnets skibe, https://www2.forsvaret.dk/viden-om/materiel/sovaernets_materiel/miljoskibe/Pages/Miljoeskibe.aspx

4. ALTERNATIVER TIL PROJEKTET

I det følgende beskrives de rimelige alternativer til den planlagte kystbeskyttelse, som er fremkommet gennem høringen, og som bygherre i øvrigt har overvejet. Det drejer sig om følgende alternativer:

- Hård kystbeskyttelse, herunder en kombination af sandfodring og hård kystbeskyttelse.
- Nye eller alternative metoder til kystbeskyttelse bl.a. baseret på seneste forskning.

Alternativer til den planlagte kystbeskyttelse skal være rimelige og sat i forhold til projektets formål, der er beskrevet i *Projektbeskrivelse* i kapitel 3. EU-vejledningens kapitel 1.5¹² beskriver, at alternativer kan omfatte projektdesign, teknologivalg, placering, omfang eller skala. Det fremgår herudover, at det kun er de rimelige alternativer, der skal medtages som egentlige alternativer i miljøkonsekvensrapporten til sammenligning med projektet i forhold til miljømæssige konsekvenser.

Et alternativ skal for at være rimeligt være relevant for det foreslåede projekt og dets formål og tilhørende specifikke karakteristika. Alternativet skal derfor kunne opnå det vurderede projekts formål på en tilfredsstillende måde og være gennemførligt ud fra tekniske, økonomiske, politiske eller andre kriterier. Alternativer kan, jf. EU-vejledningen, være begrænset i form af gennemførlighed. Et alternativ bør ikke fravælges alene, fordi det er til ulejlighed eller udgør en øget udgift for bygherre. Et alternativ kan dog være så dyrt eller teknisk eller juridisk kompliceret, at det ikke vil være rimeligt at antage det som et gennemførligt alternativ.

De rimelige alternativer skal jf. vejledningen først identificeres, hvilket kan ske ved en individuel gennemgang, der foretages i det følgende.

4.1 Vurdering af alternativer

Rimelige alternative kystbeskyttelsesmetoder er metoder med samme effekt, som de der er udvalgt i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen i perioden 2020-24. Metoderne skal derfor være ligeså effektive, og så vidt muligt være inden for samme økonomiske ramme. Desuden skal de kunne opfylde målsætningen om årlig maksimal kysttilbagerykning, som beskrevet i afsnit 3.2. Det betyder, at følgende kræves for alternativerne:

- Kan gennemføres i projektperioden 2020-24.
- Kan understøtte de eksisterende faste anlæg til kystbeskyttelse, så de ikke yderligere svækkes.
- Ikke medfører utilsigtede påvirkninger af nabostrækninger, der ligger uden for fællesaftales-trækningen.
- Opretholder et naturligt kystprofil og dermed en naturlig strandbredde.
- Kan opfylde de hensyn der i øvrigt skal tages ifølge formålsparagraffen i kystbeskyttelsesloven.

For at vurdere, om der findes rimelige alternative metoder, er der i det følgende gennemgået en række forskellige metoder til kystbeskyttelse. Metodernes fordele og ulemper, og deres egnethed og evne til at sikre opfyldelse af de målsætninger, der er opstillet for den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen vurderes.

¹² European Commission, 2017, Environmental Impact Assessment of Projects, Guidance on the preparation of the Environmental Impact Assessment Report, p. 51, http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA_guidance_EIA_report_final.pdf

Metoderne kategoriseres i det følgende i:

- Hård kystbeskyttelse
- Blød kystbeskyttelse
- Kombination af hård og blød kystbeskyttelse
- Dræn i strandplanet

De alternative kystbeskyttelsesmetoders virkning, egnethed, samt fordele/ulemper er beskrevet med udgangspunkt i "Kystdirektoratets vejledning om kystbeskyttelsesmetoder"¹³.



Figur 4-1. Eksisterende kystbeskyttelse ved Skagen¹⁴.

¹³ Kystdirektoratet, 2018, Veiledning om kystbeskyttelsesmetoder

¹⁴ Kystdirektoratet, Kystatlas, 2019, <http://kms.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=8669133b3f4842b7a9a19fb24b08ffd5>

4.1.1 Etablering af ny hård kystbeskyttelse

Som det fremgår af Figur 4-1, findes der allerede i dag hård kystbeskyttelse på en større del af strækningen i form af bl.a. høfder, skråningsbeskyttelse og bølgebrydere. De beskrevne alternativer skal dermed betragtes som et supplement til de eksisterende anlæg. Hård kystbeskyttelse kan derfor sjældent stå alene og skal suppleres med f.eks. sandfodring.

I forbindelse med beskrivelsen af den hårde kystbeskyttelse er det vigtigt at påpege, at på strækninger med hård skråningsbeskyttelse, som for eksempel stenkastninger op ad klitterne, forsvinder stranden langsomt foran skråningsbeskyttelserne, og adgangen for befolkningen langs med kysten begrænses. Samtidig underminerer bølgerne skråningsbeskyttelsen efterhånden, som stranden forsvinder. Det samme gør sig gældende for f.eks. høfder, der over tid bliver bagskåret ved læsideerosion, hvilket vil sige, at de på grund af kystens erosion og den manglende tilførsel af sand mister kontakten til kysten og dermed delvist mister deres funktion.

Kunstige rev og revler af sten eller betonblokke

Kunstige rev kan etableres som bl.a. nedsænkede stenkastninger eller sandsække. Kystbeskyttelseeffekten herfra er sammenlignelig med effekten fra naturlige sandrevler, hvor de højeste bølger brydes, så strøm, og sedimenttransport (både den langsgående og tværgående), reduceres. Resultatet heraf bliver sandaflejring umiddelbart inden for revet. Fordele og ulemper ved etablering af kunstige rev og revler af sten eller betonblokke er vurderet herunder.

Kunstige rev/revler af sten eller betonblokke	
Fordele	Ikke synlige fra land og skæmmer derfor ikke landskabet. Afhængig af vanddybden over revet samt bredden af revet kan de kunstige rev medføre en meget effektiv bølgedæmpning og dermed kystbeskyttelse. Herudover kan de i visse tilfælde have en stor økologisk/rekreativ værdi, da revet kan anvendes som habitat for fisk samt til dykning.
Ulemper	Ofte er de kunstige rev ikke synlige fra havoverfladen, hvorfor der kan være behov for afmærkning. Herudover medfører de kunstige rev et behov for løbende vedligehold, og der kan forekomme læside-erosion nedstrøms revet og potentielt forstejling af kystprofilen søværts for. Kunstige rev vil derudover ikke hindre, at der sker akut erosion på kysten, som efterfølgende ikke kan "repareres", hvilket er muligt ved sandfodring. Løsningen er derfor ikke fleksibel i forhold til problemer med akut erosion.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Kunstige rev er i forhold til projektets formål ikke et reelt alternativ til kystbeskyttelse med sandfodring, da der vil være en læside-erosion, søværts forstejling af kystprofilen og metoden er ufleksibel i forhold til udbedring af kyst og klitter efter akut erosion. Alternativet er ikke rimeligt, da det ikke vurderes at kunne etableres, hvis målsætningen skal opfyldes på den samlede strækning, og de eksisterende høfder skal bevare deres funktion. Løsningen indeholder ingen metode til at udbedre skader på klit og strand efter storm.

Tabel 4-1. Vurdering af kunstige rev/revler af sten eller betonblokke.

Kystnære bølgebrydere samt strandbølgebrydere

Bølgebrydere, ofte bestående af brudsten eller betonelementer, etableres parallelt med kysten enten kystnært (kystnære bølgebrydere) eller på selve stranden (strandbølgebrydere) med henblik på at nedsætte sandtransporten landværts for bølgebryderen, eller med henblik på at fastholde kystlinjen. Bølgebryderne fanger en del af den langsgående sandtransport, så sandet aflejres landværts for bølgebryderen. Den reducerede langsgående sandtransport nedstrøms vil dog ofte medføre nedstrøms-erosion, afhængig af netto-transporten på den pågældende kyststrækning. Fordele og ulemper ved etablering af kystnære bølgebrydere og strandbølgebrydere er vurderet herunder.

Kystnære bølgebrydere samt strandbølgebrydere	
Fordele	Bølgebrydere kan medføre en effektiv bølgebrydning og tilbagehold af sand (naturligt forekommende eller tilført). Desuden dannes et bølgebeskyttet område for badende, såfremt bølgebryderne placeres i en vis afstand fra kysten.
Ulemper	Bølgebryderne er synlige ved lavere vandstande (kystnære bølgebrydere) samt ved placering på stranden (strandbølgebrydere). Dog kræves der ofte afmærkning, såfremt de ikke er synlige ved højvande. Desuden kan de kystnære bølgebrydere forårsage lokale strømme til fare for badende. Herudover forekommer der læside-erosion, hvis bølgebryderne placeres tæt ved kysten, og det er desuden sandsynligt, at der søvæerts for bølgebryderne kan opstå forstøjning af kystprofilen. Bølgebrydere som eneste kystbeskyttelsesmetode vil ikke give mulighed for, at der kan ske en "reparation" af stranden eller klitter efter en storm.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Udbygning af de eksisterende bølgebrydere er i forhold til projektets formål ikke et reelt alternativ til kystbeskyttelse med sandfodring på strækningen ved Skagen, da der vil opstå læside-erosion samt søvæerts forstøjning af kystprofilen og ændring af strandens visuelle udtryk. Desuden fravælges alternativet, da løsningen er ufleksibel efter en storm, da der ikke sker udbedring af skader på klitter.

Tabel 4-2. Vurdering af lange kystnære lave bølgebrydere samt strandbølgebrydere.

Høfder

Høfder, ofte bestående af sten eller betonblokke, opføres vinkelret på kysten med henblik på at bremse erosionen i form af nedbrydning fra havet i det kystnære profil. Herved opfanges en del af sedimentet, som aflejres opstrøms på høfdens luvside, så det reducerer kysttilbagerykningen. Kysttilbagerykningen stoppes dog normalt ikke helt ved etablering af høfder, og der vil desuden opstå læside-erosion. Afstanden mellem høfderne afhænger af høfdernes længde og bølgenes fremherskende indfaldsvinkel.

Høfder	
Fordele	Høfderne opfanger delvist strand- eller kystnær langsgående ral- og sandtransport og skaber derved en savtakket kystformation.
Ulemper	Høfderne forårsager læsideerosion ved, at materiale under storm føres fra stranden ud forbi høfderne til større vanddybde, hvorfra materialet ikke føres tilbage til stranden efter storm. Læsideerosion kan dog delvist afhjælpes ved brug af kortere høfder – med reduceret effekt til følge. Passage langs stranden vanskeliggøres, da det ofte er nødvendigt at forlænge høfdernes ender ind mod land for at undgå bagskæring. Det skal desuden nævnes, at høfderne kan medvirke til farlige strømme for badegæster samt søvæerts forstøjning af kystprofilen. Der vil desuden opstå læsideerosion efter ophør af høfdegruppen.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Udbygning samt eventuel forlængelse af eksisterende høfder er i forhold til projektets formål ikke et reelt alternativ til kystbeskyttelse med sandfodring, da der vil være en læside-erosion samt søvæerts forstøjning af kystprofilen, ændring af strandens visuelle udtryk og forringede muligheder for befolkningens passage. Endvidere er løsningen ufleksibel, da den ikke giver mulighed for, at der kan ske udbedring af skader på klitter efter storm.

Tabel 4-3. Vurdering af høfder.

Klitfodsbeskyttelse med sten, betonelementer eller asfaltkompositter

Klitfodssikring (skråningsbeskyttelse) etableres foran og opad klit med henblik på at bremse nedbrydning af den naturlige højvandsbarriere. Skråningsbeskyttelsen reducerer den naturlige erosion, men stopper den ikke.

Klitfodsbeskyttelse	
Fordele	Skråningsbeskyttelse ved eksisterende klitter bidrager til en effektiv forstærkning af klitfod mod erosion. Anlæggene kan desuden, om ønsket, skjules med tilført sand, hvis der eksisterer eller vedligeholdes en forholdsvis bred forstrand.
Ulemper	Skråningsbeskyttelsen kræver vedligehold samt forstrandsbeskyttelse med fodring på udsatte kyster eller kræver design for erosion af forsiden ud til stor dybde. Desuden vil etableringen af skråningsbeskyttelsen påvirke kystens frie udfoldelse ved, at sedimentkilden fra klitten fastlåses, hvilket kan medføre læsideerosion og reduktion af strandbredden samt søvæerts forstøjning af kystprofilen.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Udbygning af eksisterende skråningsbeskyttelse er i forhold til projektets formål ikke et reelt alternativ til kystbeskyttelse med sandfodring, da der vil være en læside-erosion samt søvæerts forstøjning af kystprofilen og ændring af strandens visuelle udtryk og bredde.

Tabel 4-4. Vurdering af klitfodsbeskyttelse.

Havdiger

Havdiger, opbygges med en kerne af sand og/eller ler samt et muldlag med græs. De beskytter baglandet mod oversvømmelse fra havet og er normalt en del af et overordnet højvandsbeskyttelsessystem. Et havdige placeres ofte tilbagetrukket fra kystlinjen, så området foran diget har en beskyttende effekt imod erosion fra bølger. Ofte kræves dog beskyttelse af digefoden i form af f.eks. sandfodring eller fodsikring med sten. Etablering af havdiger alene vil ikke beskytte kysten mod tilbagerykning.

Havdiger	
Fordele	Havdiger medfører effektiv beskyttelse mod stormflod samt oversvømmelse af bagland.
Ulemper	Havdigerne er dyre i anlæg, og ændrer kystens karakter samt hindrer udsyn fra baglandet. Desuden vil etablering af digerne ikke medføre en selvstændig beskyttelse mod kysttilbagerykning, og derfor kræves ofte kombination med andre typer af både hård og blød kystbeskyttelse, hvis kysttilbagerykningen ønskes bremset.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Etablering af nye havdiger vil ikke i sig selv medføre beskyttelse mod kysttilbagerykning, og der vil derfor være behov for samtidig sandfodring eller kombination med andre typer af hårde kystbeskyttelses anlæg.

Tabel 4-5. Vurdering af havdiger.

Kunstigt anbragt naturlig vegetation (eller plast simili) tæt på kysten

Etablering af vegetation på kysten kan medføre en øget erosionsbeskyttelse fra bølger og vind, fordi vegetationen er med til at holde på sandet.

Kunstigt anbragt naturlig vegetation (eller plast simili) tæt på kysten	
Fordele	Kunstigt anbragt vegetation kan have en rekreativ værdi og kan i kombination med andre typer af kystbeskyttelsesmetoder medføre en effektiv kystbeskyttelse mod erosion fra vind og bølger.
Ulemper	Det kan være vanskeligt at fastholde vegetationen på højenergikyster, og det vurderes at vegetationen ikke kan stå alene ift. beskyttelsen imod kysttilbagerykning.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Kunstigt anbragt naturlig vegetation vil ikke i sig selv medføre tilstrækkelig beskyttelse mod kysttilbagerykning, og der vil derfor være behov for samtidig sandfodring (se afsnit 4.1.4) eller kombination med andre typer af hårde kystbeskyttelses anlæg. Løsningen vil ikke opfylde projektets formål herunder opnåelse af samme målsætning indenfor projektets tidshorisont (dvs. kravet til maksimal årlig kysttilbagerykning allerede det første år af perioden).

Tabel 4-6. Vurdering af kunstigt anbragt naturlig vegetation (eller plast simili) tæt på kysten.

Kystnære havvindmøller og bølgeenergianlæg

Flere videnskabelige studier har undersøgt mulighederne for at dele omkostninger mellem energiproduktion fra vedvarende energikilder (vind og bølger) med kystbeskyttelse^{15,16}. Ideen er at absorbere en større del af bølgeenergien tæt ved kysten på samme måde som ved kystnære bølgebrydere.

Kystnære havvindmøller/bølgeenergianlæg	
Fordele	En del af bølgeenergien kan muligvis absorberes, før bølgerne rammer kysten. Herved kan erosionen teoretisk set blive reduceret.
Ulemper	Meget begrænset kystbeskyttelseseffekt og kan for nogle betragtes som visuelt forstyrrende. Desuden lukkes bølgeenergianlæggene ofte ned under storm, hvormed kystbeskyttelseseffekten kraftigt reduceres.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Kystnære vindmøller eller bølgeenergianlæg vil ikke i sig selv medføre tilstrækkelig beskyttelse mod kysttilbagerykning, og der vil derfor være behov for samtidig sandfodring (se afsnit 4.1.4) eller kombination med andre typer af hårde kystbeskyttelses anlæg. Løsningen vil ikke opfylde projektets formål herunder opnåelse af samme målsætning indenfor projektets tidshorisont (dvs. kravet til maksimal årlig kysttilbagerykning allerede det første år af perioden), samt fastholdelse af kystens naturlige udtryk.

Tabel 4-7. Vurdering af kystnære havvindmøller/bølgeenergianlæg.

¹⁵ J. Abanades, D. Greaves, G. Iglesias, 2014, Coastal defence through wave farms, Coastal Engineering

¹⁶ B. Cooper & F. Beiboer, 2002, Potential effects of Offshore Wind Developments on Coastal Processes

4.1.2 Bløde kystbeskyttelsesmetoder

Fordele og ulemper ved alternative "bløde" kystbeskyttelsesmetoder er beskrevet i det følgende.

Depotfodring

Ved etablering af en "depotfodring" eller "sandmotor", placeres der en større mængde sand på kysten. Mængden af sand i depotfodringen modsvarer den mængde sand, som vil blive ført væk fra kysten gennem en længere årrække af den langsgående sandtransport. I løbet af en længere periode vil den naturlige sedimenttransport fordele sandet langs kysten i transportretningen. Efterhånden som sandet fordeler sig, vil det udgøre en effektiv erosionsbeskyttelse, men processen vil ofte tage lang tid. Metoden kendes bl.a. fra Holland¹⁷.

Depotfodring	
Fordele	Der tilføres naturligt forekommende materiale, hvormed kystbeskyttelsen består i at opretholde sandbudgettet. Arbejdet med udlægning af sandmotoren begrænser sig til at foregå på én lokalitet.
Ulemper	Der forekommer stort sedimentspild ved udlægning af sandet, og sikkerheden for at sandet kommer en specifik lokalitet til gode, er mere usikker, jo længere væk fra depotfodringen, lokaliteten findes. Herudover forekommer der en vis forsinkelse mellem etableringen af depotfodringen og kystbeskyttelseseffekten nedstrøms. Ofte er der behov for kombination med kystnær fodring eller strandfodring på strækninger, hvor der opstår et akut behov for at udbedre kyst og klitter efter en storm. Depotfodring vil ændre kystens udtryk markant i det pågældende område
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Etablering af en depotfodring er ikke et reelt alternativ som anvendelse til kystbeskyttelse ved Skagen, da depotfodringens virkning først forekommer efter en periode, hvorfor der kan opstå behov for sideløbende sandfodring (se afsnit 4.1.4) for at imødekomme en akut erosion af kysten f.eks. i forbindelse med en storm, hvilket vil medføre, at målsætningen i starten af perioden ikke kan opretholdes. Alternativet er ikke rimeligt, da det ikke vurderes at kunne opfylde projektets formål, herunder opnåelse af samme målsætning inden for projektets tidshorisont (dvs. kravet til maksimal årlig kysttilbagerykning allerede det første år af perioden) samt fastholdelse af kystens naturlige udtryk, da en depotfodring markant vil ændre kystens naturlige udtryk i det pågældende område.

Tabel 4-8. Vurdering af depotfodring.

Kunstig raltilførsel

Sten og ral forekommer typisk naturligt på erosionskyster, som består af moræne eller kridt. Ral danner højtliggende ralvolde, som udgør en form for naturlig beskyttelse. Kunstig tilførsel af ral på kyster, hvor det ikke er naturligt forekommende, vil virke beskyttende mod den naturlige erosion fra bølger og vind, fordi der skal større energi til at flytte ral end sand.

Kunstig raltilførsel	
Fordele	Ral tilført strandplanet har større erosionsmodstand sammenlignet med sand, da det skal mere bølge- og vindenergi til at flytte ral.
Ulemper	Af rekreative hensyn er ral ofte ikke at foretrække, da det markant vil ændre kystens naturlige karakter. Desuden ændres sedimentsammensætning, hvilket kan være til gene for biologien i området. En anden ulempe ved anvendelsen af ralfodring kan være, at der kan opstå læside-erosion og forstejling af kystprofilet, hvormed der kan opstå behov for kompensationsfodring.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Ral-fodring er ikke et reelt alternativ som anvendelse til kystbeskyttelse ved Skagen, da der primært er tale om sandstrande på strækningen. Kystdirektoratet har desuden ikke tilladelse til at indvinde ral.

Tabel 4-9. Vurdering af kunstig raltilførsel.

¹⁷ Zuid-Hollands Landschap, www.zuidhollandslandschap.nl

4.1.3 Dræn i strandplanet

Vurdering af anvendelse af dræn i strandplanet er beskrevet i det følgende

Drænrør i strandplanet, tilknyttet sugepumpe til sænkning af grundvandsspejl

Det aktive kystdræn fungerer ved at sænke grundvandstrykket og bortdræne vand fra stranden. Der installeres et dræn, som forbindes til en sugepumpe, hvilket stabiliserer sandet på grund af det nedadrettede sug. Desuden vil drænet medføre, at der potentielt kan opbygges en mindre lokal sandpude, som til en vis grad virker beskyttende for kysten.

Drænrør i strandplanet, tilknyttet sugepumpe for sænkning af grundvandsspejl	
Fordele	Isoleret set vil der ved anvendelse af det aktive kystdræn alene ikke tilføres noget ekstra materiale til kysten, så strandplanet til et vist niveau bevarer sit naturlige udtryk samt kornsammensætning.
Ulemper	Metoden har en meget lav virkningsgrad under f.eks. storm, hvor langt størstedelen af kysterosionen forekommer. Metoden medfører desuden læsideerosion.
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Dræn i strandplanet med sugepumpe er ikke et reelt alternativ som anvendelse til kystbeskyttelse ved Skagen, da det ikke vil medføre en beskyttelse mod akut erosion. Alternativet er ikke rimeligt, da det ikke opfylder projektets formål med opnåelse af samme målsætning for kyststrækningen inden for projektets tidshorisont.

Tabel 4-10. Vurdering af drænrør i strandplanet, tilknyttet sugepumpe for sænkning af grundvandsspejl.

Drænrør i strandplanet

Metoden indebærer installation af drænrør i strandplanet, hvor drænrørene ikke er forbundet med aktive sugepumper. Metoden har i tidligere kontrollerede forsøg i Danmark ikke vist signifikant virkning, men der er på finansloven afsat midler til at undersøge konceptet yderligere, og derfor afventes det, om metoden fremadrettet kan indgå i miljøvurderingerne som en alternativ kystbeskyttelsesmetode.

Drænrør i strandplanet	
Fordele	Det er endnu uklart, om metoden har effekt, hvilket undergår nærmere forsøg.
Ulemper	
Vurdering	Løsningen er fravalgt: Dræn i strandplanet uden sugepumpe er ikke et reelt alternativ som anvendelse til kystbeskyttelse ved Skagen, da der stadig foretages forsøg, der skal eftervise metodens effektivitet.

Tabel 4-11. Vurdering af drænrør i strandplanet.

4.1.4 Kombineret hård og blød kystbeskyttelse

Som nævnt i afsnit 4.1.1 opstår der ved etablering af hård kystbeskyttelse ofte et behov for at supplere med sandfodring (blød kystbeskyttelse). Der forekommer derved en gevinst ved samspillet mellem hård kystbeskyttelse og blød kystbeskyttelse, hvor den bløde kystbeskyttelse bidrager til reduktion af nedstrøms-effekter samt kystforstøjning, mens de hårde anlæg bidrager til at reducere tilbagerykningen af kysten ved reduktion af sandtransporten lokalt. Herudover virker den hårde kystbeskyttelse i form af f.eks. skråningsbeskyttelse som en ekstra sikkerhed imod oversvømmelse ved akut erosion.

Jf. Figur 4-1 forekommer der allerede i dag hårde kystbeskyttelses anlæg langs kyststrækningen ved Skagen, og der gennemføres blød kystbeskyttelse som supplement hertil. Der gennemføres derfor allerede en kombineret blød og hård kystbeskyttelse.

Kombineret hård og blød kystbeskyttelse	
Fordele	Metoden modvirker den kroniske erosion samt virker som sikkerhed mod oversvømmelse og akut erosion
Ulemper	Hård kystbeskyttelse udgør et kunstigt element og ændrer kystens naturlige udtryk. Desuden kan hård kystbeskyttelse forårsage lokale strømme til fare for badende. Herudover forekommer der læside-erosion nedstrøms konstruktionerne, og det er desuden sandsynligt, at der søværts for konstruktionerne kan opstå en forstejling af kystprofilen. Herved øges behovet for supplerende blød kystbeskyttelse i form af sandfodring. Ved blød kystbeskyttelse (sandfodring) forekommer et sedimentspild ved anlægsfasen, og sikkerheden for, at sandet kommer en specifik lokalitet til gode, er mere usikkert, jo længere væk fra fodringen, lokaliteten findes.
Vurdering	Løsningen anvendes allerede på strækningen i det omfang, der er foreneligt med projektets formål. Der vurderes ikke at være behov for en yderligere udbygning af den hårde kystbeskyttelse, da blød kystbeskyttelse i sig selv kan opfylde projektets formål.

Tabel 4-12. Vurdering af kombineret hård og blød kystbeskyttelse.

4.1.5

Rimelige alternativer

Metoder til kystbeskyttelse, der kan udgøre rimelige alternativer, skal leve op til samme målsætning om årlig kysttilbagerykning, som de metoder, der er valgt i forbindelse med projektets gennemførelse.

På grundlag af gennemgangen af alternativer er det vurderet, at der ikke forekommer rimelige alternativer til de sandfodringsmetoder, der allerede indgår i den planlagte kystbeskyttelse. De belyste alternativer er fravalgt som rimelige alternativer, og miljøkonsekvensrapporten undersøger derfor alene miljøpåvirkninger ved de metoder, der tidligere er beskrevet i projektbeskrivelsen som en del af den planlagte kystbeskyttelse i henhold til kystbeskyttelsens formål og givne tidshorisont.

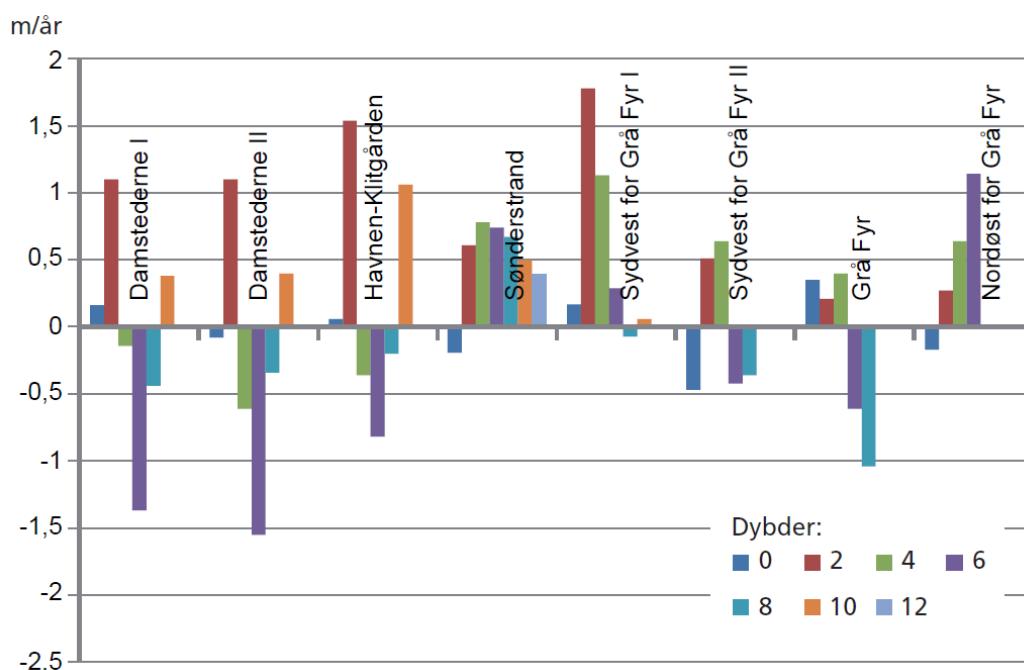
5. 0-ALTERNATIV

Ved miljøvurderingen af den planlagte kystbeskyttelse sammenlignes miljøpåvirkningerne, jf. miljøvurderingslovens bilag 7 punkt 3¹⁸, med den situation (0-alternativet), der vil opstå, hvis der ikke gennemføres kystbeskyttelse ved Skagen i perioden 2020-24. Det betyder, at strækningen ved Skagen i 0-alternativet vil udvikle sig naturligt med en række konsekvenser til følge, som analyseres og beskrives nærmere. I analysen og vurderingen tages der udgangspunkt i worst-case betragtninger.

5.1 Kystudvikling

Den nordøstlige del af strækningen fra omkring Gl. Fyr ud mod Grenen er en naturlig tilbagerykningskyst, som er styret af den overordnede udvikling af spidsen af Skagens Odde. Desuden har etablering og senere udvidelser af Skagen Havn medført lokale ændringer af kystudviklingen med luvsidaeflejrning umiddelbart nordøst for havnen og læsideerosion sydvest for havnen ned forbi Damstederne.

Den gennemsnitlige kystudvikling på hver delstrækning ved Skagen er vist i Figur 5-1 på vanddybder fra 0 – 12 meter. Som det fremgår af figuren, forekommer der en tilbagerykning på op til 0,5 m/år ved kote 0.



Figur 5-1. Gennemsnitlig udvikling af kystlinje og dybdekurver i perioden 1990-2016 (for kystlinjen og to meter dybdekurven dog 1998-2016). Positive værdier viser tilvækst.¹⁹

Jf. *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3 sker kystbeskyttelsen i dag ved anvendelse af sandfodring i kombination med eksisterende hård kystbeskyttelse. Såfremt sandfodringen ophører, vil der ske en tilbagerykning af kystlinjen og klitterne (og desuden en naturlig nedslidning af den hårde kystbeskyttelse). Uden gennemførelse af den nævnte kystbeskyttelse i projektbeskrivelsen i perioden 2020-24 vil kysttilbagerykningen ved Skagen være mellem 0 – 0,5 m/år.

¹⁸ Miljø- og Fødevarerministeriet, Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), LBK nr. 973 af 25/06/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/973>

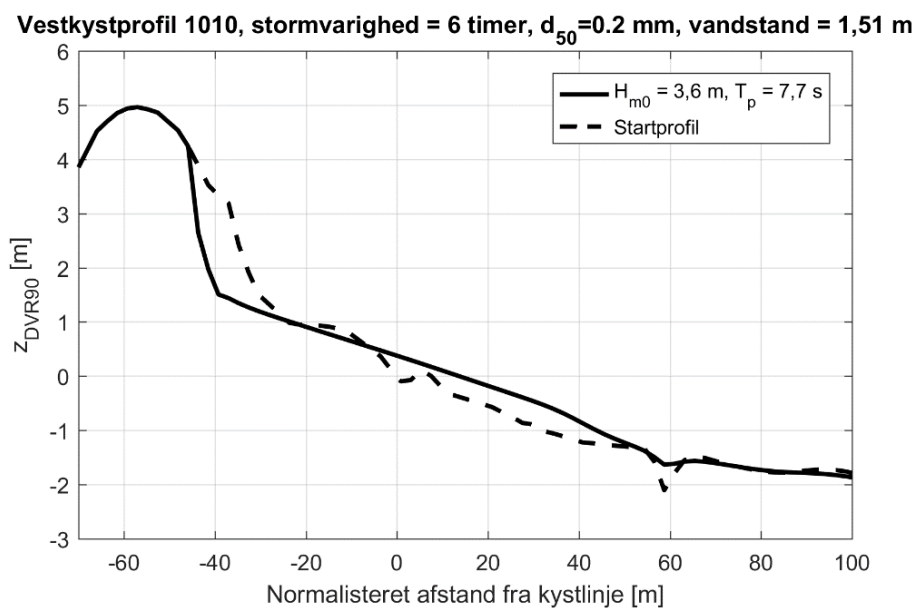
¹⁹ Kystdirektoratet. (2018). Fællesaftalestrækningen ved Skagen - status på kystudviklingen.

Udover den gennemsnitlige årlige tilbagerykning af kysten kan der forekomme en akut tilbagerykning af kystlinjen under storm, og jf. Kystdirektoratets kystatlas defineres strækningen ved Skagen som værende følsom overfor "stor akut erosion", se figur 5-2.



Figur 5-2. Følsomhed overfor akut erosion på strækningen ved Skagen, jf. Kystdirektoratets kystatlas.²⁰

Der foreligger umiddelbart ingen oplysninger om størrelsen af den akutte erosion ved Skagen under storm, og derfor er der til nærværende vurdering af 0-alternativet udarbejdet en modelsimulering til klarlægning af den akutte erosion. For nærmere oplysninger om modelsimuleringen se bilag 4 *Sedimentation, hydraulik og morfologi*. Resultatet fra modelsimuleringen kan ses i Figur 5-3, hvoraf det fremgår, at den akutte kysttilbagerykning kan være op til ca. 15 meter.



Figur 5-3. Simuleret akut kysttilbagerykning ved Skagen under en 100 års stormhændelse.

²⁰ Kystdirektoratet. (2019). Kystdirektoratets Kystatlas. Hentet fra <http://kms.maps.arcgis.com>

5.2 Forudsætninger og metoder

Ved vurderingen af 0-alternativets konsekvenser er der fastlagt en række forudsætninger og antagelser, som omfatter følgende:

- Til 0-alternativet anvendes en akut erosion på 15 meter i år 2024, baseret på modelsimulering.
- Den løbende udvikling af kystlinjens beliggenhed tager udgangspunkt i Kortforsyningens højdemodel fra 2015 og til nærværende analyse anvendes en gennemsnitlig kysttilbagetrækning på op til 0,5 m/år, jf. figur 5-1.
- Der tages udgangspunkt i en 100 års stormhændelse (dvs. 100 års vandstand sammenfaldende med 100 års bølgeforhold, hvilket er konservativt).
- Den anvendte højvandstand ved Skagen gælder for en 100 års stormhændelse, baseret på Kystdirektoratets højvandstandsstatistik²¹, dvs. en 100 års vandstand på 1,51 meter.
- Analysen for 0-alternativet omfatter det potentielle omfang af oversvømmelser i de områder, som ligger lavere end vandstanden ved 100 års stormhændelsen, og hvor der er en potentiel risiko for, at der kan opstå brud i klitter.
- Der er ikke inkluderet potentielle effekter fra opstuvning af vand i vandløb i baglandet.
- Der er ikke inkluderet potentielle effekter fra klimaændringer og landhævning/sænkning, da de forventes at være meget begrænsede i perioden.

5.2.1 Strækninger med skråningsbeskyttelse

Skråningsbeskyttelse ved klitter reducerer erosion af højvandsbeskyttelsen, men der opstår problemer, hvis stranden foran skråningsbeskyttelsen bliver så lav, at bølger og strøm lokalt bortoderer sand ved foden af skråningsbeskyttelsen, hvormed der potentielt kan forekomme underminering og kollaps.

Kystdirektoratet anslår, at skråningsbeskyttelsen ved Skagen har bundkote i -1, og at den ikke umiddelbart er designet med en beskyttelse i bunden. Desuden er konstruktionerne oprindeligt designet baseret på en 50 års situation med forskellige kombinationer af bølger og vandstand. Det anslås endvidere, at skråningsbeskyttelsen kollapse såfremt højden af stranden foran er lavere end kote +0,3, hvilket svarer til en strandbredde på ca. otte meter (baseret på den omtrentlige strandhældning på kyststrækningen). Kollaps af skråningsbeskyttelsen antages derfor at forekomme, hvis strandbredden foran konstruktionen er mindre end otte meter.

Efter et kollaps af skråningsbeskyttelsen antages det, at den teoretiske naturlige klittilbagerykning vil forekomme på strækningen. Baggrunden for antagelsen er, at strandens bredde reduceres, og der opstår en fordybning/forstejling af det aktive kystprofil i perioden op imod kollapset af skråningsbeskyttelsen, som forventes at accelerere den akutte erosion under stormhændelsen.

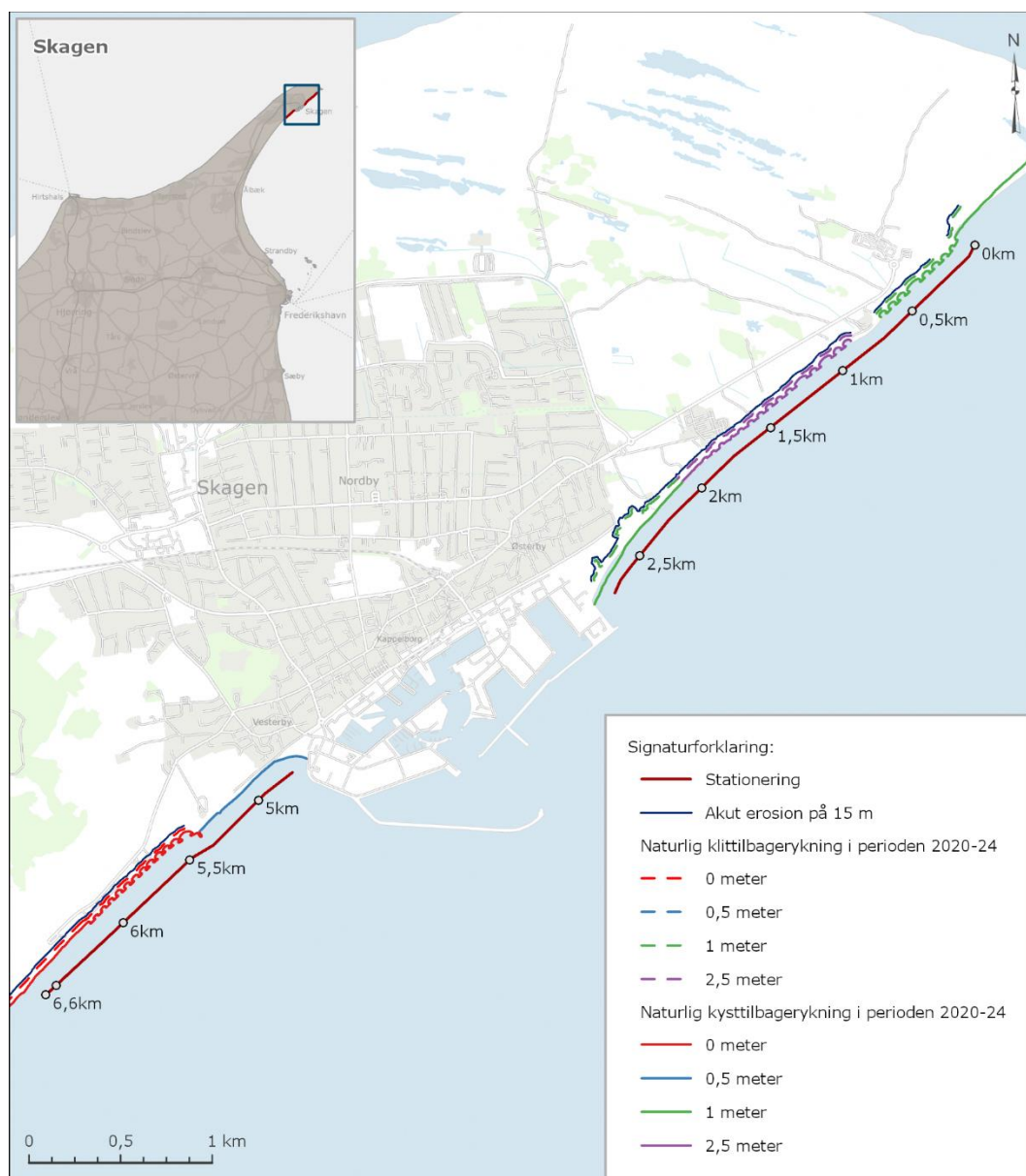
Hvis skråningsbeskyttelsen kollapse, og der forekommer direkte hydraulisk forbindelse imellem havet og baglandet, er der risiko for oversvømmelse af baglandet. Hvorvidt strandbredden er mindre end den kritiske strandbredde, samt om der opstår direkte hydraulisk forbindelse imellem hav og bagland, er evalueret via GIS-analyser.

²¹ Kystdirektoratet (2019). *Højvandsstatistikker 2017*

5.2.2 Strækninger uden skråningsbeskyttelse

For kyststrækninger uden skråningsbeskyttelse vil der over perioden 2020-24 forekomme en naturlig tilbagerykning af kystlinjen og klitterne på strækningen på mellem 0 – 0,5 m/år, som vist på Figur 5-4. Udover den gennemsnitlige årlige tilbagerykning, antages en akut erosion på 15 meter at ske under en 100 års stormhændelse i år 2024. Den akutte erosion antages at forekomme under en 100 års stormhændelse til allersidst i år 2024, når kysten i forvejen har været udsat for den fulde effekt af den naturlige tilbagerykning i perioden 2020-24.

Såfremt tilbagerykning på den pågældende strækning giver anledning til direkte hydraulisk forbindelse imellem havet og baglandet, vil der forekomme oversvømmelse. En GIS-analyse anvendes til at undersøge, hvor den hydrauliske forbindelse vil opstå.



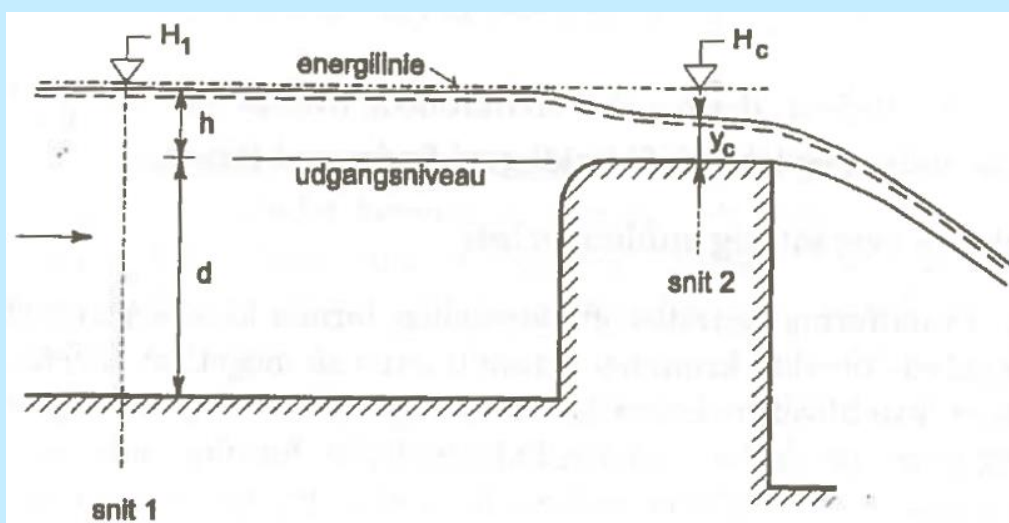
Figur 5-4. Naturlig kysttilbagerykning over 5 år langs strækningen ved Skagen uden sandfodring.

5.2.3 Oversvømmelse af baglandet efter gennembrud

Såfremt kysttilbagerykningen (den årlige gennemsnitlige tilbagerykning samt den akutte tilbagerykning under storm) giver anledning til gennembrud af klitter mellem havet og baglandet, kan der forekomme oversvømmelse af baglandet. Hvorvidt gennembruddet sker, er nærmere vurderet ved hjælp af GIS-analyser.

I tilfælde af gennembrud af højvandsbarrieren langs strækningen ved Skagen, vurderes udbredelse og omfang af potentielle oversvømmelser i baglandet på grundlag af en simpel overløbsformel. En definitionsskitse er vist i nedenstående boks.

Formel til beregning af oversvømmelser



Definitionsskitse til estimering af overløb ved gennembrud af dige/skråningsbeskyttelse.²²

Vandføring, volumen og tidsperiode for arealudbredelsen af en oversvømmelse i baglandet er estimeret ved brug af følgende formler:

$$Q = CBh\sqrt{2gh}$$

$$V = (\text{Vandstand} - \text{baglandskote}) \cdot \text{Arealudbredelse}$$

$$T = \frac{V}{Q}$$

Hvor:

B = bredde af hul [m]

h = overløbshøjde [m]

Q = vandføring til fjord [m^3/s]

C = empirisk konstant ($C \approx 0.38$) [-]

V = overløbsvolumen [m^3]

T = tidsforbrug for oversvømmelseshændelsen [s]

I tilfælde af gennembrud og direkte hydraulisk forbindelse til baglandet antages det, at overløbshøjden over den eroderede højvandsbeskyttelse er én meter. Overløbshøjden på én meter er en

²² Brorsen, M., & Larsen, T. (2003). Lærebog i Hydraulik. Aalborg Universitetsforlag.

konservativ antagelse ud fra en vurdering af den erosion, der sandsynligt kan forekomme i situationen. Bredden af gennembruddet vurderes via GIS-analyser, og varigheden af højvindhændelsen antages til at være seks timer.

5.3 Konsekvenser ved 0-alternativet

0-alternativet kan føre til, at der sker en naturlig tilbagerykning af kystlinjen, tilbagerykning af klitterne og reduktion af deres bredde, samt gennembrud af klitter med oversvømmelse til følge. I det følgende beskrives potentielle tab af areal og ejendomme som følge af erosion og oversvømmelse. Opgørelse af tabte værdier vurderes videre i kapitel 18 *Materielle goder* og indflydelsen på landskabet fra kysttilbagerykningen beskrives nærmere i kapitel 7 *Landskab*. Desuden vil påvirkningen fra 0-alternativet blive beskrevet for hvert miljøemne.

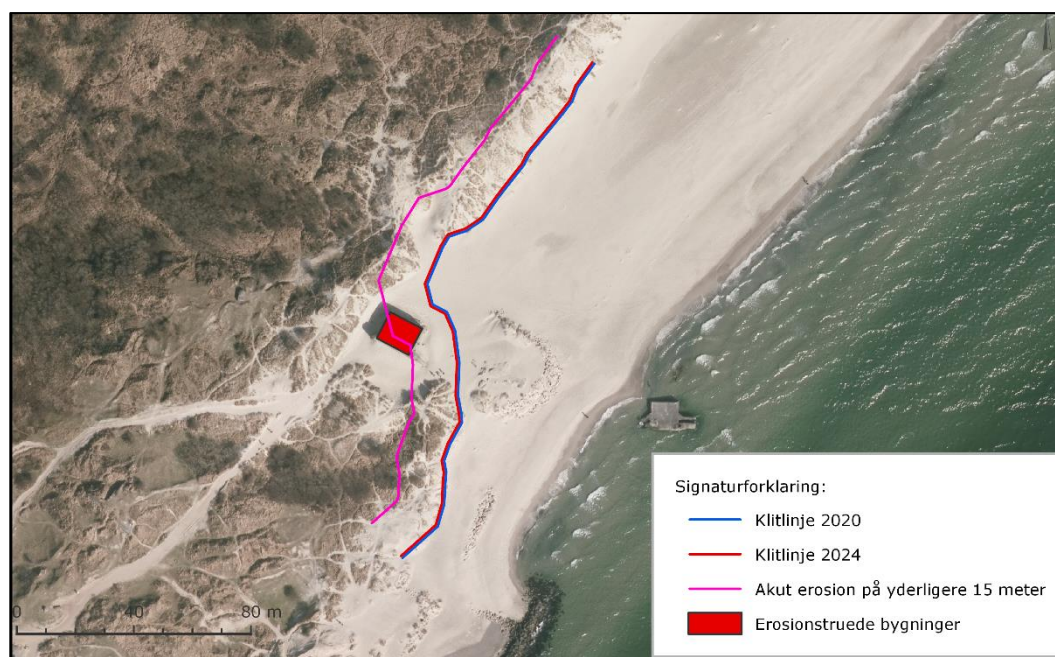
5.3.1 Tab af ejendomme som følge af tilbagerykning af klitrækken

Potentielle tab af ejendomme langs strækningen ved Skagen som følge af kysttilbagerykningen frem til år 2024 (dvs. tilbagerykning som følge af den gennemsnitlige erosion samt den akutte erosion), og som ikke forårsages af oversvømmelse, beskrives nærmere i det følgende.

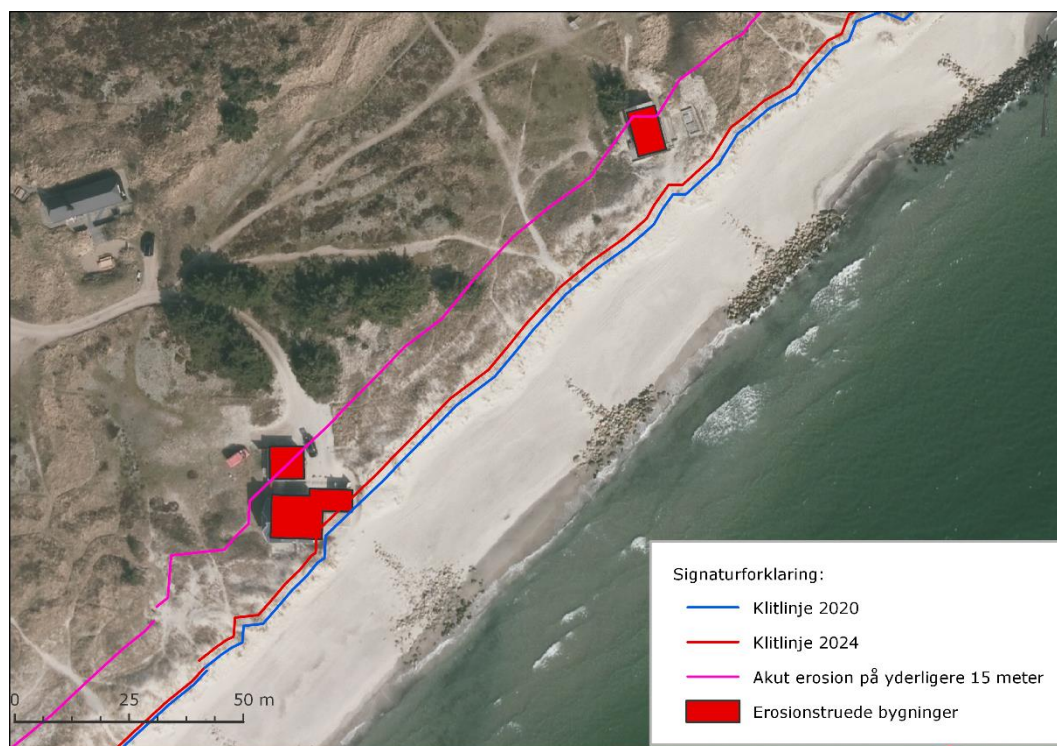
I Tabel 5-1 er vist en opgørelse over erosionstruede ejendomme langs kysten ved Skagen, hvoraf det fremgår, at kysttilbagerykningen i sig selv resultere i et samlet tab af fem bygninger på strækningen. Figur 5-5 og Figur 5-6 viser placeringen af de ejendomme, der potentielt er erosionstruede.

Lokalitet	Stationering	Antal erosionstruede ejendomme
Nordøst for Grå fyr	0	1
Sydvest for Grå fyr	1,8-2	4
Samlet antal erosionstruede ejendomme på strækningen:		5

Tabel 5-1. Opgørelse af erosionstruede ejendomme langs strækningen ved Skagen.



Figur 5-5. Illustration af potentielt udsatte ejendomme på delstrækningen nordøst for Grå Fyr.



Figur 5-6. Illustration af potentielt udsatte ejendomme på delstrækningen sydvest for Grå fyr I.

5.3.2

Oversvømmelse som følge af gennembrud af klitter

Der er ved GIS-analysen identificeret en potentiel risiko for kollaps af skråningsbeskyttelsen på delstrækningen "Havnen-Klitgården" samt ved "Grå Fyr", men det potentielle gennembrud medfører dog ikke umiddelbart en potentiel oversvømmelse af baglandet. Til gengæld kan der, forekomme en potentiel oversvømmelse af baglandet nord for strækningen, der dog ikke er en del af den planlagte kystbeskyttelse. Der findes ingen ejendomme her, hvorfor der ikke vil forekomme tab af ejendomme som følge af oversvømmelse.

6. LOVGIVNING OG PLANLÆGNING

Den planlagte kystbeskyttelse på strækningen ved Skagen sker i henhold til gældende national og international lovgivning. Samtidig skal det ved planlægningen og gennemførelsen af kystbeskyttelsen sikres, at der er overensstemmelse med en række planlægningsmæssige rammer og særlige arealmæssige bindinger og udpegninger.

6.1 Lovgivning

I det følgende beskrives de love, der ligger til grund for at gennemføre miljøvurderingen og den planlagte kystbeskyttelse. Det gælder både de love, der regulerer arealudnyttelsen, og de love, der regulerer de aktiviteter, som kystbeskyttelsen indebærer.

Som udgangspunkt sætter en række love rammerne for, hvad der må ske langs kysten, hvor sandfodring, anlæg af arbejdspladser mv. finder sted.

6.1.1 Miljøvurderingsloven

Miljøvurderingsreglerne, som den planlagte kystbeskyttelse er omfattet af, udspringer af EU's VVM-direktiv, som i Danmark er implementeret i "bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og konkrete projekter (VVM)"²³ og i "bekendtgørelse om samordning af miljøvurderinger og digital selvbetjening m.v. for planer, programmer og konkrete projekter omfattet af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM)"²⁴. Miljøvurderingsloven fastsætter bl.a. krav til indhold og omfang af miljøkonsekvensrapporter og definerer de projekter, der er omfattet af krav om udarbejdelse af miljøkonsekvensrapport.

Miljøvurdering af planer og programmer

Kystbeskyttelsen gennemføres på baggrund af en fællesaftale med Frederikshavn Kommune. Fællesaftalen anses for et program, og falder derfor ind under "bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM)".

6.1.2 Kystbeskyttelsesloven

Etablering og udvidelse af kystbeskyttelse på og langs de danske kyster forudsætter en tilladelse efter kystbeskyttelsesloven²⁵. Kystdirektoratet - Kystzoneforvaltning er myndighed i forhold til kystbeskyttelsesprojekter, som staten udfører jf. lovens § 3, stk. 5. Loven sikrer, at mennesker og ejendom, herunder bebyggelse og infrastruktur, kan beskyttes mod havets ødelæggende påvirkninger som følge af oversvømmelse eller nedbrydning af kysten. En beskyttelse skal dog udføres under fornøden hensyntagen til de hensyn, der er angivet i loven.

6.1.3 Habitat- og fuglebeskyttelsesdirektiverne

Natura 2000-områder er et netværk af naturområder i hele EU, der indeholder særlig værdifuld natur set i et europæisk perspektiv. Natura 2000-områderne er udpeget jf. EU's habitatdirektiv og fuglebeskyttelsesdirektiv for at beskytte levesteder og rasteområder for fugle og for at beskytte naturtyper samt plante- og dyrearter, der er truede, sårbare eller sjældne i EU.

²³ Miljø- og Fødevareministeriet, Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), LBK nr. 973 af 25/06/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/973>

²⁴ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse om samordning af miljøvurderinger og digital selvbetjening m.v. for planer, programmer og konkrete projekter omfattet af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), BEK nr 913 af 30/08/2019, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/913>

²⁵ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om kystbeskyttelse m.v., LBK nr. 705 af 29/05/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/705>

Habitatdirektivets ordlyd (artikel 6) er som udgangspunkt meget restriktiv og angiver, at der ikke må gives tilladelser eller vedtages planer mv., som kan beskadige eller ødelægge naturtyper eller arter på udpegningsgrundlaget. Før der kan gives tilladelse til et projekt, der berører et Natura 2000-område, skal der foretages en vurdering af, om projektet i sig selv eller i forbindelse med andre planer og projekter kan påvirke udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området væsentligt.

Habitatdirektivets hovedprincipper for administration af Natura 2000-områderne består af:

- Krav om væsentlighedsvurdering (jf. artikel, 6 stk. 3) af planer og projekter med henblik på at vurdere, om de kan påvirke et Natura 2000-område væsentligt.
- Krav om konsekvensvurdering (jf. artikel 6, stk. 3), hvis væsentlighedsvurderingen viser, at en plan eller projekt kan have en væsentlig påvirkning.
- Planer og projekter, der ikke kan afvises at ville skade et Natura 2000-område, kan ikke vedtages eller tillades.
- I særlige tilfælde er der mulighed for at fravige beskyttelsen (jf. artikel 6 stk. 4). Fravigelse af beskyttelsen kræver, at der er tale om et projekt, der er af bydende samfundsøkonomisk interesse, at der ikke findes alternative løsninger, og at der iværksættes kompenserende foranstaltninger.

Hvis væsentlighedsvurderingen ikke kan afvise en væsentlig påvirkning af udpegningsgrundlaget, skal der foretages en fuld Natura 2000-konsekvensvurdering for projektets mulige indvirkning på Natura 2000-området. Væsentlig anvendes her som ordbrug på baggrund af formuleringen i den bagvedliggende lovgivning.

Habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet er implementeret i dansk lovgivning bl.a. via habitatbekendtgørelsen²⁶ og Natura 2000-bekendtgørelsen²⁷.

Bilag IV arter

Habitatbekendtgørelsen og Natura 2000-bekendtgørelsen rummer endvidere en mere generel beskyttelse af en række arter opført på habitatdirektivets bilag IV, som også gælder uden for Natura 2000-områdernes grænser. Bekendtgørelserne er som udgangspunkt meget restriktiv og angiver, at der ikke må udøves aktiviteter, der kan beskadige eller ødelægge yngle- eller rasteområder i det naturlige udbredelsesområde for bilag IV-dyrearter, eller som kan ødelægge de plantearter, der er optaget i habitatdirektivets bilag IV.

I forbindelse med planlægning af aktiviteter skal der udarbejdes en vurdering med vægt på, om aktiviteten samlet set beskadiger den lokale bestand af bilag IV-arter, og om den økologiske funktionalitet for yngle- og rasteområderne opretholdes. Bilag IV arter er beskyttet overalt, hvor de forekommer.

De beskyttede arter og naturtyper behandles i bilag 9 *Væsentlighedsvurdering*, kapitel 15 *Havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter* og kapitel 16 *Natur på land*, hvor også hovedkonklusionerne fra væsentlighedsvurderingen kan findes.

²⁶ Miljø- og Fødevareministeriet, BEK 1595 af 06/12/2018 Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=205996>

²⁷ Miljø- og Fødevareministeriet, BEK 654 af 19/05/2020 Bekendtgørelse om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/654>

6.1.4 Artsfredningsbekendtgørelsen

Artsfredningsbekendtgørelsen²⁸ fastsætter at fredede dyr og planter ikke må samles ind eller slås ihjel, og planter må ikke fjernes fra det sted, de vokser op. Alle vilde pattedyr og fugle er fredede, med mindre der er givet tilladelse til at jage dem i jagtloven. I bekendtgørelsen er der fastsat jagttider for hvilke arter, der må jages. De dyr, der ikke er jagttid på, er fredede. De fleste fuglearter er fredede, bl.a. alle rovfugle og småfugle samt de fleste vadefugle. Desuden er alle krybdyr og padder samt 13 arter af insekter beskyttet af en særlig fredning. Det gælder også for nogle truede plantearter, bl.a. alle orkide arter.

De fredede arter og planter behandles i kapitel 16 *Natur på land*.

6.1.5 Naturbeskyttelsesloven

Naturbeskyttelsesloven²⁹ beskytter bl.a. naturen med dens bestand af vilde dyr og planter og deres levesteder samt de landskabelige, kulturhistoriske, naturvidenskabelige og undervisningsmæssige værdier. Beskyttede naturtyper, der er omfattet af lovens § 3, udgøres af:

- Søer og vandhuller, der er mindst 100 m².
- Moser, enge, heder, overdrev, strandenge og strand-sumpe, der hver for sig eller i sammenhæng har et areal på mindst 2.500 m². Moser under 2.500 m² er også beskyttede, hvis de ligger ved beskyttede vandløb eller søer.
- De fleste vandløb er også beskyttede via en særskilt § 3-udpegning.

Naturbeskyttelsesloven omfatter samtidig bestemmelser for bygge- og beskyttelseslinjer omkring landskabselementer som strande, søer, åer, skove, fortidsminder og kirker, jf. lovens §§ 15-19.

De beskyttede naturtyper, fredede arealer og relevante beskyttelseslinjer behandles i kapitel 16 *Natur på land*. Fredede arealer behandles desuden i kapitel 7 *Landskab*.

6.1.6 Skovloven

Skovloven³⁰ har til formål at bevare og værne landets skove og forøge skovarealet. Loven har også til formål at fremme bæredygtig drift af landets skove. Bæredygtig drift betyder inddragelse af såvel økonomiske som økologiske og sociale værdier. Det indebærer bl.a. at bevare og øge skovenes biologiske mangfoldighed og sikre, at hensynet til landskab, naturhistorie, kulturhistorie, miljøbeskyttelse og friluftsliv kan tilgodeses. Loven angiver bl.a. også retningslinjer om fredskovsplikten, og om beskyttelse af naturtyper og levesteder for arter i de internationale naturbeskyttelsesområder (Natura 2000).

Loven behandles i kapitel 16 *Natur på land* vedrørende biodiversitet.

6.1.7 Jagt- og vildtforvaltningsloven

Forvaltningen af jagt og vildt i Danmark hører under Miljø- og Fødevareministeriet, der administrerer loven om jagt og vildtforvaltning. Lovens formål er at sikre arts- og individrige vildtbestande og danne grundlag for en bæredygtig forvaltning heraf. Loven er knyttet op til relevante EU-direktiver som fuglebeskyttelsesdirektivet og habitatdirektivet.³¹

²⁸ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse om fredning af visse dyre- og plantearter og pleje af tilskadekommet vildt, BEK nr 1466 af 06/12/2018, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=205522>

²⁹ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse, LBK nr. 240 af 13/03/2019, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2019/240>

³⁰ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om skove, LBK nr. 315 af 28/03/2019, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=208359>

³¹ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om jagt og vildtforvaltning, LBK nr. 265 af 21/03/2019, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=208198>

Loven behandles i kapitel 16 *Natur på land* vedrørende fugle.

6.1.8 Lov om vandplanlægning

Lov om vandplanlægning³² gennemfører væsentlige dele af vandrammedirektivet. Direktivets overordnede formål er at fastlægge en ramme for beskyttelse af vandløb og søer, overgangsvande, kystvande og grundvand, som forebygger yderligere forringelse og beskytter og forbedrer vandøkosystemernes tilstand, fremmer bæredygtig vandanvendelse, sigter mod en udvidet beskyttelse og forbedring af vandmiljøet, sikrer en progressiv reduktion af forureningen af grundvandet og forhindrer en yderligere forurening heraf og bidrager til at afbøde virkningerne af oversvømmelse.

Lov om vandplanlægning gennemfører væsentlige dele af direktivet, herunder direktivets krav til fastlæggelse af vandområdedistrikter, udpegning af vandområdemyndighed(er) og gennemførelse af den bindende vandplanlægning for de vandforekomster, der er omfattet af lovgivningen.

I medfør af loven er der gennemført en statslig vandplanlægning, som senest er udmøntet i vandplanlægningen for anden planperiode (2015-2021). Indholdet af vandplanlægningen er beskrevet i vandområdeplanerne for hvert af Danmarks fire vandområdedistrikter. Vandplanlægningen skal sikre, at målet om "god tilstand" i alle omfattede vandforekomster opnås og fastholdes ultimo 2015. For de vandforekomster, hvor opfyldelse af målet ikke har været muligt, er målopfyldelse udskudt til ultimo 2021 eller senere.

Se afsnit 9.2.2 om vandplanlægningen, der er fastlagt med bekendtgørelse om miljømål for overfladevandsområder og grundvandsforekomster og bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter.

Vandområdeplaner for hvert af Danmarks fire vandområdedistrikter består af en miljøGIS-del og en redegørelse, og de indeholder de væsentligste oplysninger om og til brug for forvaltning af vandplanlægningen. Planerne indeholder de data og vurderinger, der er administrationsgrundlag for vandplanlægningen for hvert vandområde-distrikt og et resume af indholdet af vandplanlægningen for distriktet.

Den planlagte kystbeskyttelse forventes ikke at påvirke søer eller vandløb, der er målsat og omfattet af vandplanlægningen, men alene kystvandene ved Skagen.

Loven er relevant for kapitel 9 *Vand*, kapitel 13 *Marin bundfauna* og kapitel 16 *Natur på land*.

6.1.9 Miljømålsloven

Miljømålsloven indeholder reglerne om planlægning inden for de internationale naturbeskyttelsesområder³³. Der er på baggrund heraf gennemført en statslig og kommunal naturplanlægning, som er udmøntet i naturplaner for Natura 2000-områder. I handleplanerne fastlægger myndighederne de initiativer og tiltag, som planlægges gennemført for at sikre beskyttelsen af de udpegede områder.

³² Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om vandplanlægning LBK nr. 126 af 26/01/2017, <https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=186425>

³³ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om miljømål m.v. for internationale naturbeskyttelsesområder (Miljømålsloven), LBK nr. 119 af 26/01/2017, <https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=186416>

Ifølge miljøvurderingsloven skal der redegøres for de miljøbeskyttelsesmål, der er relevante for den planlagte kystbeskyttelse, og det skal beskrives, hvordan der er taget hensyn til målene. Loven behandles i kapitel 15 *Havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter* og kapitel 16 *Natur på land*.

6.1.10 Indsatsbekendtgørelsen

Bekendtgørelsen om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter³⁴ er udstedt efter lov om vandplanlægning og fastlægger vandplanlægningens bindende indsatsprogrammer for hvert af de fire danske vandområdedistrikter: Vandområdedistrikt Jylland og Fyn, Vandområdedistrikt Sjælland, Vandområdedistrikt Bornholm og Internationalt Vandområdedistrikt.

Bekendtgørelsens § 8 implementerer vandrammedirektivets forpligtelse til at sikre, at det undgås, at der sker en forringelse af tilstanden og/eller muligheden for at opnå eller fastholde målopfyldelse i vandforekomsterne, i vandplanlægningen. Bekendtgørelsen er relevant for kystvandet Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt i vandområdedistrikt Jylland og Fyn. Der redegøres nærmere herfor i kapitel 9 *Vand*.

6.1.11 Bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster

Bekendtgørelsen er udstedt efter lov om vandplanlægning og fastsætter de konkrete og bindende miljømål for de overfladevandområder og grundvandsforekomster, der er omfattet af vandplanlægningen.

Loven behandles i kapitel 9 *Vand*.

6.1.12 Lov om havstrategi

Den danske lov om havstrategi implementerer væsentlige dele af EU's havstrategidirektiv (EU's havstrategidirektiv 2008/56/EF af 17. juni 2008, som har til formål at sikre et godt havmiljø i medlemsstaternes havområder ved at opnå god miljøtilstand senest i 2020. Midler til at nå målet om god miljøtilstand er udarbejdelse og vedtagelse af strategier for havområderne. Havstrategier indeholder basisanalyser, beskrivelse af, hvad god miljøtilstand indebærer og fastsættelse af miljømål, overvågnings- og indsatsprogrammer, jf. havstrategilovens § 5.

Havstrategiloven og Danmarks Havstrategi gælder for de to danske havområder Nordsøen, herunder Kattegat og Østersøen, der omfatter alle farvande herunder havbund og undergrund, på søterritoriet og i de eksklusive økonomiske zoner.

Lov om havstrategi finder imidlertid ikke anvendelse på indre og ydre territoriale farvande, der strækker sig ud til én sømil uden for basislinjen, i det omfang farvandet er omfattet af vandplanlægningen efter lov om vandplanlægning og/eller indsatser, der indgår i en vedtaget Natura 2000-plan efter miljømålsloven.

Det følger heraf, at der er et vist "geografisk overlap" mellem vandplanlægningen for kystvandene og havstrategien i områderne. Vandplanlægningen beskytter kystvandenenes økologiske tilstand ud til én sømil fra basislinjen og den kemiske tilstand ud til 12-sømilegrænsen. I samme område beskytter havstrategien de aspekter af miljøet, der ikke er omfattet af vandplanlægningen, dvs. ikke de deskriptorer for god miljøtilstand, der svarer til vandplanlægningens kvalitets-elementer (i udgangspunktet D5 og D8), men alle øvrige deskriptorer.

³⁴ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter, BEK nr 449 af 11/04/2019, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=208641>

Det følger af havstrategilovens § 18, at statslige, regionale og kommunale myndigheder ved udøvelse af deres beføjelser i medfør af lovgivningen er bundet af de miljømål og indsatsprogrammer, der er fastsat i havstrategien efter lovens §§ 10-13. Det gældende indsatsprogram, der også indeholder de fastsatte miljømål for de to havområder, er Danmarks Havstrategi Indsatsprogram af 10. maj 2017.

Sandfodringen forventes at påvirke mindre dele af havområdet Nordsøen. Forhold omfattet af loven behandles i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation* og kapitel 9 *Vand*.

6.1.13 Museumsloven

Lovens formål er bl.a. at sikre Danmarks kultur- og naturarv samt sikre varetagelse af opgaver, der vedrører sten- og jorddiger og fortidsminder. Loven omfatter bl.a. arkæologiske og andre undersøgelser i forbindelse med fysisk planlægning, jordarbejder mv., bevaring af fortidsminder samt sten- og jorddiger. Loven kan have betydning for gennemførelse af projekter, fordi museet efter en besigtigelse kan beslutte, at arbejdet skal standses, og en arkæologisk undersøgelse foretages.³⁵

Loven er relevant for kapitel 17 *Kulturarv og historiske interesser*.

6.1.14 Jordforureningsloven

Loven skal medvirke til at forebygge, fjerne eller begrænse jordforurening og forhindre eller forebygge skadelig virkning fra jordforurening på natur, miljø og menneskers sundhed.³⁶

Loven er relevant for kapitel 12 *Jord*.

6.1.15 Miljøbeskyttelsesloven

Loven skal medvirke til at værne natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet. Miljøbeskyttelsesloven er den lov, der generelt regulerer miljøområdet, og som indeholder de overordnede og generelle krav til luft, vand, affald m.v.³⁷

Loven er relevant for kapitel 10 *Luft*.

6.1.16 Planloven

Planloven³⁸ fastlægger overordnede regler for planlægning. Planloven opererer med forskellige virkemidler og offentlige myndigheder, herunder bl.a.:

- Miljøministeren fastlægger gennem landsplanredegørelser, oversigter over statslige interesser, landsplandirektiver mv. de overordnede rammer for regioners og kommuners planlægning.
- Kommunerne udarbejder kommuneplaner, som er en samlet 12-årig rammeplan for arealanvendelsen i kommunen og som danner grundlag for udarbejdelse af lokalplaner. Kommuneplaner har delvis retsvirkning, idet der i rammebestemmelser for hvert delområde er fastsat retningslinjer for den fremtidige arealanvendelse, herunder ved udarbejdelsen af lokalplaner

³⁵ Kulturministeriet, Bekendtgørelse af museumsloven, LBK nr 358 af 08/04/2014, <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=162504>

³⁶ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om forurenede jord, LBK nr. 282 af 27/03/2017, <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=188394>

³⁷ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse, LBK nr. 1218 af 25/11/2019, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2019/1218>

³⁸ Erhvervsministeriet, Bekendtgørelse af lov om planlægning, LBK nr. 1157 af 01/07/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/1157>

for de enkelte steder. Kommuneplanen indeholder også retningslinjer for bl.a. beliggenheden af erhvervsområder, herunder erhvervshavne.

- Lokalplaner fastlægger bestemmelser om anvendelse og bebyggelse af delområder i overensstemmelse med Kommuneplanen. Lokalplaner er juridisk bindende for grundejere.

Planloven er relevant for flere kapitler, herunder kapitel 7 *Landskab* og kapitel 17 *Kulturarv og historiske interesser*.

6.2 Planlægning

I det følgende redegøres der for, om den planlagte kystbeskyttelse er i overensstemmelse det eksisterende plangrundlag, som gælder langs strækningen ved Skagen. I tilfælde af uoverensstemmelse mellem den planlagte kystbeskyttelse og plangrundlaget, skal Kystdirektoratet afklare med den ansvarlige myndighed, hvorvidt gældende plangrundlag skal ændres.

6.2.1 Kommuneplanen

I det følgende vurderes det med udgangspunkt i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3, om den planlagte kystbeskyttelse for strækningen ved Skagen er i overensstemmelse med Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune³⁹.

Målsætninger

Kommuneplanens målsætninger er gennemgået, og det vurderes, at fællesaftalen for kystbeskyttelse af strækningen ved Skagen er i overensstemmelse med kommuneplanens overordnede mål.

Retningslinjer

Kommuneplanens retningslinjer⁴⁰ er gennemgået, og det vurderes, at følgende retningslinjer er relevante for projektet:

- Strandparker
- Særligt værdifulde landskaber
- Geologiske beskyttelsesområder
- Rimmer og dobber
- Fredede områder og beskyttet natur
- Særligt værdifulde naturområder
- Natura 2000
- Økologiske forbindelser
- Områder til flersidig anvendelse
- Værdifulde kulturmiljøer

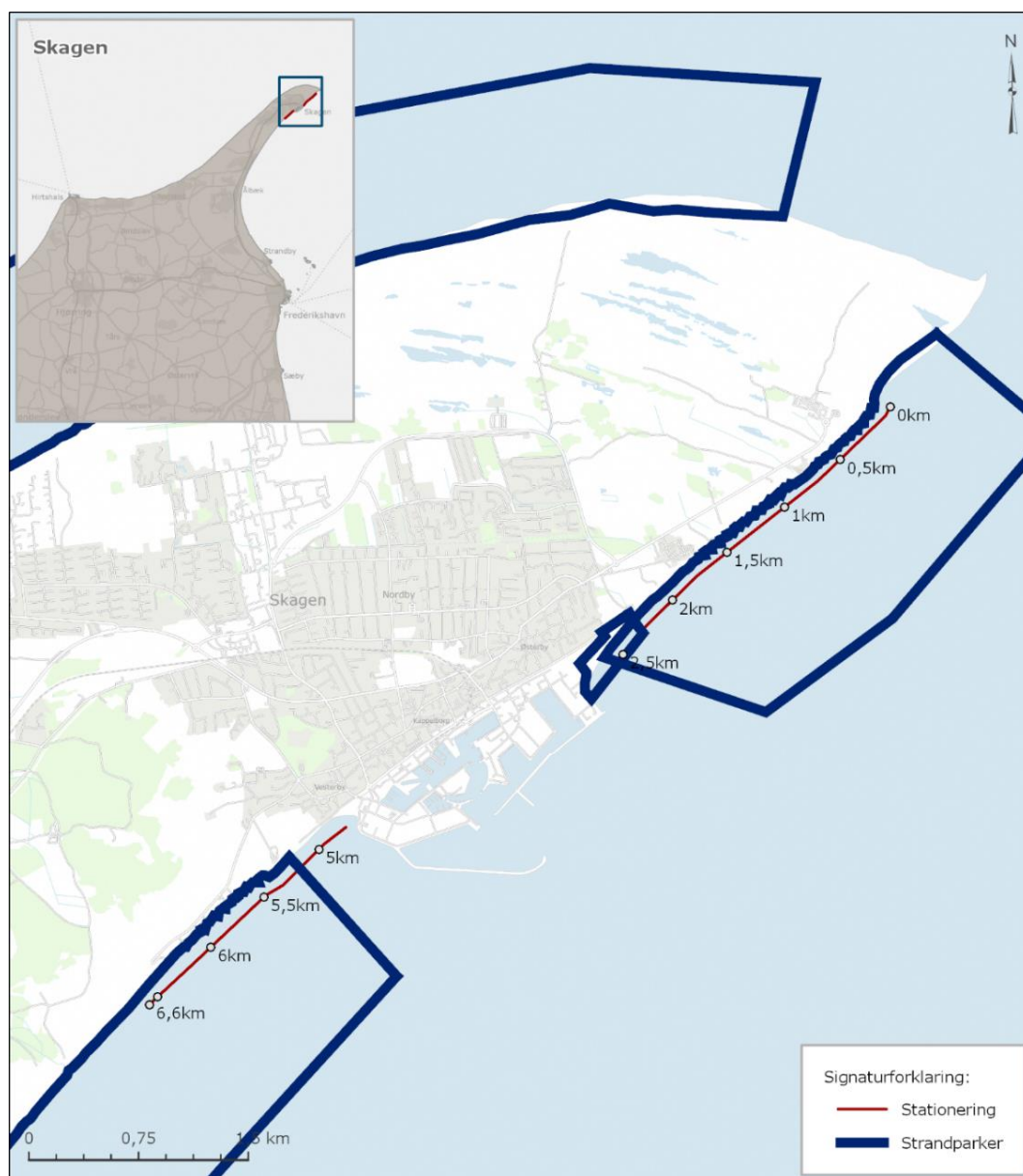
De relevante retningslinjer er citeret herunder og suppleres med en vurdering af, om projektet er i overensstemmelse med retningslinjerne til sidst i afsnittet.

³⁹ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/>

⁴⁰ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, Retningslinjer, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1148>

Retningslinje 12.2 – Strandparker

"Inden for strandparkerne kan der i højere grad end på de øvrige dele af strandene gives muligheder for arrangementer og etablering af mindre anlæg." ⁴¹



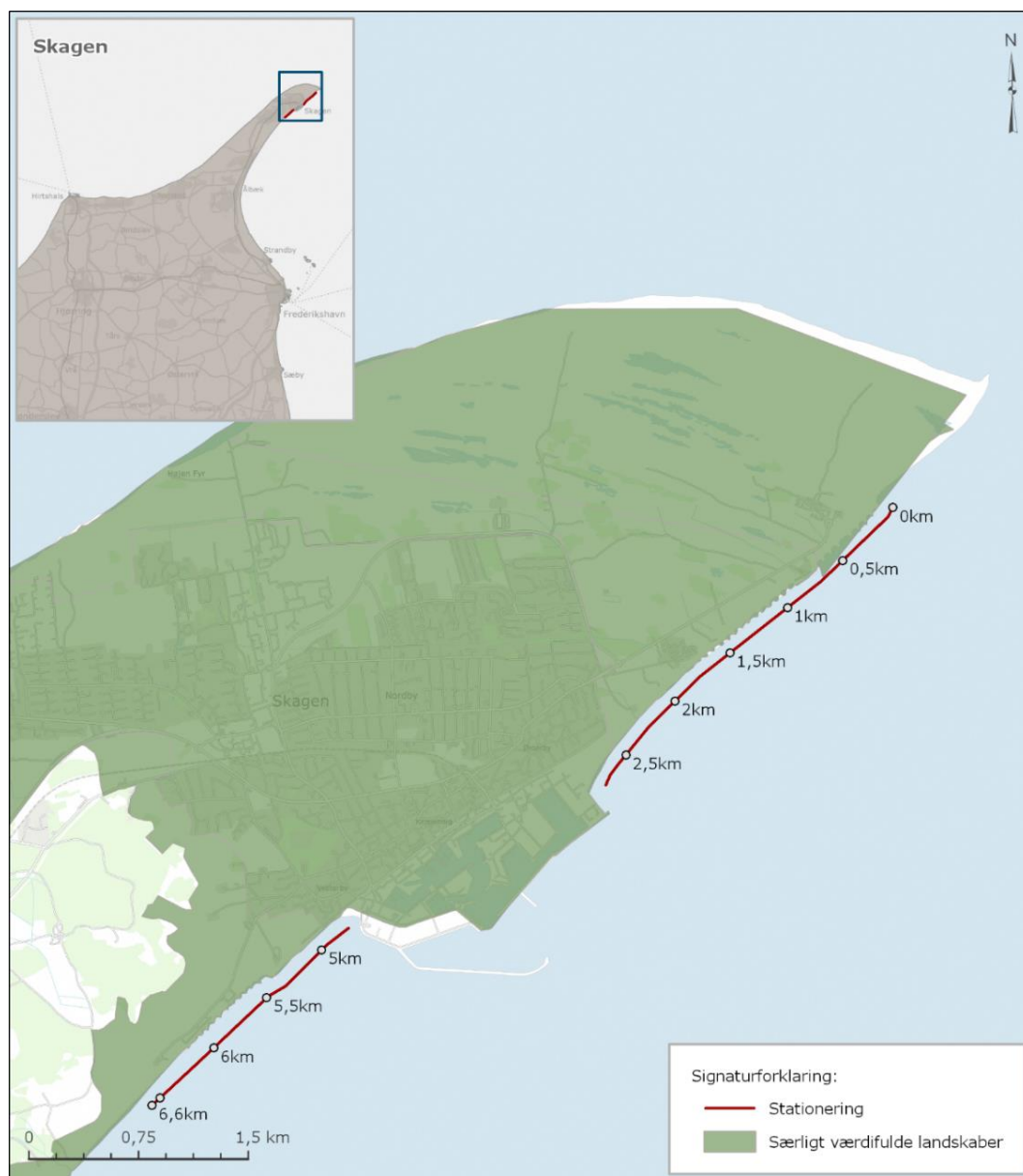
Figur 6-1. Strandpark udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Retningslinje 15.1 – Særligt værdifulde landskaber

"De særligt værdifulde landskaber er udpegede for at bevare særegne og egnskarakteristiske landskabstræk og skal bidrage til at give borgere og gæster unikke naturoplevelser. De særligt værdifulde landskaber skal så vidt muligt friholdes for anvendelse til formål, der kan påvirke oplevelsen af landskabet, f.eks. større byggeri samt større veje og tekniske anlæg. Øvrigt byggeri og anlæg skal placeres og udformes under særlig hensyntagen til landskabet." ⁴²

⁴¹ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 12. Kysten, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1300>

⁴² Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 15. Landskaber, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1303>



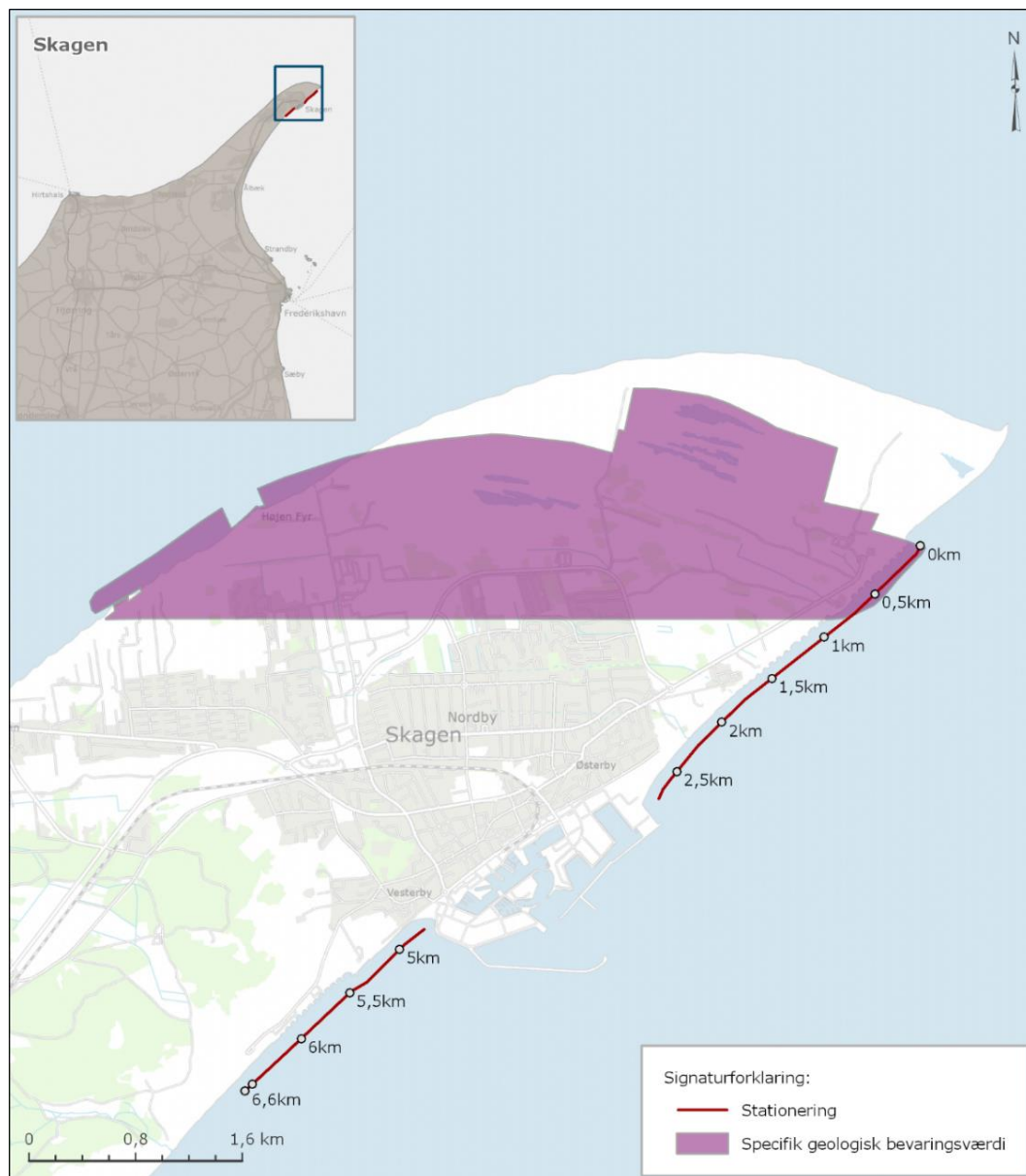
Figur 6-2. Særligt værdifulde landskaber udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Retningslinje 15.3 - Geologiske beskyttelsesområder

"De geologiske beskyttelsesområder skal så vidt muligt friholdes for større byggeri og tekniske anlæg, medmindre de kan indpasses i landskabet uden at sløre de geologiske dannelser, der er grundlag for udpegningen.

De geologiske beskyttelsesområder skal friholdes for skovtilplantning, råstofindvinding, kystsikring eller andet, der slører eller ødelægger mulighederne for at opleve den geologiske dannelse. Kystbeskyttelsesanlæg kan etableres, hvis en grundejer opnår tilladelse fra Kystdirektoratet til kystbeskyttelse."⁴³

⁴³ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 15. Landskaber, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1303>



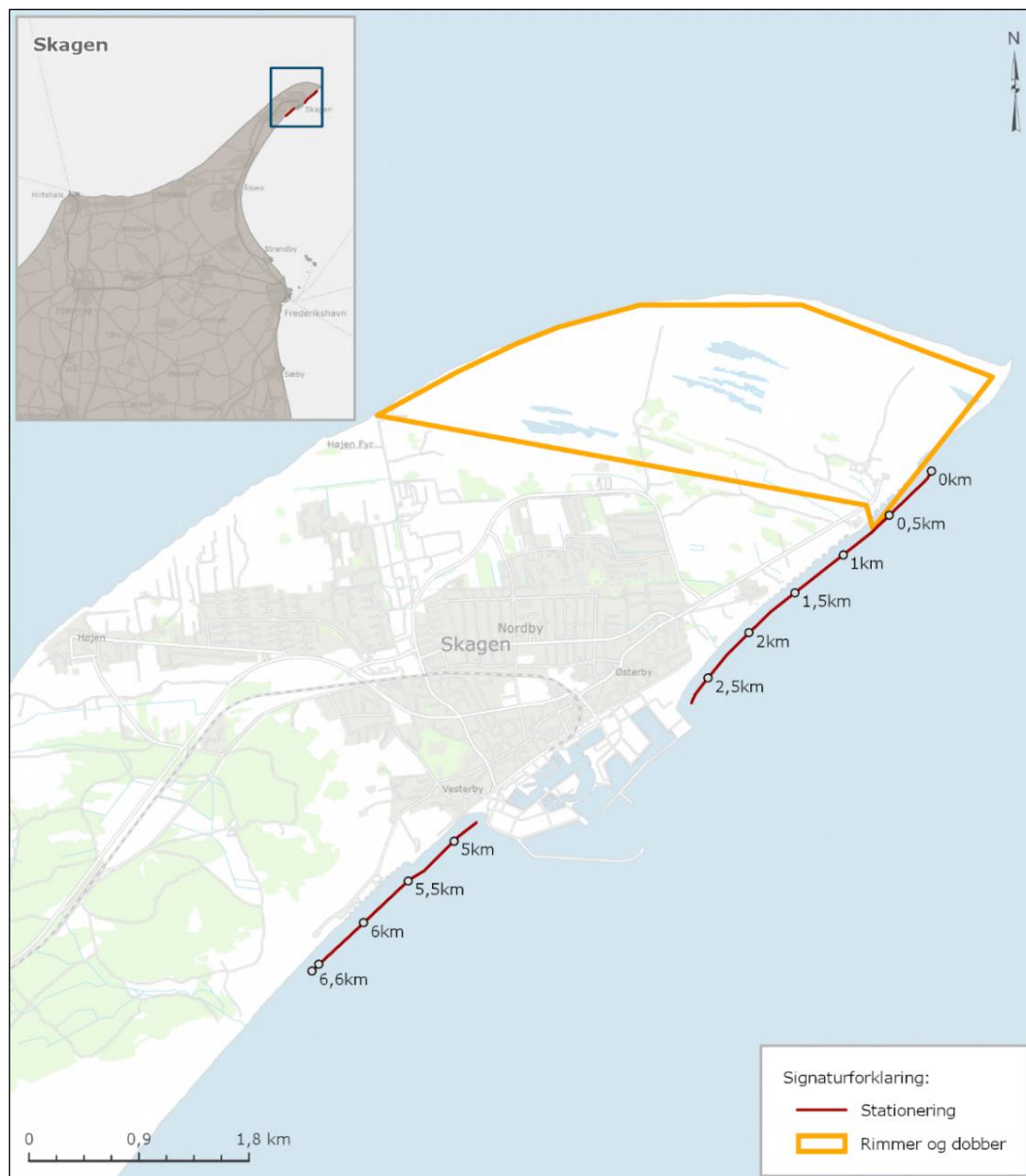
Figur 6-3. Geologiske beskyttelsesområder udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Retningslinje 15.4 – Rimmer og dobber

”Områder med rimmer og dobber er udpeget for at bevare og give mulighed for at opleve den særlige landskabskarakter, som områderne har. Derfor skal det så vidt muligt undgås, at der foregår en overpløjning, tilgroning og tilplantning inden for områderne.

Kortet med udpegning af områder med rimmer og dobber i Frederikshavn Kommune er vejledende. Rimmer og dobber skal forsøges bevaret, der hvor de endnu kan ses i landskabet, uanset om de er med på det vejledende kort.”⁴⁴

⁴⁴ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 15. Landskaber, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1303>



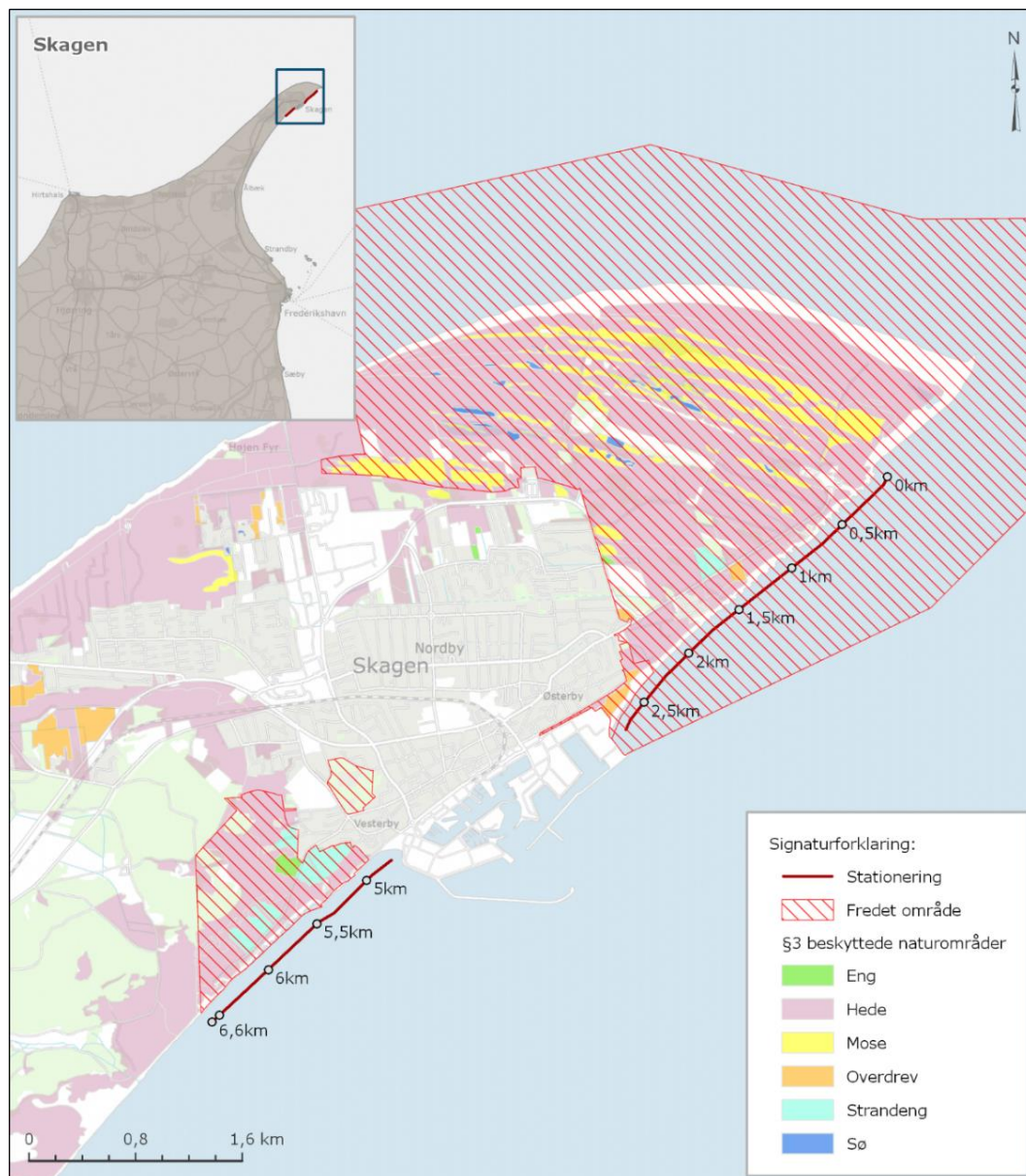
Figur 6-4. Rimmer og dobber udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Retningslinje 17.1 – Fredede områder og beskyttet natur

”De fredede områder er udpegede for at beskytte og bevare områder med for eksempel særlige landskabstræk eller en særlig natur. Områderne skal desuden bidrage til at give borgere og gæster unikke naturoplevelser. I de fredede områder skal fredningsbestemmelserne for det pågældende område respekteres.

Naturbeskyttelsesloven er med til at beskytte naturen med dens vilde dyr og planter samt landskabet og kulturhistorien og er med til at sikre adgang til naturen samt forbedre muligheder for friluftsliv. Naturbeskyttelseslovens generelle bestemmelser om beskyttet natur og klitfredning skal ligeledes respekteres.”⁴⁵

⁴⁵ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 17. Naturbeskyttelse, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1305>

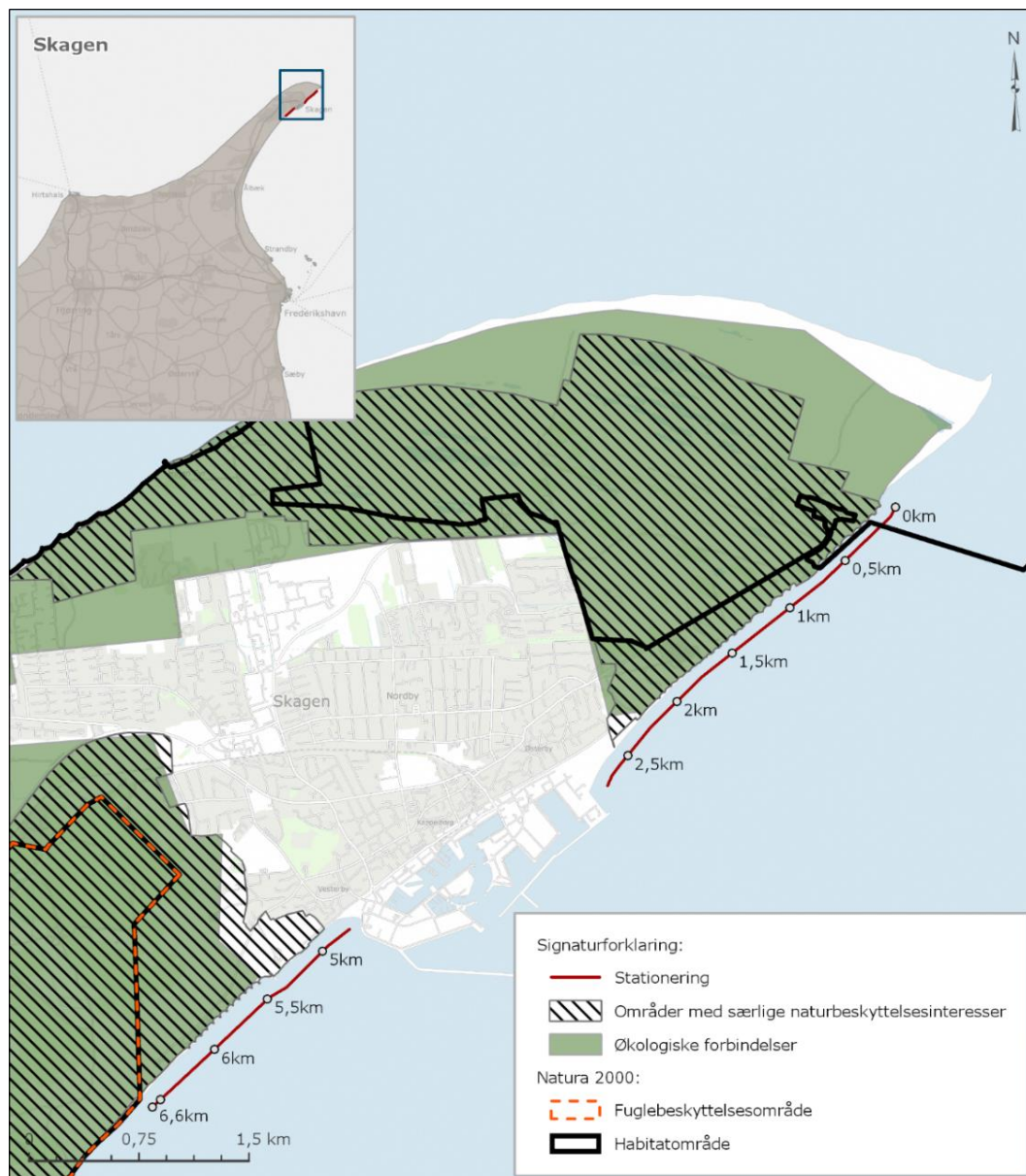


Figur 6-5. Fredede områder og beskyttet natur udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Retningslinje 17.2 – Særligt værdifulde naturområder

”De særligt værdifulde naturområder er udpegede for at sikre og forbedre naturværdierne. Områderne skal desuden bidrage til at give borgere og gæster unikke naturoplevelser. De særligt værdifulde naturområder skal så vidt muligt friholdes fra at blive inddraget til formål som f.eks. byudvikling eller tekniske anlæg, der kan forringe naturværdierne. For at give mulighed for at opleve naturområderne må der etableres stier, primitive overnatningsanlæg og lignende mindre anlæg til brug for friluftsliv og turisme i det omfang, det ikke forringer naturværdierne væsentligt.”⁴⁶

⁴⁶ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 17. Naturbeskyttelse, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1305>



Figur 6-6. Særligt værdifulde naturområder, Natura 2000-områder og økologiske forbindelser udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Retningslinje 17.3 – Natura 2000

“Natura 2000-områder er udpegede for at beskytte og bevare vilde dyre- og plantearter, der er sjældne. Områderne bidrager desuden til at give borgere og gæster unikke naturoplevelser. For at beskytte og bevare de vilde dyre- og plantearter skal Natura 2000-områderne friholdes for aktiviteter, der ikke kan forenes med beskyttelsen af naturværdierne, og aktiviteter uden for områderne må ikke påvirke kvaliteten af naturværdierne negativt. Inden for Natura 2000-områderne må der derfor ikke udlægges nye arealer til byzone eller sommerhusområder, planlægges nye større vejanlæg, planlægges nye eller væsentlige udvidelser af tekniske anlæg som f.eks. lufthavne, havne, luftledninger eller vindmølleklynger.

Der kan planlægges for anlæg og aktiviteter, hvis de er i overensstemmelse med de statslige naturplaner og de kommunale naturhandleplaner for de enkelte områder.

For at give mulighed for at opleve naturområderne må der etableres stier, primitive overnatningsanlæg og lignende mindre anlæg til brug for friluftsliv og turisme i det omfang, det ikke forringer naturværdierne.”⁴⁷

Retningslinje 17.4 - økologiske forbindelser

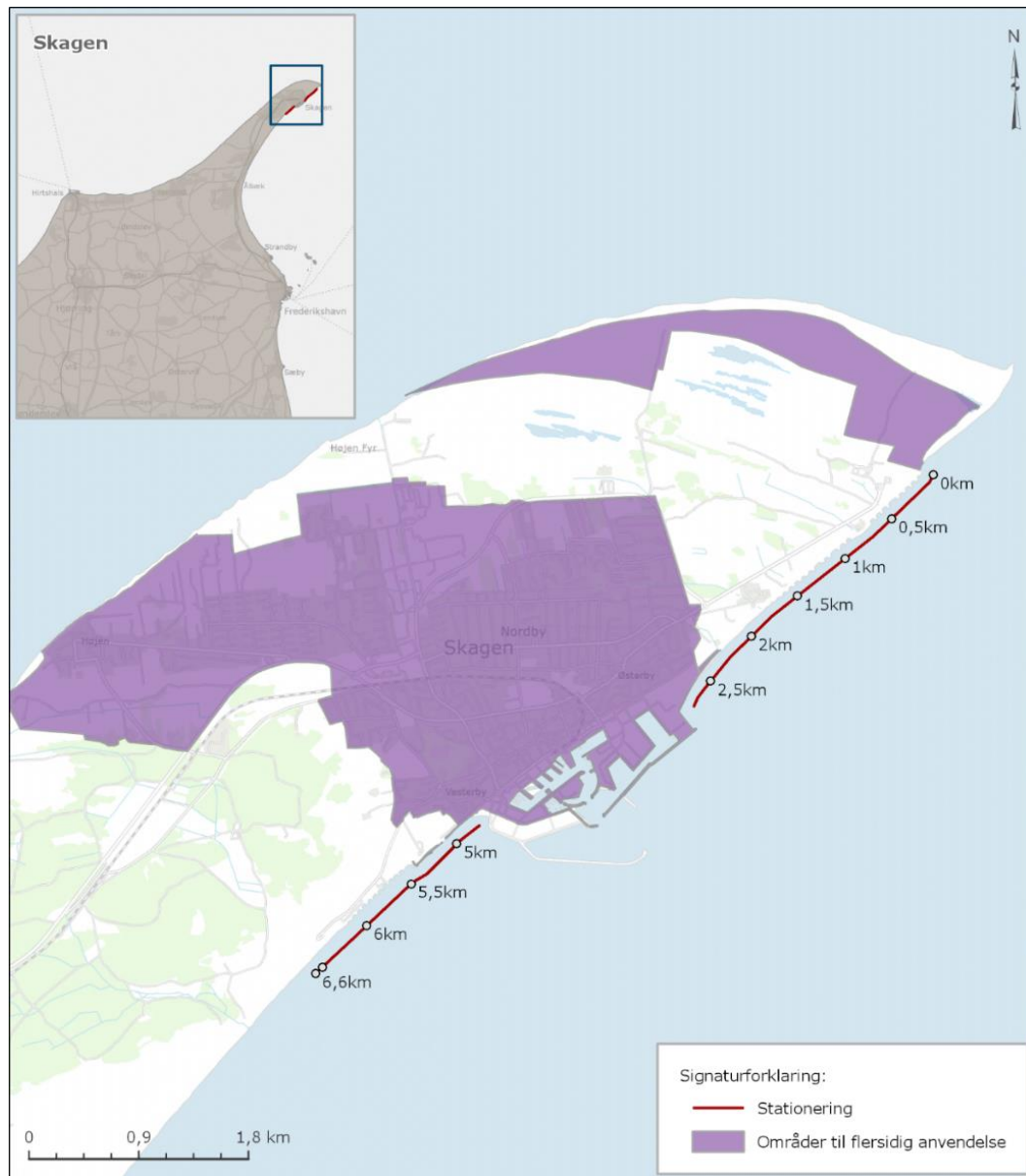
”De økologiske forbindelser er udpegede for at sikre, at plante- og dyrearter har mulighed for at sprede sig fra et naturområde til et andet naturområde, samt for at forbedre levesteder og spredningsmuligheder for de dyr og planter, som forbindelserne skal sikre. Inden for områderne kan der opføres byggeri eller tekniske anlæg i det omfang, det ikke hindrer spredningen af dyr og planter. De økologiske forbindelser skal ikke i sig selv skærpe kravene til diffus forurening fra luften.”⁴⁷

⁴⁷ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 17. Naturbeskyttelse, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1305>

Retningslinje 17.5 – Områder til flersidig anvendelse

“For at understøtte mulighederne for at tilgodese flere hensyn samtidigt er der udpeget områder til flersidig anvendelse. Inden for disse områder skal der søges mod at tage et samtidigt hensyn til eksempelvis natur, miljø, landskab og rekreative værdier samt fortsat bosætning og erhverv.”

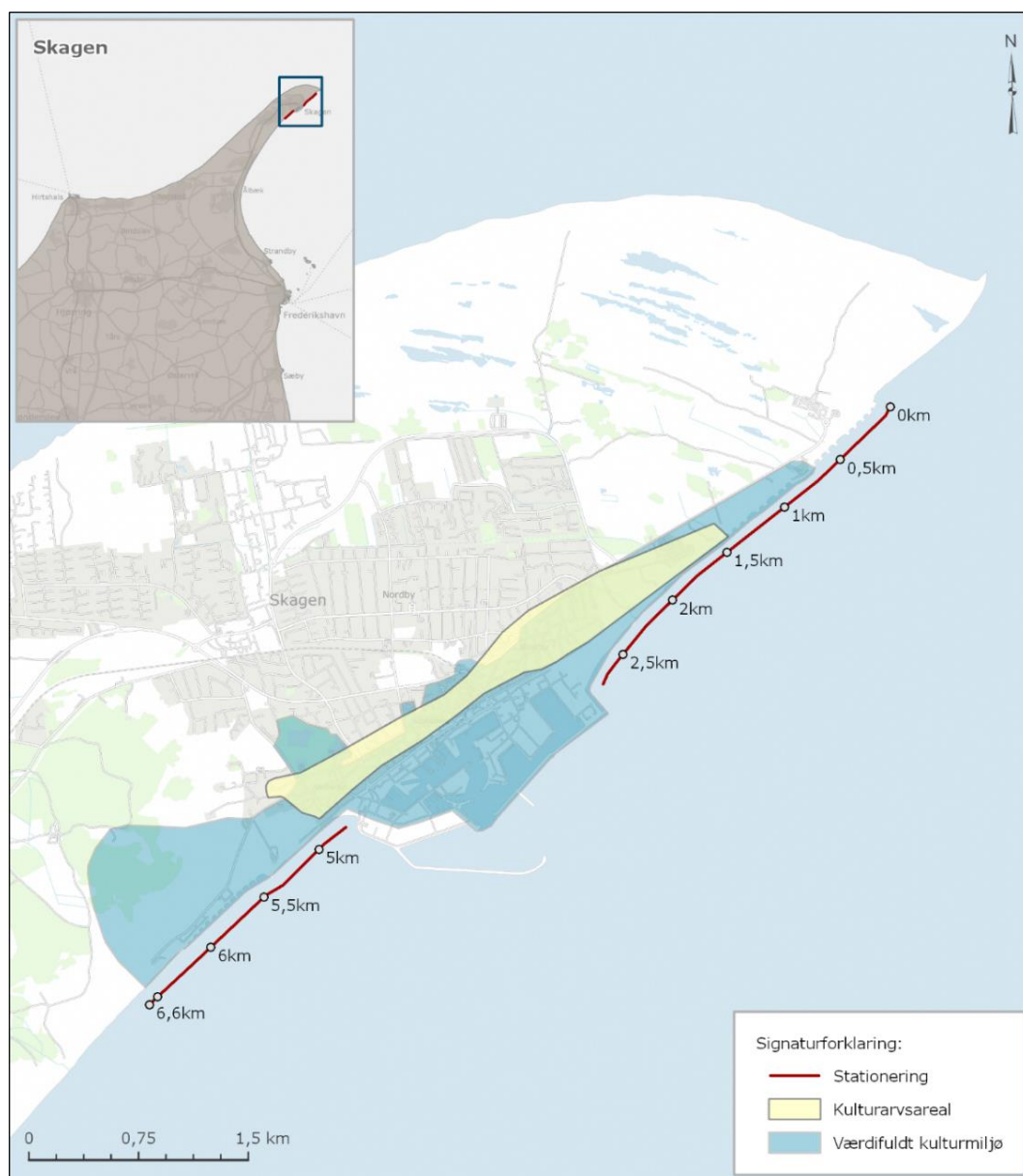
47



Figur 6-7. Områder til flersidig anvendelse udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Retningslinje 23.1 – værdifulde kulturmiljøer

*"For at sikre, at kulturarven og de værdifulde kulturmiljøer fortsat udgør vigtige potentialer for at tiltrække og fremme bosætning og turisme, er det vigtigt at værne om og sikre disse værdier."*⁴⁸



Figur 6-8. Værdifulde kulturmiljøer udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Vurdering af retningslinjer ift. 0-alternativet

Ved 0-alternativet vil der ikke blive foretaget kystbeskyttelse, og der vil i stedet ske en naturlig erosion af kysten. Skråningsbeskyttelsen langs strækningen vil beskytte mod den naturlige erosion, så klitten fastholder sin nuværende udstrækning, men kystlinjen vil nærme sig klitterne, hvormed stranden bliver smallere. De steder, hvor der ikke er skråningsbeskyttelse vil der med 0-alternativet ske en tilbagerykning på ca. 0-0,5 meter om året. I tilfælde af en 100 års storm-

⁴⁸ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 23. Værdifulde kulturmiljøer, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1310>

hændelse kan der ske en yderligere erosion på 15 meter. Hertil kan der ske et kollaps af skråningsbeskyttelsen ved delstrækningerne "Havnen – Klitgården" og "Grå Fyr", hvormed der efterfølgende kan ske erosion. De udpegede områder til beskyttelse af bevaringsværdier og naturinteresser vil derfor indskrænkes over tid som følge af erosion, men den naturlige tilbagerykning vurderes at være begrænset frem til 2024.

0-alternativet vurderes derved at være i overensstemmelse med retningslinjerne. Ved en fremtidig revision af kommuneplanerne kan Frederikshavn Kommune foretage en administrativ tilpasning af afgrænsningen af udpegningerne, så de tilrettes den nye kystlinje.

Vurdering af retningslinjer ift. projektet

Som konsekvens af projektets realisering fastholdes kystprofilen, som det er i dag. Kommuneplanens retningslinjer varetager bevaringsværdier og beskyttelsesinteresser på udpegede områder. Projektet hindrer, at kystlinjen eroderer, så de udpegede områder bevarer deres nuværende afgrænsning, og retningslinjerne kan derfor administreres som hidtil, hvorfor det vurderes, at projektet er i overensstemmelse med retningslinjerne.

Retningslinjerne om Natura 2000, geologiske beskyttelsesområder samt rimmer og dobber indeholder forhold, der kan påvirkes, selv om kystprofilen fastholdes.

Der er udarbejdet en væsentlighedsvurdering for at sikre, at projektets aktiviteter ikke påvirker internationale beskyttelsesområder, se bilag 9 *Væsentlighedsvurdering*, samt kapitel 15 *Havpatedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter* og kapitel 16 *Natur på land*, hvor også hovedkonklusionerne fra væsentlighedsvurderingen kan findes. En vurdering af overensstemmelsen med retningslinjerne angående geologi kan findes i kapitel 7 *Landskab*.

Ifølge retningslinjen for rimmer og dobber skal det så vidt muligt undgås at overpløje, eller tilplante inden for de udpegede områder. Sandfodring er foregået på stranden i en lang række år, hvorfor det vurderes, at det ikke er muligt at opleve rimme dobbe landskabet her. På den baggrund vurderes der ikke at kunne ske yderligere påvirkning af retningslinjen.

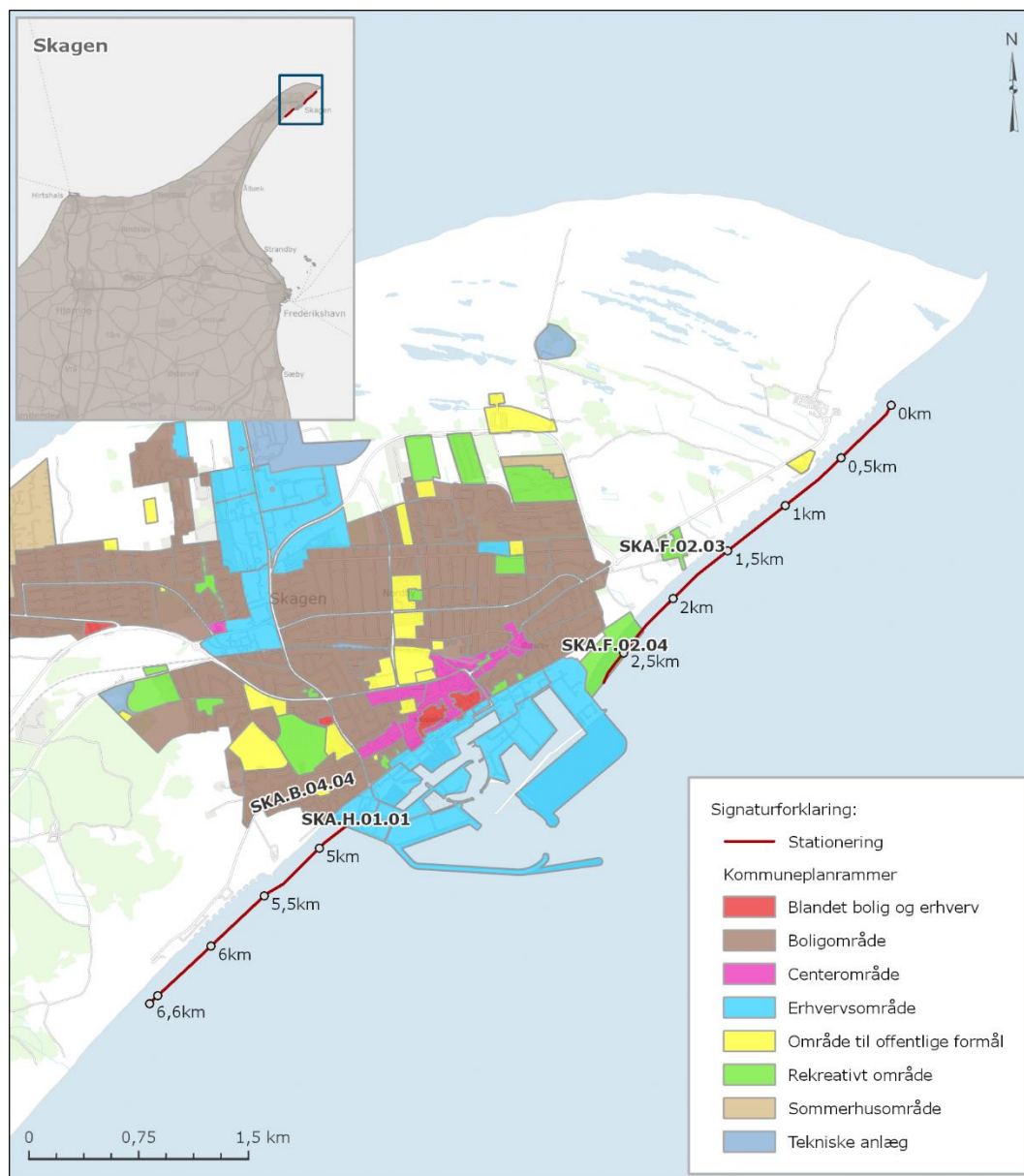
En beskrivelse af selve påvirkningen af den enkelte retningslinje fremgår af de forskellige kapitler i miljøkonsekvensrapporten, som fremgår af tabellen nedenfor.

Kapitel nr. og navn	Retningslinje
7. Landskab	Særligt værdifulde landskaber Geologiske beskyttelsesområder Rimmer og dobber Fredede områder
16. Natur på land	Beskyttet natur Særligt værdifulde naturområder, Natura 2000-områder på land Økologiske forbindelser
17. Kulturarv og historiske interesser	Værdifulde kulturmiljøer
20. Befolkning og menneskers sundhed	Strandparker

Tabel 6-1. Henvisninger til andre kapitler for vurdering af påvirkning af retningslinjer.

Kommuneplanrammer

Fællesaftalen for kystbeskyttelse af strækningen ved Skagen er vurderet i forhold til de nærmeste beliggende kommuneplanrammer i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune⁴⁹, der fremgår af Figur 6-9 og Tabel 6-2.



Figur 6-9. Kommuneplanrammer.

⁴⁹ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015 - Rammeområder, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1149>

Ramme-Område	Anvendelse	Vurdering ift. projektet	Vurdering ift. 0-alternativet
SKA.O.05.24	Offentlige formål	Rammeområdets areal bibeholdes for alle fem rammer, og anvendelserne er stadig mulige, hvorfor det vurderes, at der ikke skal foretages en ændring af rammen.	Rammeområdets areal og aktiviteter fastholdes pga. skråningsbeskyttelse langs kysten, beskyttes klitterne mod naturlig erosion. I tilfælde af en 100 års stormhændelse, kan der ske kollaps af skråningsbeskyttelsen, hvormed der kan ske erosion. Erosionen er dog ikke så stor, at den har betydning for rammeområdet inden for perioden 2020-24.
SKA.F.02.03	Rekreativt område		0-alternativets tilbage-rykning vil betyde en reduktion af rammeområdets areal. Det vil dog fortsat være muligt at benytte arealet som planlagt i kommuneplanen.
SKA.F.02.04	Rekreativt område		
SKA.H.01.01	Erhvervsområde		Rammeområdets areal og aktiviteter fastholdes pga. skråningsbeskyttelse langs kysten. Dog kan der ved en 100 års stormhændelse ske kollaps af skråningsbeskyttelsen, hvormed der kan ske erosion. Erosionen er dog ikke så stor, at den har betydning for rammeområdet inden for perioden 2020-24.
SKA.B.04.04	Boligområde		

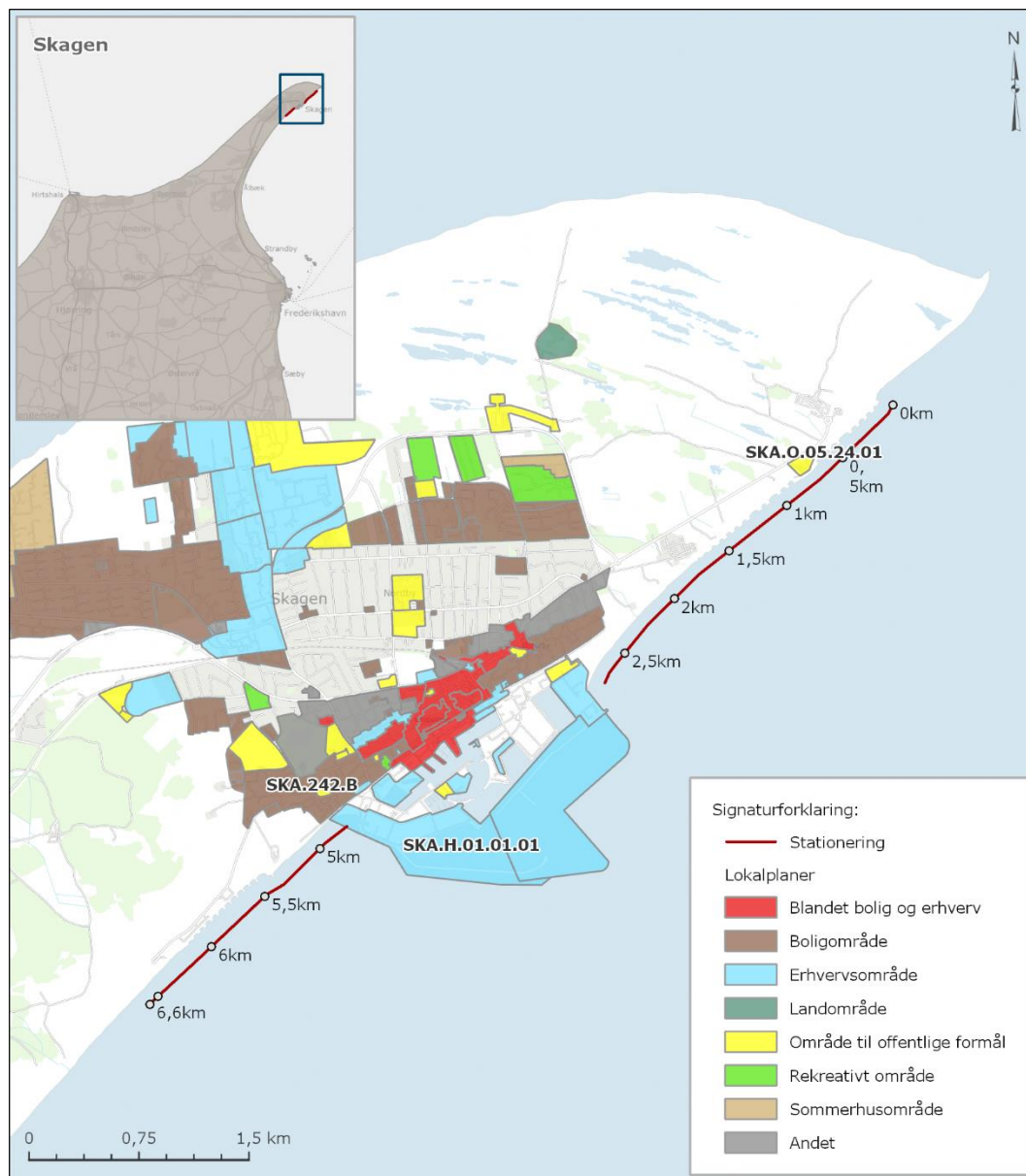
Tabel 6-2. Oversigt over rammeområder og vurdering i forhold til projektet og 0-alternativet.

Den planlagte kystbeskyttelse vil ikke i sig selv kræve ændringer af kommuneplanrammerne. Til gengæld vil 0-alternativet nogle steder medføre en kysttilbagerykning, der potentielt kan påvirke anvendelsen af kommuneplanrammerne. 0-alternativet vurderes ikke at begrænse muligheden for realisering af kommuneplanrammerne.

6.2.2

Lokalplaner

Fællesaftalen for kystbeskyttelse for strækningen ved Skagen er vurderet i forhold til de nærmest beliggende lokalplaner⁵⁰ i Kommuneplan 2017, der fremgår af Figur 6-10 og Tabel 6-3.



Figur 6-10. Lokalplaner.

⁵⁰ Erhvervsstyrelsen, Plandata.dk, Lokalplaner, <https://visplaner.plandata.dk/visplaner/lokalplaner.html>

Lokalplan nr.	Formål	Vurdering ift. projektet	Vurdering ift. 0-alternativet
SKA.O.05.24.01⁵¹	Lokalplanens formål er bl.a. at området kan anvendes til formål, der har offentlighedens interesse som kultur- og naturformidlingssted. Samtidig er formålet at eksisterende landskabs-træk bevares og forstærkes og at sikre landskabelig sammenhæng med de tilstødende områder. Herunder at eksisterende bevoksning bevares i videst muligt omfang og at sårbar natur genskabes.	Det vurderes, at den planlagte kystbeskyttelse er i overensstemmelse med lokalplanernes formål, da strandens areal fastholdes, og der ikke ændres på arealer, anvendelser og aktiviteter inden for lokalplanens afgrænsning.	0-alternativet er en naturlig udvikling, hvormed det ikke kan være i uoverensstemmelse med lokalplanernes formål. Derimod kan 0-alternativet forhindre planens realisering, hvis land eroderer væk eller investeringslysten forsvinder. Tilbagerykningen inden for 0-alternativet periode er dog så begrænset, at det ikke forhindrer muligheden for planernes realisering.
SKA.H.01.01⁵²	Lokalplanens formål er at området skal anvendes til havneformål med havnerelaterede større erhvervs- og servicevirksomheder. Den del af området, der ligger inden for projektet, er udlagt til offentligt strandområde uden mulighed for bebyggelse. hvorved Vesterbys tilknytning til vandet bevares.		
SKA.242.B⁵³	Lokalplanens formål er at området kan anvendes til helårsboligformål, at beskytte kulturmiljøet og sikre kvalitet og æstetik i bymiljøet.		

Tabel 6-3. Oversigt over lokalplaner og vurdering i forhold til projektet og 0-alternativet.

Den planlagte kystbeskyttelse vil ikke i sig selv kræve ændringer af lokalplanerne. Til gengæld vil 0-alternativet medføre en kysttilbagerykning, der potentielt kan påvirke anvendelsen af lokalplanerne, da bygninger m.m. rykker tættere på kysten. Tilbagerykningen vurderes ikke at forhindre realiseringen af lokalplanernes formål.

6.3 Øvrige planforhold

I det følgende vurderes det om den planlagte kystbeskyttelse er i overensstemmelse med øvrig planlægning.

6.3.1 Kystnærhedszonen

Kystnærhedszonen er en statslig planlægningszone, som er omfattet af planlovens § 5b. Kystnærhedszonen gælder for landzone og sommerhusområder, der ligger mellem kystlinjen og ca. tre kilometer ind i landet, dog med lokale variationer. Kystnærhedszonen skal friholdes for bebyggelse og anlæg, som ikke er afhængige af nærhed til kysten. Hovedformålet er, at de åbne kyster fortsat kan udgøre en væsentlig naturværdi og landskabelig værdi. Det er den enkelte kommune, som gennem kommuneplanen skal sikre, at de overordnede nationale mål om åbne og tilgænge-

⁵¹ Frederikshavn Kommune, Lokalplan SKA.O.05.24.01, https://dokument.plan-data.dk/20_3111717_1462862562745.pdf

⁵² Frederikshavn Kommune, Lokalplan SKA.H.01.01, https://dokument.plandata.dk/20_2574107_1536827068314.pdf

⁵³ Frederikshavn Kommune, Lokalplan SKA.242.B, https://dokument.plandata.dk/20_1175397_APPRO-VED_1354694573981.pdf

lige kyster opnås. Planlægningen skal samtidig varetage kommunens øvrige interesser i de kystnære områder, som f.eks. at fremme turismen og friluftslivet samt at beskytte kysten mod erosion.⁵⁴ Anlæg og indgreb, der skal beskytte kysten mod erosion, bliver af de involverede kommuner betragtet som nødvendige for at opfylde den nationale interesse i kystbeskyttelsen. Kommunerne kan i deres planlægning udpege kystlandskaber, som vil være sårbare overfor f.eks. de hårde konstruktioner, såsom høfder, bølgebrydere eller skråningsbeskyttelse.

Den planlagte kystbeskyttelse omhandler udelukkende sandfodring, og der etableres ikke hård kystbeskyttelse. De åbne kyster kan dermed fortsat udgøre en væsentlig natur- og landskabelig værdi, og det vurderes, at projektet er i overensstemmelse med de hensyn, som Frederikshavn Kommune skal varetage inden for kystnærhedszonen, som ikke behandles yderligere.

6.3.2 GeoSites

Den nordlige del af strækningen er udpeget som GeoSite. GeoSites er områder af international betydning, der på en videnskabelig måde dokumenterer de geologiske processer og miljøer, der har skabt jorden. GeoSites udpeges og beskrives for at skabe et grundlag for prioritering af planlægning og regulering under hensyntagen til bl.a. de internationale videnskabelige geologiske og geomorfologiske værdier. Der er tale om et europæisk projekt, styret af den internationale organisation ProGEO^{55 56}.

Formålet med udpegningerne er desuden at skabe øget opmærksomhed omkring unikke geologiske værdier, og på den måde medvirke til, at områderne bliver beskyttet og plejet.⁵⁷ Udpegning af Geosites er ikke fastlagt i lovgivningen, og er derfor dermed ikke omfattet af en formel beskyttelse. Kommunerne har derimod mulighed for at inddrage udpegningerne som grundlag i deres kommunale planlægning.

Den nordlige del af strækningen ved Skagen er i Frederikshavn Kommuneplan udpeget som geologisk beskyttelsesområde, der har til formål bl.a. at beskytte området mod anlæg og kystsikring, som kan sløre eller ødelægge mulighederne for at kunne opleve den geologiske dannelse⁵⁸. Der udarbejdes på den baggrund ikke en selvstændig vurdering af GeoSitet. Vurderingen af den planlagte kystbeskyttelses indflydelse på kommuneplanens geologiske beskyttelsesområde kan findes i kapitel 7 *Landskab*.

6.3.3 Den regionale vækst- og udviklingsstrategi

Region Nordjylland har i vækst- og udviklingsstrategien 'Mulighedernes Nordjylland'⁵⁹ fastlagt tre indsatsområder:

- *Et sammenhængende Nordjylland*
- *Et kompetent Nordjylland*
- *Et attraktivt og bæredygtigt Nordjylland*

⁵⁴ Erhvervsministeriet, Planloven, Bekendtgørelse af lov om planlægning, LBK nr. 1157 af 01/07/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/1157>

⁵⁵ GEUS, GeoSites in Denmark, <http://www.geosites.dk/>

⁵⁶ GeoSites, Anbout GeoSites /Om GeoSites, https://geosites.dk/om_os/index.html

⁵⁷ GEUS, 38 GeoSites i Danmarks er udpeget, 2007, <https://www.geus.dk/om-geus/nyheder/nyhedsarkiv/2007/feb/38-geosites-i-danmark-er-udpeget/>

⁵⁸ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 15. Landskaber, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1303>

⁵⁹ Region Nordjylland, Mulighedernes Nordjylland, Regional Vækst- og Udviklingsstrategi 2020-2023, https://rus.rn.dk/-/media/Rn_dk/Regional-Udvikling/Strategier-og-planer/MulighedernesNordjylland_RegionalUdviklingsstrategi_2020-2023.ashx?la=da

For vækst- og udviklingsstrategi for Region Nordjylland vurderes fællesaftalen samlet set at styrke mål, vision og initiativer, da kystbeskyttelsen fastholder kystlinjen med attraktive, brede strande, der bidrager til at bevare og styrke stedbundne potentialer i kraft af, at kysterne og strandene fortsat er værdifulde for bl.a. natur, turisme og bosætning mm., og derigennem også bidrager til en bæredygtig udvikling.

0-alternativet vurderes i mindre grad at bidrage til realisering af initiativerne, da strandene forventes at blive smallere i takt med at kystlinjen rykkes ind i landet. Den naturlige tilbagerykning af kysten er dog så relativt begrænset, at f.eks. natur og kulturelle værdier ikke trues i alvorlig grad på kort sigt i periode 2020-24. Derimod kan en manglende kystbeskyttelse begynde at få betydning for bosætning og investeringslyst.

6.3.4 Klimatilpasningsplan

Fællesaftalen for kystbeskyttelse af strækningen ved Skagen er omfattet af Frederikshavn Kommunes Klimatilpasningsplan⁶⁰. I klimatilpasningsplanen er der udarbejdet et risikokort ud fra, hvor ofte et område bliver oversvømmet, og hvor store skaderne er, når det sker.

Skagen by og havn er omfattet af risikokortlægningen, men projektet og 0-alternativet er ikke omfattet, som det kan ses på Figur 6-11 på næste side.

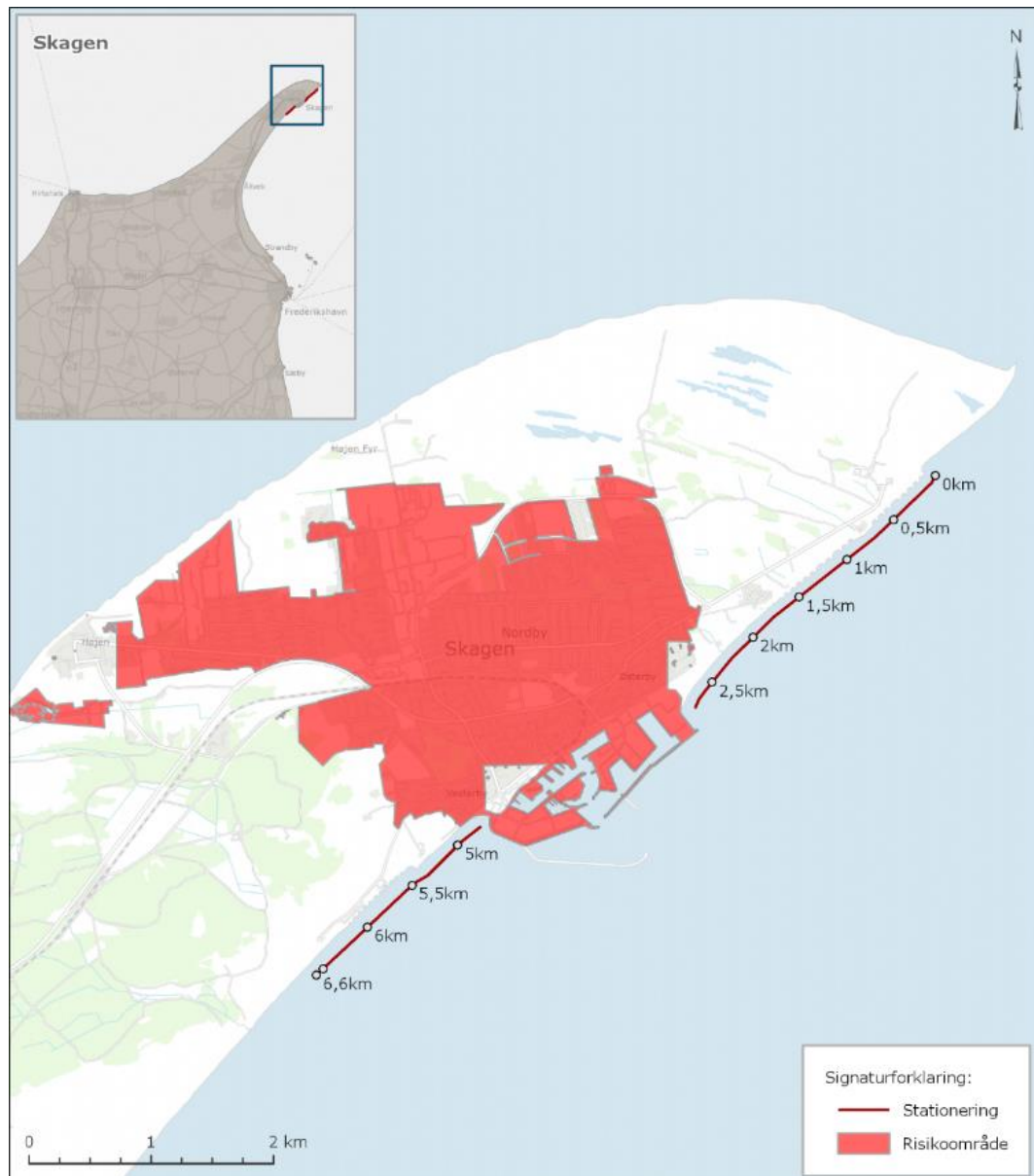
6.3.5 Særlige arealbindinger og udpegninger

Der gælder en række generelle og specifikke arealbindinger og udpegninger for de områder, hvor kystbeskyttelsen skal finde sted. Det gælder bl.a. følgende:

- Bygge- og beskyttelseslinjer
- Beskyttede naturtyper
- Nationalt og internationalt beskyttede arter
- Vandplanlægning
- Jordforurening
- Fredede fortidsminder
- Beskyttede sten- og jorddiger
- Fredninger
- Landskab
- Drikkevandsinteresser (OSD og OD)
- Infrastruktur anlæg, herunder veje og jernbaner
- Eventuelle øvrige arealmæssige bindinger

Det vurderes nærmere i de relevante fagkapitler, om den planlagte kystbeskyttelse er i konflikt med de bestemmelser og retningslinjer, der gælder for de enkelte arealbindinger og udpegninger.

⁶⁰ Frederikshavn Kommune, Klimatilpasningsplan 2017-2029, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/9#/>



Figur 6-11. Risikoområde udpeget ved Skagen.

MILJØVURDERING



RAMBØLL

Foto: Rambøll

7. LANDSKAB

Kapitlet beskriver påvirkningen af landskabet i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse af strækningen ved Skagen.

7.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af landskabet er beskrevet, analyseret og vurderet på baggrund af:

- Danmarks Miljøportal, Arealinformation
- Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune
- Per Smed landskabskort for Nordjylland og Jordartskort⁶¹
- Luftfotos, skråfotos og topografiske kort samt højdemodeller
- Fredningskendelser
- Opmålte kystprofiler fra Kystdirektoratet

Landskabet er kortlagt og beskrevet på baggrund af en kystlandskabsanalyse, som er tilpasset til de udfordringer den planlagte kystbeskyttelse indebærer i landskabsmæssig sammenhæng. Der tages afsæt i to analysemetoder, som er den statsligt anbefalede landskabskaraktermetode⁶² og den engelske seascape metode⁶³. Begge metoder forholder sig til karakteren af det konkrete landskab, hvor fokus ved landskabskarakteranalysen er på karakterisering af landskaber på land, mens fokus ved seascape er på karakterisering af det undersøiske landskab og det tilgrænsende kystnære landskab.

De to metoder indeholder grundlæggende samme strukturer, systematik og principper for at vurdere landskabskarakter⁶³, der betegner det særlige samspil mellem et landskabsområdes naturgrundlag, kulturgrundlag (arealanvendelse) samt de særlige rumlige og visuelle forhold, som kendetegner området og adskiller det fra de omkringliggende landskaber⁶⁴. Kombinationen af de to metoder er valgt for at rumme hele projektets potentielle influensområde på land og på havbunden. Med udgangspunkt i de to metoder er der udvalgt metodiske delelementer, som tilsammen er tilpasset og udgør den valgte kystlandskabsmetode, der er vurderet tilstrækkelig til det konkrete kystbeskyttelsesprojekts formål, omfang, detaljering og rummelighed.

Den valgte og gennemførte kystlandskabsanalyse består overordnet set af tre faser, som fremgår af nedenstående boks.

⁶¹ Geus, Kort over Danmark, Jordartskort, <http://data.geus.dk/geusmap/?lang=da&mapname=denmark#baslay=base-MapDa&optlay=&extent=-256238.42592592584,5850989.583333333,1371238.4259259258,6599010.416666667>

⁶² Miljøministeriet, Vejledning om landskabet i kommuneplanlægningen, <https://naturstyrelsen.dk/publikationer/2007/maj/vejledning-om-landskabsinteresserne-i-kommuneplanlægningen/>

⁶³ Natural England, 2012, An Approach to Seascape Character Assessment, Natural England Commissioned Report NECR105

⁶⁴ Stahlsmidt, P. & Nellesmann, V., 2009, Metoder til landskabsanalyse, Kortlægning af stedets karakter og potentiale, Forlaget Grønt Miljø

Fase 1 – Skrivebordskortlægning: Systematisk kortlægning af naturgeografisk og kulturgeografisk grundlag samt rumlig-visuelle forhold. Derudover er der gennemført en indledende grænsedragning af karakterområderne.

Fase 2 – Feltkortlægning: Verificering af karakterområdernes grænser og fotoregistrering af karakterområderne og deres landskabselementer. Derudover var fokus på de rumlige-visuelle forhold set fra kysten og det bagvedliggende landskab.

Fase 3 – Landskabsbeskrivelse: Systematisk beskrivelse af de afgrænsede karakterområder ud til otte meters dybdekurven på havbunden.

Kystlandskabsanalysen har resulteret i afgrænsning af to karakterområder langs strækningen. Udover kystlandskabsanalysen er der foretaget en systematisk gennemgang af en række registrerede og udpegede landskabelige beskyttelsesinteresser, som omfatter nationale kystlandskaber, landskabelige og geologiske udpegninger i kommuneplanen samt strandbeskyttede og klitfredede arealer. De valgte beskyttelsesinteresser er kortlagt inden for et undersøgelsesområde langs kysten, der strækker sig fra kystlinjen og 200 meter ind i landet.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af landskabet på strækningen er tilstrækkeligt, da der findes relevante data af god kvalitet.

7.2 Eksisterende forhold

I de følgende afsnit beskrives de eksisterende landskabelige forhold langs strækningen. Udstrækningen af området, hvor der planlægges kystbeskyttelse kan ses på Figur 7-1.



Figur 7-1. Udstrækning af den planlagte kystbeskyttelse.

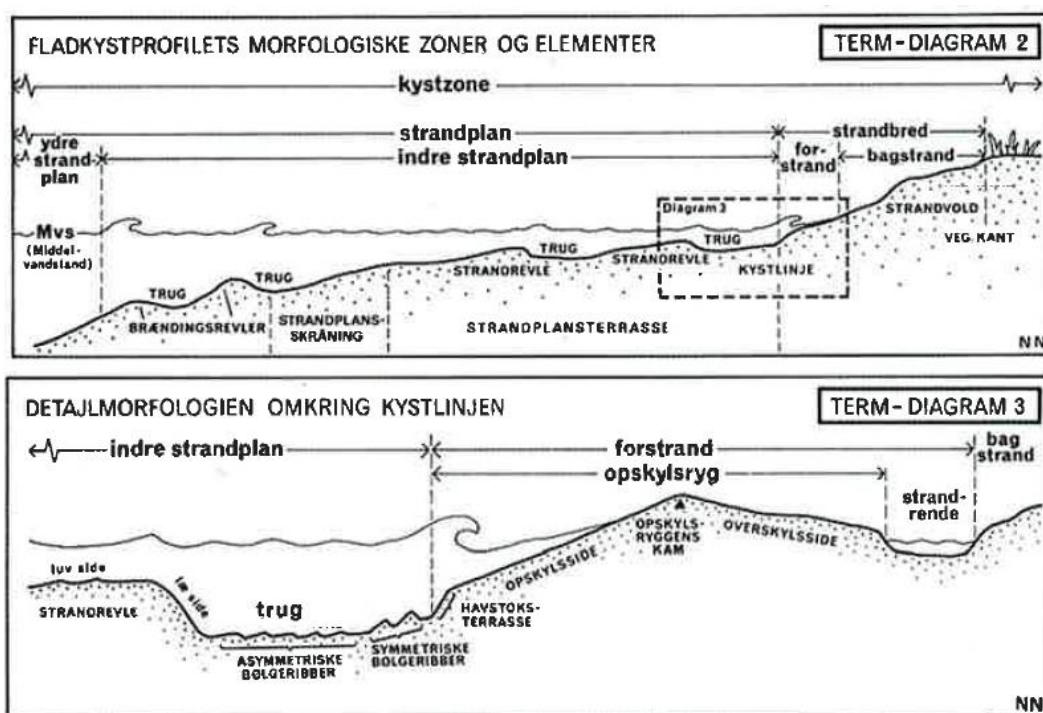
7.2.1 Kystmorfologi

Kystmorfologi er læren om kysternes opståen, udformning og udvikling. Til forståelse af hvordan kystlandskabet på strækningen ved Skagen er dannet og udviklet, og hvor dynamisk et miljø det er, beskrives de overordnede kystprocesser i de efterfølgende afsnit.

Termologi og processer

Kystzonen inddeles i flere hydro- og aerodynamiske enheder, hvor vind, bølger, strømme og vandstandsændringer er de væsentligste faktorer for kystens udvikling. Kystzonens enheder fremgår af Figur 7-2. På det ydre strandplan dominerer processer fra dybtvandsbølger og havstrømme. Grænsen mellem det ydre og indre strandplan defineres af zonen, hvor bølgerne bryder

– også kaldet brændingszonen. Det indre strandplan domineres af processer, der opstår som følge af bølgebrydningen. Forstranden domineres af opskylsprocesser, der danner en opskylsryg, mens bagstranden domineres af æoliske processer (vindens transport af sediment)⁶⁵.

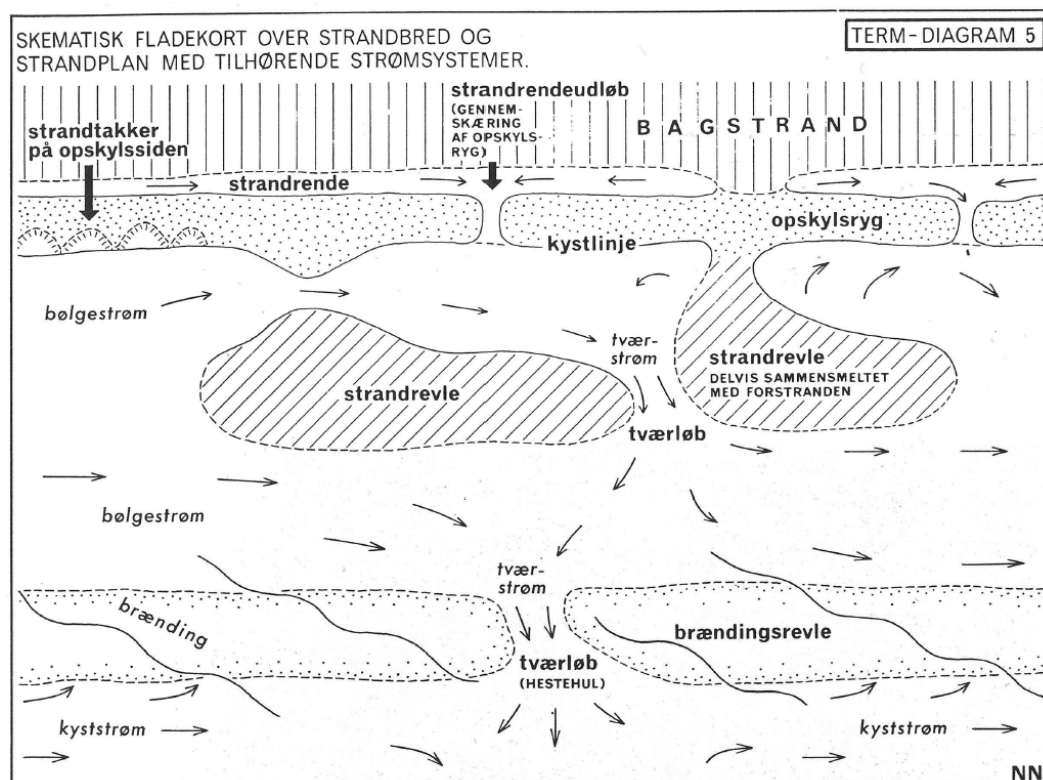


Figur 7-2. Termdiagram over kystzonens inddelinger⁶⁵.

Sedimenttransport på det indre strandplan

Sedimenttransporten i kystzonen kan opdeles i to forskellige måder: (1) en kystnormal transport (på tværs af kysten) og (2) en kystparallel transport (langs kysten). Den resulterende transport skal altid ses som et sammenspil mellem de to typer transporter. Den ene kan være mere eller mindre dominerende end den anden, men kan ikke betragtes isoleret⁶⁵.

⁶⁵ Aagaard, T., Nielsen, J. & Nielsen, N., 2007. Kystmorfologi. Institut for Geografi og Geologi, Københavns Universitet.



Figur 7-3. Termdiagram over kystens morfologiske elementer⁶⁵.

1. Kystnormal sedimenttransport

Den kystnormale transport styres af bølgenes asymmetri og kystprofil. På dybt vand er bølgerne symmetriske og transporterer lige meget sediment frem og tilbage med en netto-transport på nul. Når bølgerne nærmer sig kysten, udvikles en bølgeasymmetri som følge af friktionen med bunden. Bølgeasymmetrien, som er landværts rettet, afstedkommer en landværts rettet transport af sediment. Den landværts rettede transport modvirkes af tyngdekraften, hvis størrelse er betinget af kystprofillets stejlhed⁶⁵.

Når bølgerne bryder, "taber" de deres energi og dermed evnen til at transportere sediment. Hvis strandplanet er svagt hældende, vil de indfaldne bølger bryde et stykke fra kystlinjen, og det sediment, som bølgerne eventuelt har transporteret med sig, bliver herved aflejret et stykke ude i havet i form af en revle. Revlernes beliggenhed er dermed afhængig af, hvor bølgerne bryder. Den inderste revle kaldes som regel for en "strandrevle", og den yderste kaldes en brændingsrevle. Systemet kan ses på Figur 7-3.⁶⁵

I stormsituationer med høje bølger, der bryder længere fra land, har strandrevlerne en tendens til at vandre udad (søværts). I godt vejr med mindre bølger, der bryder tættere på land, vandrer de til gengæld ind mod land (landværts). Den yderste revle er derfor som regel meget stabil, da den kun påvirkes i de største og relativt sjældne bølgesituationer, mens de indre revler er mere mobile, da de ligger i den zone, hvor de mere almindelige bølgehøjder forekommer⁶⁵.

Når en strandrevle er vandret helt ind til kysten, kan den del af materialet, der er "smeltet" sammen med kysten eventuelt indgå i dannelsen af en "opskylsryg" på forstranden. Strandrevler og opskylsrygge blotlægges ofte ved lavvande og indgår dermed som en del af strandbredden.

2. Kystparallel sedimenttransport

Når bølgenes indfaldsvinkel på kysten er forskellig fra kystlinjens orientering, danner bølgerne en kystparallel strøm, hvis hastighed afhænger af bølgehøjden og vinklen med kystlinjen. Den kystparallelle strøm er årsag til langstransporten, og er hovedsageligt koncentreret i opskylszonen og på det indre strandplan i brændingszonen. Som regel er transporten på det indre strandplan dominerende på grund af de store strømhastigheder. Den kystparallelle strøm er som udgangspunkt ikke alene kraftig nok til at mobilisere sedimentet. Først når sedimentet er mobiliseret ved bølgebrydning, vil det være den kystparallelle strøm, der driver sedimenttransporten. Når bølgerne bryder over revlerne, sker der en ophvirvling af sedimenter, og når først de er bragt op i vandsøjlen, er den kystparallelle strøm stærk nok til at transportere sedimentet på langs af kysten⁶⁵.

Kystlinjens udformning er et resultat af bølgeeksponering, bølgeklima, landehævning (isostasi) og det globale havniveau (eustasi) samt kystens udgangsmateriale. Grundlæggende vil bølgenes energi altid forsøge at udligne kysten, så dens udformning bliver en lige linje vinkelret på bølgenes indfaldsvinkel. Resultatet af fænomenet kaldes for en udligningskyst. Den form for kystudvikling betyder, at der langs en ujævn kyststrækning vil forekomme erosion, hvor kysten har fremspring, og der vil ske aflejring af sediment, hvor kysten har bugter indad⁶⁵. En beskrivelse af den aktive kystprofil kan ses i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*.

Æolisk sedimenttransport

Ud over bølger har vind også en kystmorfologisk betydning, idet kystzonens klitter er dannet af sand, der er blæst ind fra strandbredden. Sandkornets mobilisering og transport afhænger af sandets kornstørrelse og vindens hastighed.

Når sandet er mobiliseret, kan det fanges i eventuel vegetation på stranden. Hvis det flygende sand møder sammenhængende vegetation, kan der dannes et bælte af mindre klitter (tueklitter), som med tiden kan vokse i højde og danne en egentlig *forklit*. På en kyst, hvor sandtilførslen er rigelig, kan der efterhånden dannes flere forklitter uden på hinanden. Når en ny forklit opstår, bliver sandet fanget i en mere fremskudt position, og sandtilførslen til den bagvedliggende forklit standser, hvorefter den bliver inaktiv.

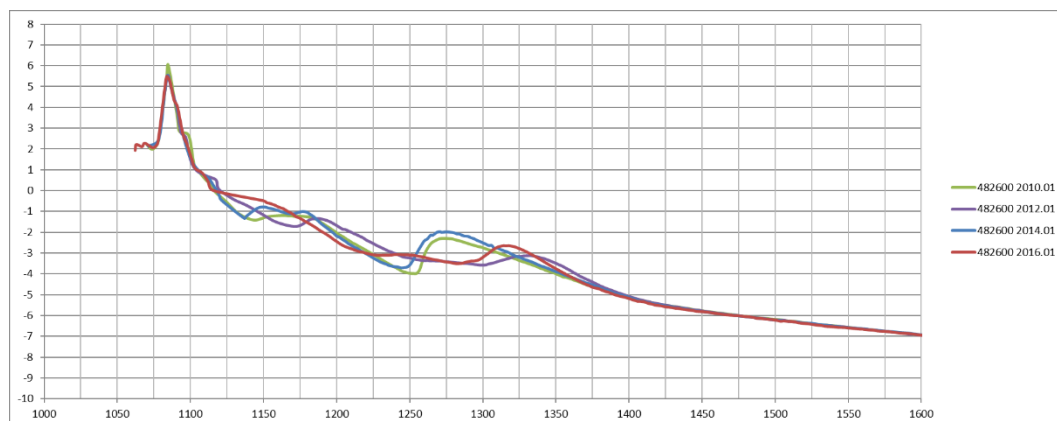
Forklittens (i teknisk forstand og ikke som en udpegning af en naturtype) dannelse er helt afhængig af vegetationen. Forsvinder vegetationen, eroderes klitten, og sandet transporteres i vindens retning. Vegetationen kan ødelægges ved menneskers færdsel, bølgeerosion eller naturlig plantedød, f.eks. på grund af næringsmangel eller afgræsning. Opstår der et hul i den forreste klitrække og i vegetationen, f.eks. som følge af havets erosion, øges vindhastigheden gennem hullet og dermed muligheden for, at sandet mobiliseres og begynder at vandre. Fortsætter processen, dannes en vindrende, som typisk er mellem 20 og 50 meter bred. Vindrenden kan ved uhindret udvikling danne parabelklit, som er hårnåleformet med en central kerne og to langstrakte arme, som vender imod den fremherskende vindretning. Parabelklittens vandringshastighed kan være helt op til 25 m/år.

Kystprofilet ved Skagens Odde

Kystprofilet ved Skagen er overordnet set karakteriseret ved et jævnt hældende profil, og er præget af lange kystparallelle revlesystemer.

På grænsen mellem det ydre og indre strandplan ligger der typisk en stor brændingsrevle på omkring to til fire meters vanddybde. Længere inde på det indre strandplan forekommer ofte en eller flere mindre strandrevler. Et eksempel fremgår af Figur 7-4, som viser et typisk kystprofil, der er opmålt ved Skagen i Kystdirektoratets kystprofilinje 482600. Her ses yderst en brændingsrevle

ved ca. 1.250-1.350 meter, og længere inde på det indre strandplan ses en strandrevle ved ca. 1.170-1.200 meter. Grænsen mellem det ydre og indre strandplan, og hvor kysten er stabil er ved ca. 5,5 meters dybde ved ca. 1.400 meter (knap 300 meter fra kystlinjen). Første klitrække på seks meters højde observeres omkring 1.080 meter.



Figur 7-4. Kystprofilinje 482600 ved Skagens Odde over en seksårig periode, hvor x- og y-aksen er målt i meter – x-aksens nulpunkt ligger på bagsiden af forklittens bund. Forskellige kystmorfologiske elementer kan identificeres: Første klitrække på seks meter, selve stranden, en strandrevle og en brændingsrevle. Placeringen af revlerne skifter fra år til år.

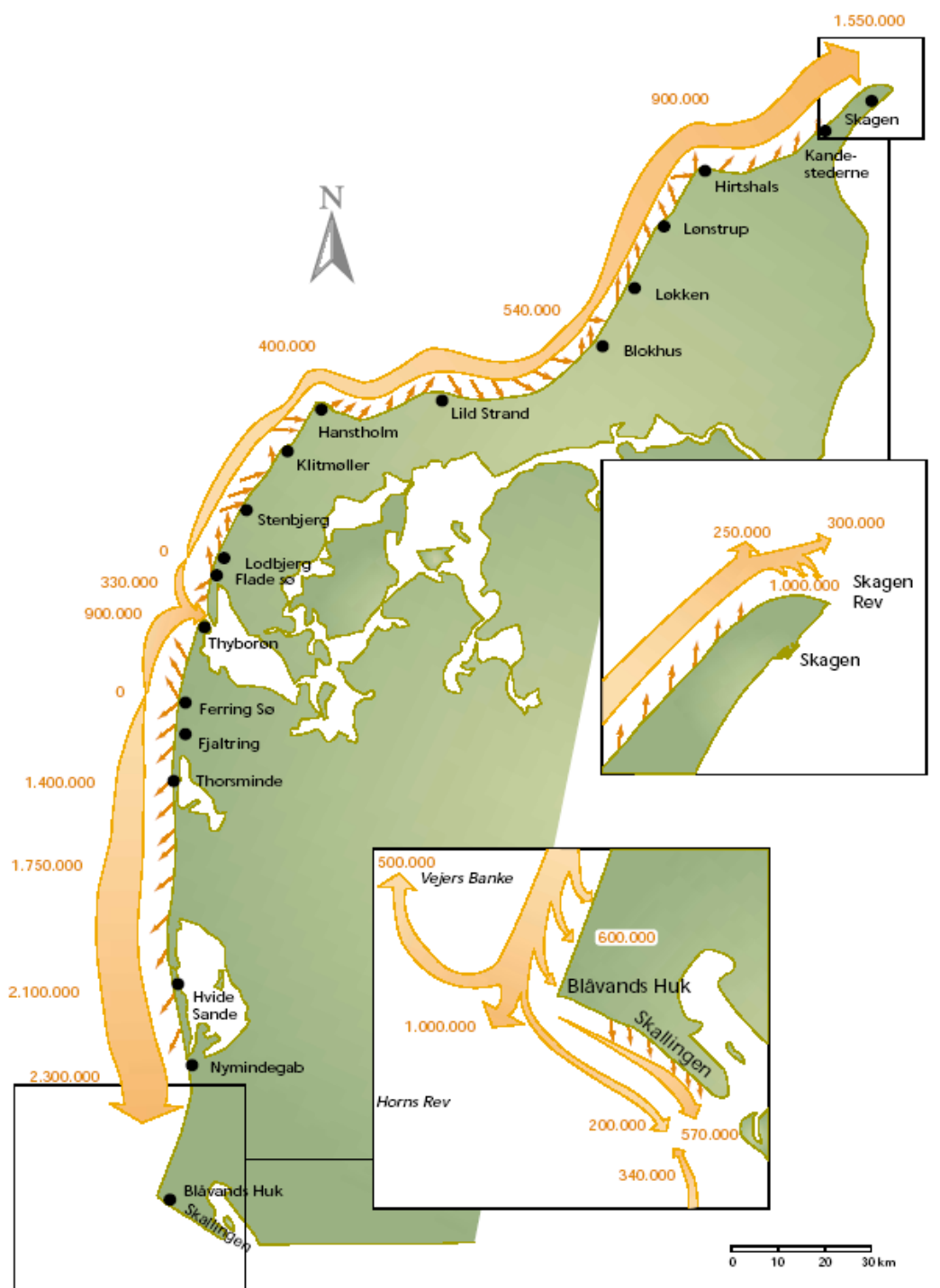
Udvikling af kystlinjen på Skagens Odde

Skagens Odde er med sine 30 km en af verdens største odder, og fortsætter i et undersøisk rev ca. fire kilometer i nordøstlig retning⁶⁶. Odden er dannet ved en kraftigt nordgående strøm langs Vestkysten og et positivt sedimentbudget, som sikrer rigeligt tilgængeligt sediment til opbygningen af odden.

Som det fremgår af Figur 7-5, varierer den årlige netto kystparallelle sedimenttransport langs Vestkysten fra 0 til maksimalt 2.300.000 m³/år ved Nymindegab og med omkring 1.550.000 m³/år ved Skagens Odde. Det er den kraftige nord- og nordøst-gående strøm, der transporterer sediment, der bidrager til den fortsatte udbygning af Skagens Odde. Omkring 1.000.000 m³/år sediment indgår direkte i opbygningen af Skagens Odde, mens de resterende 550.000 m³/år passerer odden og aflejres længere søværts.

Til at beskrive en kysts sedimenttransport opstilles et sedimentbudget. Opstilling af et sedimentbudget består i etablering af en sammenhæng mellem erosion, transport og aflejring af sediment. Sker der mere aflejring end erosion, opbygges det aktive kystprofil, fordi der tilføres mere sediment, end der fjernes. Er der mere erosion eller/og sedimenttransport end aflejring, eroderes kysten.

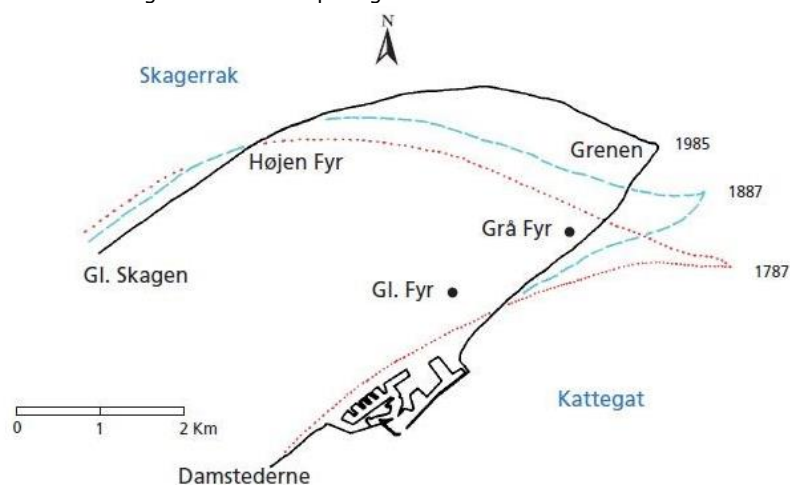
⁶⁶ Andersen, S., Sjørring, S., 1997, "Geologisk set – Det nordlige Jylland", Geografforlaget, 1. udgave, 2. oplag



Figur 7-5. Sedimenttransporten langs Vestkysten i 2001. Mængder er angivet i $m^3/år$.⁶⁷

⁶⁷ Kystdirektoratet, 2001, Kystdirektoratets program for Undersøgelser og Udvikling 1998-2001. 2. udgave. Kystdirektoratets kysttekniske afdeling.

Sedimentbudgettet ved Skagens Odde er positivt, da odden vokser med ca. ti meter om året⁶⁸. Oddens udvikling ses illustreret på Figur 7-6.



Figur 7-6. Kystens udvikling ved Skagen⁶⁹.

Selve oddespidsen består af nyligt aflejret sand og grus på en bred sandstrand, hvor nye systemer af strandvolde kontinuerligt aflejres og bidrager til den fortsatte vækst mod nord og nordøst. Østsiden af odden eroderes, da revet, som ligger i forlængelse af odden, bremser sedimenttransporten, som en stor høfde, og fordi der dannes strømhvirvler bag Grenen og revet. Erosionen af oddens østside er reduceret ved hård kystbeskyttelse i form af bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse⁷⁰.

Figur 7-7 viser et eksempel fra Skagen, hvor flere af kystens elementer kan identificeres. Bagerst findes første klitrække, hvor vegetationen fanger sandet og opbygger klitten. Foran den første klitrække ses tueklitter, som ligeledes fanger sandet, og der kan anes en begyndende dannelse af en ny klitrække.



Figur 7-7. Kystmorfologiske elementer ved Skagen syd for Klitgaarden.

⁶⁸ Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse ved Skagen, <http://kysterne.kyst.dk/kystbeskyttelse-ved-skagen.html>

⁶⁹ Kystdirektoratet, Fællesaftale om kystbeskyttelse ved Skagen, <https://kyst.dk/projekter/faellesaftaler/faellesaftale-om-kystbeskyttelse-ved-skagen/>

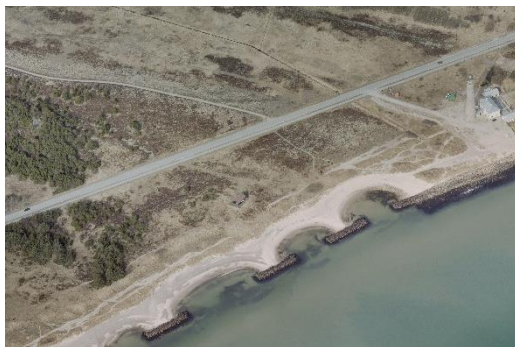
⁷⁰ Andersen, S., Sjørring, S., 1997, "Geologisk set – Det nordlige Jylland", Geografforlaget, 1. udgave, 2. oplag

Kystbeskyttelsens påvirkning af kystlinjen

Langs store dele af strækningen ved Skagen er kystens udformning præget af forskellige kystbeskyttelsestiltag, som er en kombination af sandfodring, skråningsbeskyttelse, høfder og bølgebrydere.

Langs strækninger med høfder bugter kysten sig normalvis i et karakteristisk mønster, hvor der er såkaldt *luvsideaflejring* (aflejring af sediment opstrøms høfden) og *læsideerosion* (erosion umiddelbart nedstrøms høfden), som medfører, at kysten er fremskudt opstrøms høfden og tilbagetrukket nedstrøms høfden. Luvsideaflejring og læsideerosionen forekommer dog kun i begrænset grad ved strækningen ved Skagen, da der er etableret skråningsbeskyttelse sammen med høfderne, og der er begrænset transport af sand umiddelbart syd for Skagen Havn. Ved bølgebrydere bugter kystlinjen sig i et karakteristisk mønster bag bølgebrydere, hvor sediment aflejres i form af såkaldt *tombolodannelse*. Ved strækningen findes ligeledes t-høfder, som får sediment til at aflejre sig i tombolodannelser, ligesom bølgebrydere. Se Figur 7-8.

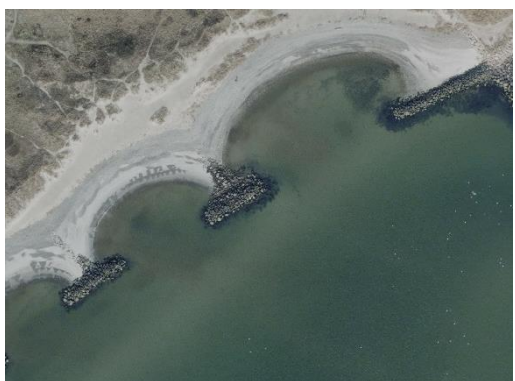
Som følge af de uforstyrrede transportprocesser langs strækninger uden hård kystbeskyttelse i havet, bugter kysten sig ind og ud i større skala, som ikke altid kan opfattes med det blotte øje, og kysten opleves derfor ofte som mere eller mindre en lige linje. Se Figur 7-8 nederst til højre.



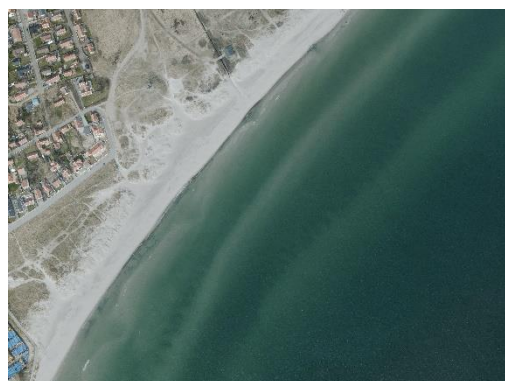
Landskabets udformning som følge af bølgebrydere. Mellem bølgebryderne ses tombolodannelser.



Landskabets udformning som følge af høfder og skråningsbeskyttelse.



Landskabets udformning som følge af t-høfder. Mellem t-høfderne ses tombolodannelser.



Landskabets udformning med luvsideaflejring ved Sønderstrand, hvor der ikke er hård kystbeskyttelse.

Figur 7-8. Kystens udformning langs strækningen ved Skagen som følge af kystbeskyttelse.⁷¹

⁷¹ Kortforsyningen. Skråfoto, 2017, <https://skraafoto.kortforsyningen.dk/oblivisionjs/soff/index.aspx?project=Denmark&lon=10.2027929&lat=56.1277927>

7.2.2 Historisk perspektiv

Kystbeskyttelsen sydvest for Skagen Havn blev første gang etableret i 1921, hvor Staten anlagde 17 høfder på grund af en tiltagende erosion efter etablering af havnen. Høfderne var pælehøfder med søsten med landender i beton. Høfderne måtte løbende suppleres med sten grundet kystens fortsatte erosion. I midten af 1930'erne blev der etableret parallelværker, som træspuns eller en mur af sækkebeton, mellem høfderne, og igen i 1950'erne blev træspunsen erstattet af en betonspuns pga. råd. Havneudvidelsen i 1951-55 reducerede antallet af høfder til 12. I 1975 anlagdes to nye T-høfder sydvest for den daværende høfdegruppe og den syd-vestligste eksisterende høfde blev ombygget på grund af den fortsatte erosion i området. I 1980/81 blev den første strandfodring gennemført med 15.000 m³ sand på stranden ud for Damstederne.

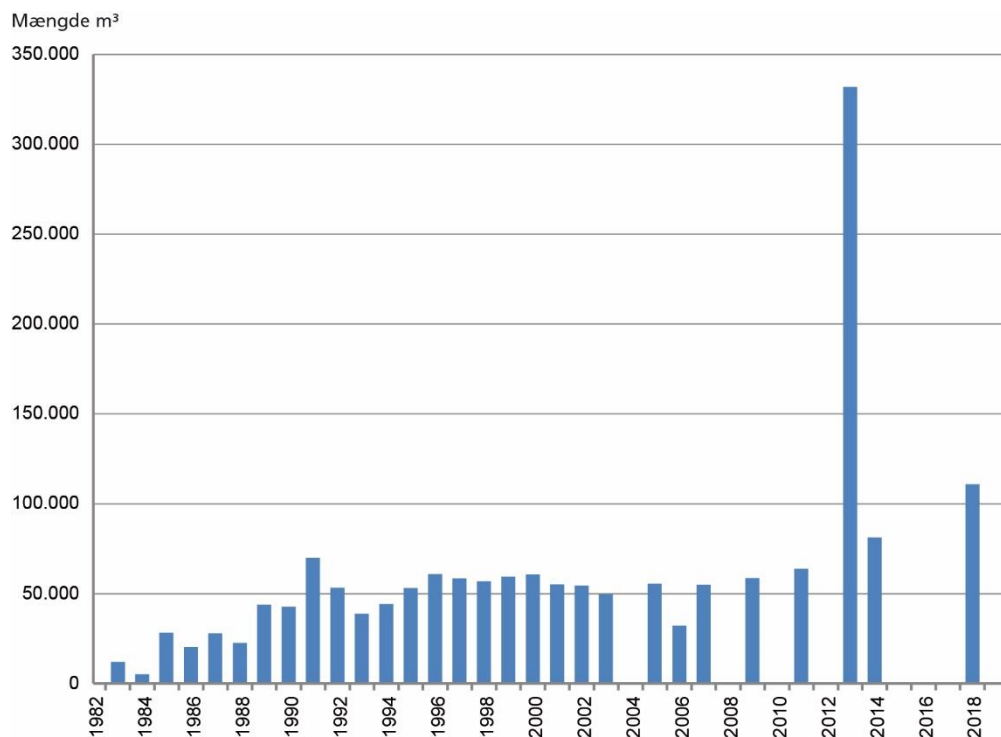
Kystbeskyttelsen nordøst for Skagen blev i igangsat i 1969 med indstilling af ralgravning på strækningen i erkendelse af ralgravningens indflydelse på kystens manglende stabilitet. De første høfder blev anlagt i 1971-72 ud for det Grå Fyr, som lå i en truet position. Høfderne blev udført som tre små vinkelhøfder, hvorimellem der blev etableret skråningsbeskyttelse. For at bekæmpe kystnedbrydning blev der i starten af 1970'erne planlagt anlæg af yderligere 25 korte T-høfder af søsten. T-høfderne blev anlagt i etaper for at opnå erfaring med løsningen, og projektet blev siden øget, så der i 1979 var anlagt 34 T-høfder samt yderligere fem høfder på strækningen. Høfderne nærmest havnen er siden blevet overlejret af sand, mens det i 1980 har været nødvendigt at supplere med skråningsbeskyttelse bag de nordøstligste høfder.

I 1982 aftalte Staten, kommunen og daværende amt et treårigt aftaleprogram ("Fællesaftale"), og der har lige siden været både flerårige og etårige fællesaftaler omkring kystbeskyttelse. Aftalerne har alle inkluderet sandfodring på hele eller dele af kyststrækningen – enten ved tilkørsel med sand fra landsiden, strandfodring med indpumpning eller kystnær fodring, jf. Figur 7-9. Den samlede strækning for beskyttelse er i dag 4,4 km lang på Kattegatkysten, heraf 2,8 km nordøst for Skagen Havn og 1,6 km sydvest for Skagen Havn.

Sandfodring er gennemført med sand fra Skagen Nordstrand frem til 2009. Indvindingen foregik på lavt vand fra land med wiremaskine eller hydraulisk gravemaskine for efterfølgende transport over land til indbygningsstedet. Sandet er siden enten indvundet fra Skagen Rev eller af nyttiggjorte materialer fra uddybningsarbejder i forbindelse med udvidelse af Skagen Havn.

Udover sandfodring har arbejderne under fællesaftalerne i hovedtræk bestået af renovering-/udskiftningsprojekter samt:

- Fjernelse af to T-bølgebrydere og udvidelse af skråningsbeskyttelse ved det Grå fyr.
- Etablering af kunstig klit nordøst og sydvest for Grå Fyr.
- Etablering af to høfder mellem Skagen Havn og Klitgården.
- Forlængelse af T-høfdeudbygningen ved Damstederne med bølgebrydere.
- Singelsfodring på strækningen havnen-Klitgården.



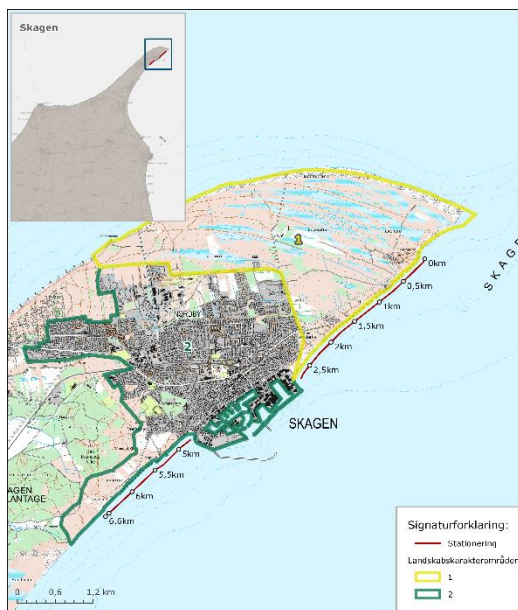
Figur 7-9. Fodringsmængder ved Skagen siden 1982 i fast indbygget mål.

7.2.3 Landskabsbeskrivelse

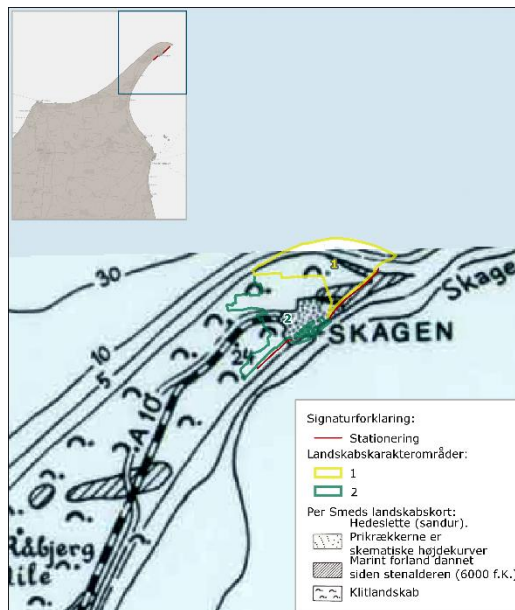
Landskabet beskrives i det følgende på baggrund af den gennemførte kystlandskabsanalyse, som har ført til afgrænsning af to karakterområder ved Skagen. Karakterområderne er landskabelige helheder, der bl.a. er afgrænset ud fra naturgeografiske og kulturgeografiske forhold samt rumligt-visuelle sammenhænge. Karakterområdernes udstrækning fremgår af Tabel 7-1. Afgrænsning af karakterområderne fremgår af Figur 7-10.

Stationering	Karakterområde
0-3	Karakterområde 1
5-6,3	Karakterområde 2

Tabel 7-1. Afgrænset karakterområde ved Skagen.



Figur 7-10. Afgrænsning af karakterområde 1 og 2 for Skagen.



Figur 7-11. Afgrænsning af karakterområde 1 og 2 på landskabskort med landskabsdannelser⁷².

I det følgende beskrives grundlaget for den konkrete afgrænsning af karakterområderne. Afsnittene er systematisk opbygget jævnt før processen for den anvendte kystlandskabskarakteranalyse. Beskrivelsen af karakterområdet opsummeres til sidst i afsnittet.

Naturgeografisk grundlag

Det naturgeografiske grundlag for landskabet langs strækningen for de to karakterområder er analyseret og beskrevet nedenfor. Karakterområdets geomorfologi fremgår af Figur 7-11.

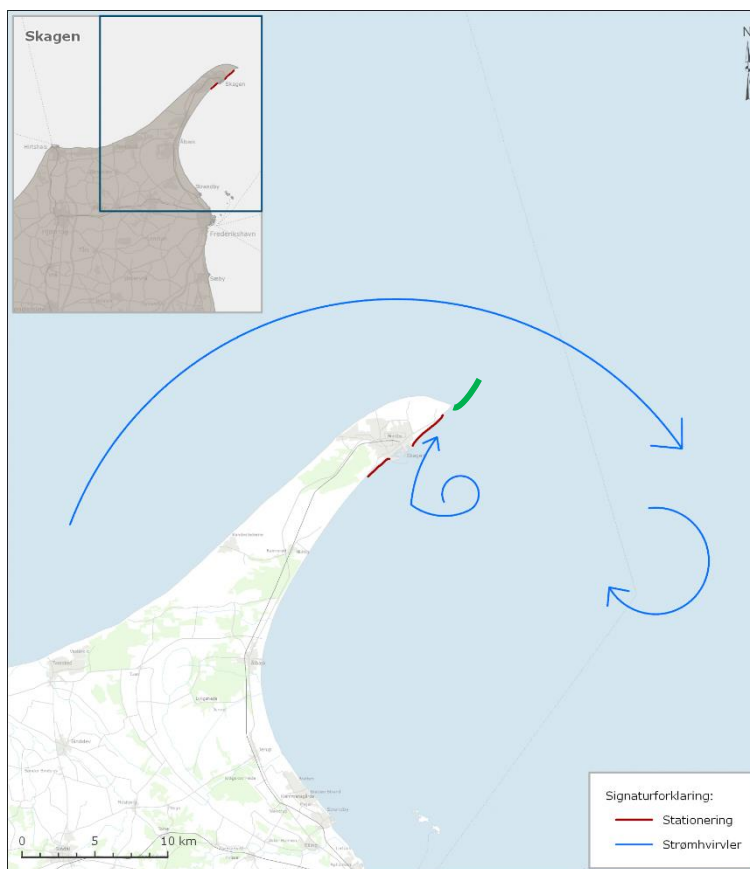
	Beskrivelse af naturgeografisk grundlag
Karakterområde 1	Karakterområdet består af den yderste aktive spids af Skagens Odde, Grenen, og den tilgrænsende strandvoldsslette syd for selve oddespidsen. Området er under stadig udvikling, og det er muligt at følge de processer, som gennem de seneste 7.000 år, siden Stenalderhavets maksimale udbredelse, har dannet Skagens Odde. Skagens Odde er med sine 30 km en af verdens største odder, og fortsætter i et undersøisk rev ca. fire kilometer i nordøstlig retning⁷³. Odden er dannet ved en kraftigt nordgående strøm lang Vestkysten og et positivt sedimentbudget, som sikrer rigeligt tilgængeligt sediment til opbygningen af odden. Ved havets opskyl og den gradvise landehævning fra sidste istid er serier af strandvolde dannet på oddens nordlige side, Nordstrand. Oddespidsen består af nyligt aflejrede strandvolde af sand og grus i øst-vestgående rækker, som kaldes rimmer. Strandvoldene er adskilt af fugtige lavninger, som kaldes dobber. Grenen er et såkaldt "rimme-dobbe"-landskab. En del af det karakteristiske landskab er dog skjult af flyvesandsaflejringer og klitlandskaber⁷². Østsiden af Odden eroderes, da revet, som ligger i forlængelse af odden, bremser sedimenttransporten, og fordi der dannes strømhvirvler bag Grenen og revet⁷³, som det er

⁷² Per Smed, Landskabskort over Danmark, Blad 1, Nordjylland, Geografforlaget

⁷³ Andersen, S., Sjørring, S., 1997, "Geologisk set - Det nordlige Jylland", Geografforlaget, 1. udgave, 2. oplag

Beskrivelse af naturgeografisk grundlag

vist på Figur 7-12. Erosionen af oddens østside er reduceret ved hård kystbeskyttelse i form af bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse.



Figur 7-12. Østsiden af Odden eroderes, da revet, som ligger i forlængelse af odden, bremser sedimenttransporten, og fordi der dannes strømhvirvler bag Grenen og revet. Den omtrentlige placering af revet er markeret med grøn.



Figur 7-13. Rimme-dobbe-landskab ved Grenen, der dog fremstår beplantet.

Karakterområde 2

Karakterområde 2 er dannet under samme forhold som karakterområde 1, men det er ældre. Det er i højere grad dækket af flyvesandaflejringer og kliddannelse, og det er derfor sværere at se det oprindelige "rimme-dobbe"-landskab. Der er desuden en del bebyggelse

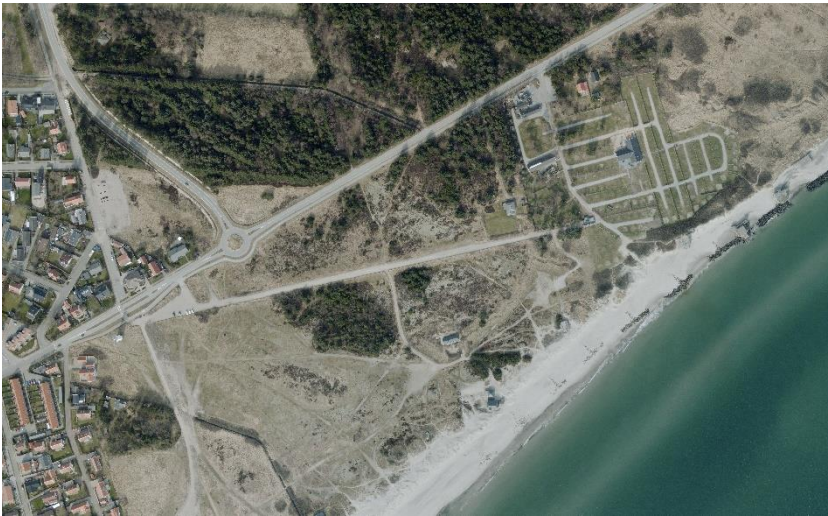
	Beskrivelse af naturgeografisk grundlag
	i området i form af Skagen by, som gør det endnu sværere at se det oprindelige landskab. Arealer uden bebyggelse fremstår som græs- eller klithede. I den sydlige del af karakterområdet findes Stokmilten, der er en vandremile, der blev skabt på Vestkysten, og nu har vandret på tværs af landet til Kattegat. Milen er et eksempel på den dynamik, der kendetegner naturen på Skagens Odde. Karakterområdet afgrænses af Skagen Klitplantage og Damsted Klit, der naturligt afgrænser det flade terræn med et mere kuperet terræn.  Figur 7-14. Karakterområdet set fra Stokmilten, hvor afgrænsningen mellem det flade landskab og det mere kuperet terræn kan ses centralt i fotoet.

Kulturgeografisk grundlag

Det kulturgeografiske grundlag for de to karakterområder er beskrevet i tabellerne nedenfor.

Kulturgeografi	Beskrivelse af karakterområde 1
Arealanvendelse	Karakterområdet omfatter et uopdyrket naturområde med en artsrig lav bevoksning bestående af mindre træer, buske, urter, mosser mm. Naturområdet indeholder få befæstede stier og flere trampestier. Den vestlige og østlige del af området er afgrænset af sandstrande, der mødes i "Grenen", der udgør den nordligste spids af Skagens Odde og er en velbesøgt turistattraktion. Området rummer desuden en campingplads på den østlige kyststrækning. Strandene bruges rekreativt og som turistmål. Kystmiljøet i Skagen er præget af søfarten omkring Skagens Odde. Ved tilsandingen af Agger Tange i tidlig middelalder, måtte sejladerne gå rundt om Skagen i stedet for gennem Limfjorden, hvilket medførte større risiko for stranding og forlis. Ændringen af søfartens sejladsmønster betød, at området ved Skagen måtte afmærkes, hvilket forklarer, at der findes flere fyr inden for karakterområdet.
Bebyggelse	Der findes kun enkelte bygninger inden for området, herunder to fyrtårne, en rekonstruktion af Danmarks første vippefy, en museumsbygning og andre mindre bygninger som understøtter turismen. Hertil findes en radarstation, der overvåger luftrummet i hele det nordlige Danmark.⁷⁴ Se Figur 7-15.

⁷⁴ Toppen af Danmark, Radarhoved Skagen, <https://www.toppenafdanmark.dk/toppen-af-danmark/se-oplevel/besog-pa-radarhoved-skagen-gdk850192>

Kulturgeografi	Beskrivelse af karakterområde 1
	 Figur 7-15. Radarstation på Batterivej 44⁷⁵. Skagen var hjemsted for alle tre værn af det tyske militær under 2. Verdenskrig, og toppen af Danmark fik mere end 300 bunkere, hvor et stort antal fortsat ligger inden for karakterområdet. Syd for Fyrvej, ca. 400 meter nordøst for Skagen by, findes en mindre campingplads. Campingpladsen ligger tæt på stranden og den første klitrække.  Figur 7-16. Campingpladsen, "Grenen Camping", inden for karakterområdet ses øverst til højre.⁷⁵
Infrastruktur	Inden for karakterområdet findes enkelte veje, hvor Batterivej fører helt til kysten på den nordlige kyst, og Fyrvej følger kysten mod øst, og ender ved en parkeringsplads. Fra parkeringspladsen er det muligt at fortsætte til fods eller med "Sandormen" til Grenens spids. Fra parkeringspladsen fortsætter en sti helt ud til stranden.

⁷⁵ Kortforsyningen, Skråfoto, 2017, <https://skraafoto.kortforsyningen.dk/oblivisionjsoff/index.aspx?project=denmark&id=JZKCNJ>

Kulturgeografi	Beskrivelse af karakterområde 1
Kystbeskyttelse	Den eksisterende kystbeskyttelse inden for karakterområdet består af t-høfder, bølgebrydere og skråningsbeskyttelse. En stor del af karakterområdet er ikke præget af kystbeskyttelse og udvikler sig naturligt.



Hård kystbeskyttelse i form af t-høfde.



Det Grå Fyr nordøst for Skagen by.



Det Hvide Fyr nord for Skagen by.



Vippefyret nord for Skagen by.

Figur 7-17. Forskellige kulturgeografiske elementer inden for karakterområde 1.

Kulturgeografi	Beskrivelse af karakterområde 2
Arealanvendelse	Karakterområdet omfatter hele Skagen (placeret på østkysten) og Gl. Skagen (placeret på Vestkysten), som samlet er en by på 8.500 faste indbyggere, hvor indbyggertallet om sommeren vokser til over 50.000.⁷⁶ Byen rummer flere turistattraktioner med bl.a. adskillige museer. Skagen Havn er en betydende erhvervshavn, og Danmarks største fiskerihavn. Havnen planlægges udvidet med 190.000 m² landareal. Havnen rummer bl.a. fiskeri, maritim service og krydstogtkaj.⁷⁷ Turismen er i dag en af Skagens væsentligste indtægtskilder. Fritidsliv og badeliv blev i 1800-tallets slutning fremherskende i Skagen. Opkomsten af adskillige badehoteller samt kunstnerlivet trak folk fra nær og fjern til byen.⁷⁸ Byen og kysten er

⁷⁶ Erhvervshus Nord, Skagen – et verdenskendt brand, <http://www.erhvervshusnord.dk/erhvervsservice/det-lokale-erhvervsliv/oplevelsesoekonomi/skagen/>

⁷⁷ Skagen Havn, <http://www.skagenhavn.dk/>

⁷⁸ Frederikshavn Kommune, Skagen by, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/media/107741/1-Skagen-by.pdf>

Kulturgeografi	Beskrivelse af karakterområde 2
	stadig et velbesøgt turistmål, hvor bl.a. Damstederne sydøst for Skagen by bliver anvendt til badestrand.
<i>Bebyggelse</i>	Karakterområdet består primært af by og sommerhusområde. Karakterområdet omfatter forskellige bebyggelsestyper, fra den ældste tætte bydel i Skagen, som ligger umiddelbart bag industrihavnen til et større boligområde med blandede boligtyper. Som følge af der ligger by og havn inden for karakterområdet, er nattemørket præget af belysning fra bl.a. bygninger, gadelygter og havnen. Skagen fik i 1413 fik byen købstadsrettigheder.⁷⁹ Skagen var et gammelt fiskerleje uden havn indtil 1904, hvor havnebyggeriet startede. Havnen blev indviet i 1907. Siden er havnen gennemgået flere udvidelser,⁸⁰ hvor den seneste lokalplan for udvidelse blev vedtaget i 2018.⁸¹ Den tidligere kongelige sommerbolig Klitgaarden er placeret helt ud til kysten. I dag fungerer Klitgaarden som refugium, hvor forskere og kunstnere kan bo og arbejde i perioder for at få inspiration fra området.
<i>Infrastruktur</i>	De to hovederhverv landbrug og fiskeri har sammen med naturens råhed haft betydning for Skagens struktur, hvor stranden har fungeret som byens "torv".⁷⁸ Vesterby og Østerby er de ældste bydele og har været en integreret del af kystmiljøet, indtil havneudvidelser og vejføringer har opdelt de to småbyer fra kystmiljøet. Vesterby og Østerby er næsten kapslet ind, og havnen er dominerende fra næsten alle vinkler.⁷⁸ Bebyggelsens placering i Skagen vidner om placering af husene afhængig af sandflugt, herskende vindretninger, oversvømmelser m.m.⁷⁸ Skagen er præget af et gridsystem af veje med enkelte hovedveje gennem, der forbinder Skagen med Nordjylland.
<i>Kystbeskyttelse</i>	Kystbeskyttelsen inden for karakterområdet består af t-høfder, bølgebrydere og skråningsbeskyttelse, et dige og høfder. Diget forløber omkring hele Skagen Havn. Nogle af høfderne ud for Gl. Skagen stammer fra 1950'erne⁸². Grundet sedimenttransport og heraf erosion syd for havnen er der etableret skråningsbeskyttelse til at beskytte de bagvedliggende bygninger.

Figur 7-18 viser forskellige nøgleelementer fra den kulturgeografiske analyse for karakterområde 2.

⁷⁹ Nordjyske, Den særlige Skagens-gule, <https://nordjyske.dk/nyheder/den-saerlige-skagens-gule/2dc5b219-7f49-4792-bf50-6240787dd779>

⁸⁰ Skagen Havn, Havnens historie, <http://www.skagenhavn.dk/dk/om-skagen-havn/fakta/havnens-historie>

⁸¹ Frederikshavn Kommune, Lokalplan SKA.H.01.12.01 – Udvidelse af Skagen Havn, etape 3, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/7#/lokalplanid/729>

⁸² Frederikshavn Kommune, Arbejdet med ny beskyttelse af Gl. Skagen begynder nu, <https://frederikshavn.dk/politik/om-kommunen/nyheder/nyheder-og-presse/nyhedsarkiv-2018/arbejdet-med-ny-beskyttelse-af-gl-skagen-begynder-nu/>



Eksisterende kystbeskyttelse i form af t-højde. I baggrunden ses Skagen Havn og Klitgaarden.



Oversigtsbillede over karakterområde 2. I baggrunden ses Skagen by og havn.



Nogle af Skagens karakteristiske bygninger ved klitkanten.



Restaurant på Skagen Havn.

Figur 7-18. Forskellige kulturgeografiske elementer inden for karakterområde 2.

Rumlig-visuelle forhold

I tabellen neden for beskrives de karaktergivende rumlige forhold og særlige visuelle oplevelsesmuligheder langs strækningen ved Skagen.

Karakterområde	Beskrivelse af rumlig-visuelle forhold
Karakterområde 1	Det visuelle indtryk af kysten inden for karakterområdet er præget af den foranderlighed, som vind, sand og bølger skaber sammen. Kystlinjen er domineret af brede sandstrande foran en enkelt klitrække. Kystlinjen giver hver dag en ny rumlig oplevelse med en variation af småøer og indsøer, og den linje hvori Skagerrak og Kattegat slår sammen ligger heller ikke samme sted ret længe ad gangen. Der er nogen grad af visuel kontakt mellem stranden og det bagvedliggende kystlandskab som består af rimmer (sandrygge) og dobber (våde lavninger). Den terrænmæssige forskel fra stranden og ind i landet er lille, og det er primært den tætte buskbeplantning som hindrer de lange kig inden for karakterområdet og som skaber den visuelle afgrænsning af naturområdet. Karakterområdet strækker sig fra Kattegatkysten til Vestkysten. På den yderste del af grenen er der visuel kontakt fra Skagerraks kystlinje til Kattegats kystlinje. Der er ikke andre steder, hvor den visuelle kontakt fra kystlinje til kystlinje er tilstede inden for området, og fornemmelsen af at være på en oddes spids er ikke udtalt i den rummelige oplevelse af karakterområdet. Set fra Grenen er der imidlertid klare sigtelinjer langs både den østlige og vestlige kystlinje.

Det Grå Fyr og Vippefyret fremstår som orienteringspunkter langs med kysten, og kan ses fra stranden på store dele af strækningen og fra havet.



Figur 7-19. Ortofoto med højdekurver, som viser de små terrænvariationer inden for karakterområde 1.

Karakterområde 2

Der findes ikke store terrænforskelle inden for karakterområdet. Uden for det ældste Skagen er næsten alle veje anlagt i lige linjer nord-syd gående og øst-vest gående. Den typiske bygningshøjde i Skagen er maksimalt to etager, med undtagelse af erhvervshavnen, som er præget af skibsværftets store bygninger og de store skibe, der ligger i havn. Derfor er havnens tekniske elementer tydelige orienteringspunkter, mens selve Skagen by opleves som en mere homogen byhorisont uden store terrænmæssige eller bygningsmæssige variationer set fra kystlandskabet.



Figur 7-20. Ortofoto med højdekurver, som viser terrænvariationer inden for karakterområde 2.

Overgangen mellem byen og landskabet mod nord er meget skarp, og for en stor del af strækningen afgrænset af en vej. Fra størstedelen af byen er fornemmelsen af kystens nærhed ikke tydelig. Fra dele af den ældste bydel er der visuel kontakt til industrihavnen, som virker fremmed for den lave og tætte by.

Mod syd afgrænses karakterområdet af Skagen Klitplantage og Damsted Klit, der naturligt afgrænser det flade terræn med et mere kuperet terræn. Stokmilen er derfor et orienteringspunkt i landskabet, og set fra toppen af Stokmilen er der en sigtelinje langs med stranden til Skagen Havn.

Klitgaarden fremstår som et markant og alene stående bygningselement i landskabet, der er synligt fra både vand og land, hvorfor bygningen fungerer som orienteringspunkt.



Den smalle sandstrand der opdeles af høfder.



Karakterområdet afgrænses af et mere varieret terræn mod syd.



Skagen Havn og by set fra syd.



Det markante bygningsværk Klitgaarden.

Figur 7-21. Rumlig-visuelle forhold inden for strækningen.

Opsummerende beskrivelse af landskabskarakter

På baggrund af den udførte kystlandskabsanalyse opsummeres beskrivelsen af kystlandskabet langs strækningen ved Skagen til:

Karakterområde 1 karakteriseres som et sammenhængende odde-landskab under stadig udvikling. Karakterområdet består af den yderste del af Skagen Odde, Grenen og den tilgrænsende strandvoldsslette. Grenen er et såkaldt "rimme-dobbe"-landskab med små terrænvariationer i landskabet, der dog generelt fremstår fladt. En del af området er dog skjult af flyvesandsaflejringer og klitlandskaber. Østsiden af odden eroderes af havet og vejret, hvilket reduceres som følge af forskellige typer af kystbeskyttelse i form af bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse sandfodring. Karakterområdet er primært naturområde. Der ligger kun enkelte bygninger inden for området, herunder en mindre campingplads, to fyr og en radarstation. Inden for karakterområdet findes enkelte veje, hvor en vej fører helt til kysten på den nordlige kyst, og en anden vej følger kysten mod nordøst. Strandene bruges rekreativt og som turistmål.

Karakterområde 2 karakteriseres som et sammenhængende odde-landskab. Karakterområdet består af en del af Skagen Odde samt Skagen by og havn. Området er et såkaldt "rimme-dobbe"-landskab, men er i høj grad dækket af flyvesandaflejringer og klitdannelse, hvilket gør det sværere at se det oprindelige "rimme-dobbe"-landskab. Store dele af landskabet inden for karakterområdet skjules som følge af byggeriet inden for karakterområdet, mens der ikke findes nogen bebyggelse på den sydlige del af karakterområdet nord for Stokmilen ud mod havet. Desuden findes Stokmilen i den sydlige del af karakterområdet, der skiller sig ud fra det omgivende flade landskab på grund af det pludselige terrænspring. Karakterområdet omfatter hele Skagen og Gl. Skagen, som er en by på 8.500 faste indbyggere, hvor indbyggertallet om sommeren vokser til over 50.000. Der drives desuden en stor industrihavn, som planlægges udvidet med 190.000 m² landareal. Områdets bebyggelse er præget af enfamiliehuse. De to hovederhverv landbrug og fi-

skeri har sammen med naturens råhed haft betydning for byens struktur. Østsiden af odden eroderes af havet og vejret, hvilket dog reduceres som følge af hård kystbeskyttelse i form af bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse samt kystbeskyttelse i form af sandfodring.

7.2.4

Landskabsudpegninger

I det følgende beskrives de nationale og kommunale landskabsudpegninger, som findes langs strækningen ved Skagen.

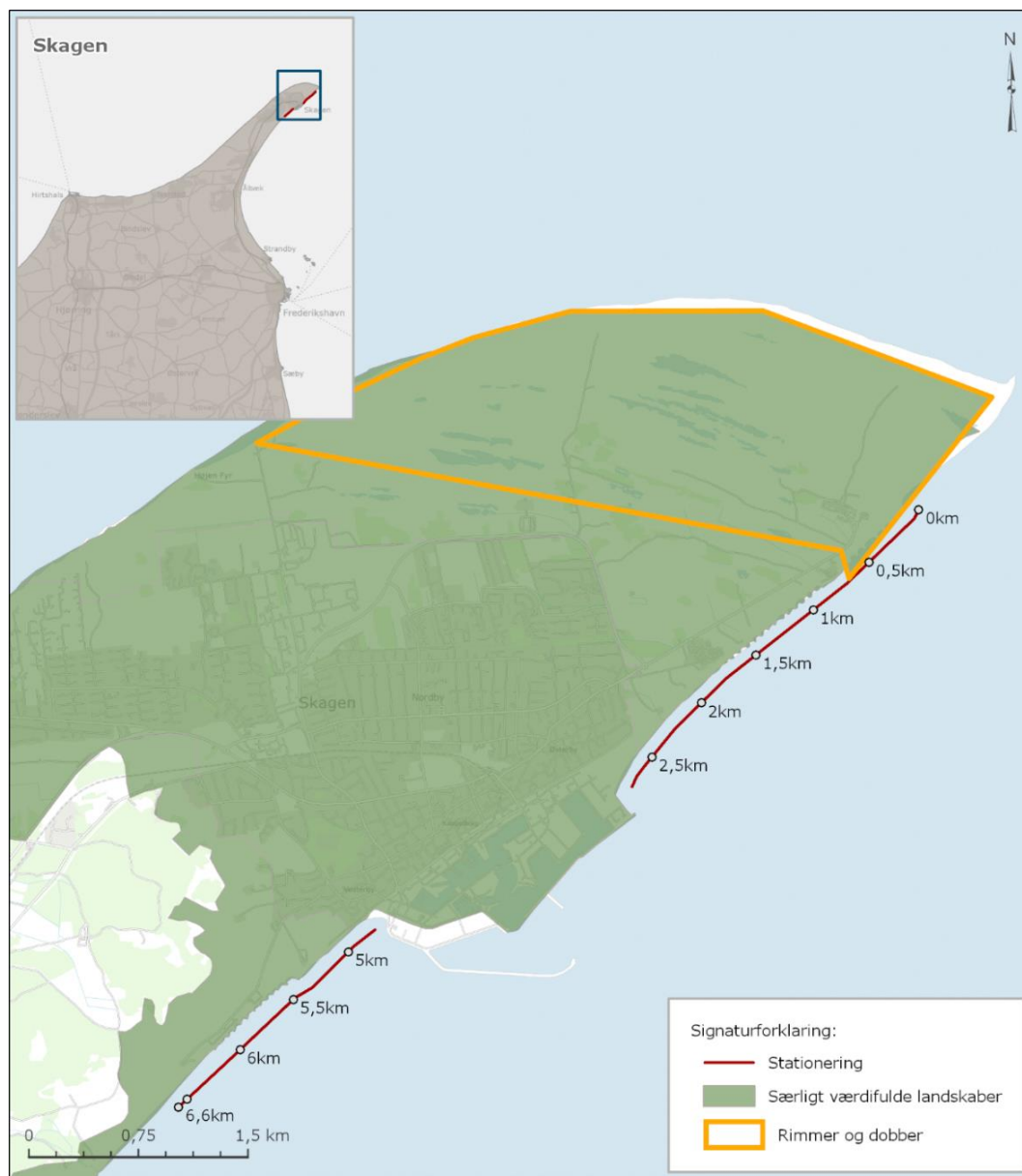


Figur 7-22. Det nationale kystlandskab ved strækningen. De fredede områder er beskrevet i afsnit 7.2.5.

Kommuneplanens landskabelige udpegninger

Frederikshavn Kommune har udpeget en række landskabelige interesser med tilhørende retningslinjer i deres kommuneplan 2015. Hele strækningen er omfattet af udpegnen for særligt værdifulde landskaber i retningslinje 15.1 (undtaget en lille del af Skagen Havn), mens den nordlige

del er omfattet af udpegningen for rimmer og dobber i retningslinje 15.4 (st. 0-0,8) i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.⁸³ Områderne har en enestående geologisk, biologisk og kulturhistorisk værdi. Sandryggene og lavningerne er oftest 10-100 meter brede, og højdeforskellen 1-8 meter. Udpegningernes udstrækning fremgår af Figur 7-23 og Frederikshavn Kommuneplan 2015 fastsætter følgende for landskabsudpegningerne:



Figur 7-23. Særligt værdifulde landskaber samt rimmer og dobber udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

⁸³ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 15. Landskaber <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1303>

Landskabsudpegning	Retningslinjer
Særligt værdifulde landskaber	<i>"De særligt værdifulde landskaber er udpegede for at bevare særegne og egns-karakteristiske landskabstræk og skal bidrage til at give borgere og gæster unikke naturoplevelser. De særligt værdifulde landskaber skal så vidt muligt friholdes for anvendelse til formål, der kan påvirke oplevelsen af landskabet, f.eks. større byggeri samt større veje og tekniske anlæg. Øvrigt byggeri og anlæg skal placeres og udformes under særlig hensyntagen til landskabet."⁸³</i>
Rimmer og dobber	<i>"Områder med rimmer og dobber er udpeget for at bevare og give mulighed for at opleve den særlige landskabskarakter, som områderne har. Derfor skal det så vidt muligt undgås, at der foregår en overpløjning, tilgroning og tilplantning inden for områderne.</i> <i>Kortet med udpegning af områder med rimmer og dobber i Frederikshavn Kommune er vejledende. Rimmer og dobber skal forsøges bevaret, der hvor de endnu kan ses i landskabet, uanset om de er med på det vejledende kort."⁸³</i>

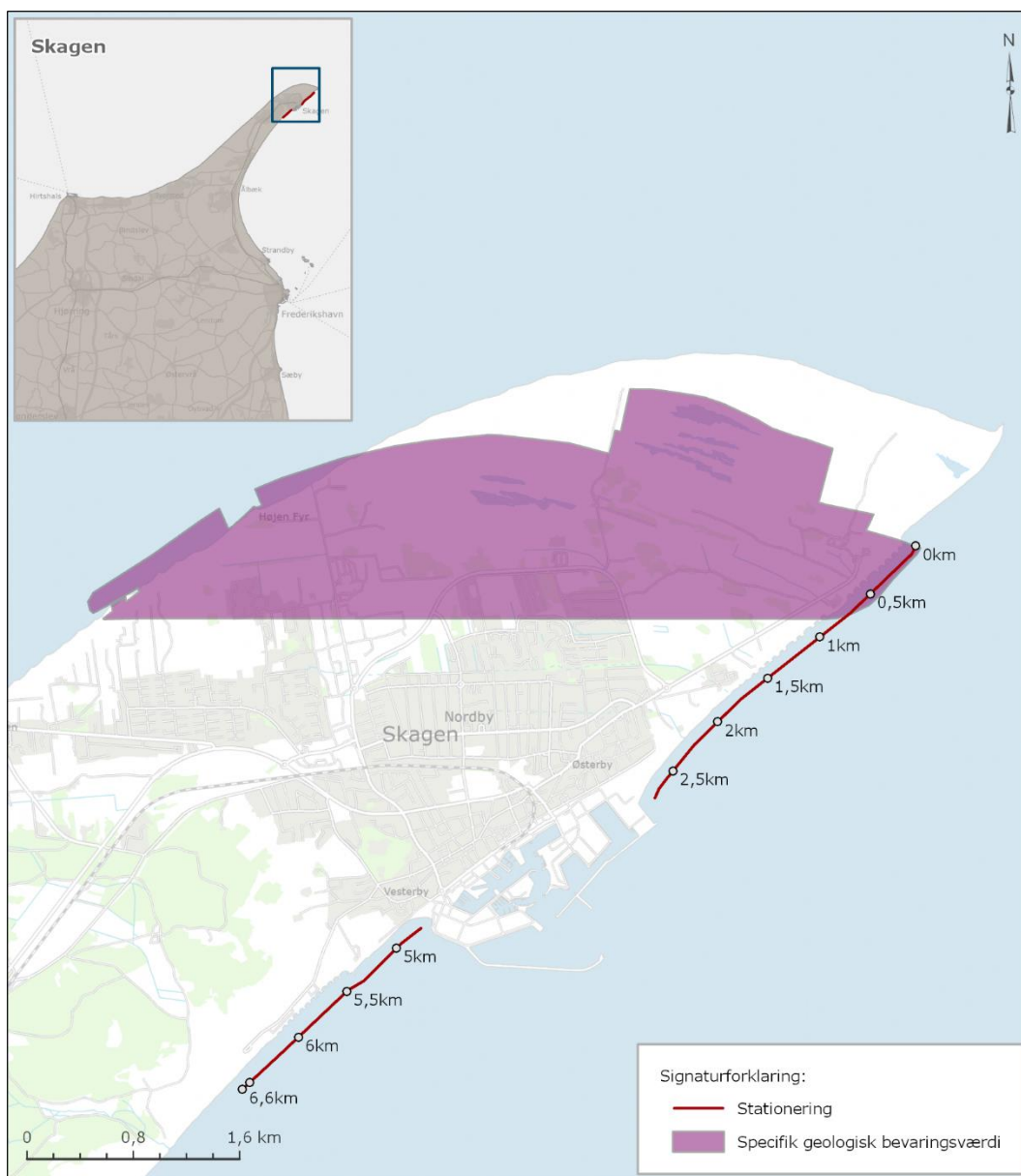
Tabel 7-2. Retningslinje for særligt værdifulde landskaber samt rimmer og dobber i Frederikshavn Kommuneplan 2015.

Kommuneplanens geologiske udpegninger

Den nordlige del af strækningen (st. 0,1-0,9) er omfattet af udpegningen af geologiske beskyttelsesområder i retningslinje 15.3 i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune⁸³. Udpegningsudstrækning fremgår af Figur 7-24 og Frederikshavn Kommuneplan 2016 fastsætter følgende for det geologiske beskyttelsesområde.

Landskabsudpegning	Retningslinjer
Geologiske beskyttelsesområder	<i>"De geologiske beskyttelsesområder skal så vidt muligt friholdes for større byggeri og tekniske anlæg, medmindre de kan indpasses i landskabet uden at sløre de geologiske dannelser, der er grundlag for udpegningen.</i> <i>De geologiske beskyttelsesområder skal friholdes for skovtilplantning, råstofindvinding, kystsikring eller andet, der slører eller ødelægger mulighederne for at opleve den geologiske dannelse.</i> <i>Kystbeskyttelsesplanlægning kan etableres, hvis en grundejer opnår tilladelse fra Kystdirektoratet til kystbeskyttelse."</i>⁸³

Tabel 7-3. Retningslinje for geologiske beskyttelsesområder i Frederikshavn Kommuneplan 2015.



Figur 7-24. Geologiske beskyttelsesområder udpeget i Kommuneplan 2015 for Frederikshavn Kommune.

Nationale (geologiske) kystlandskaber

Den nordlige del af strækningen (st. 0-1) er omfattet af det nationale kystlandskab Skagens Odde (nr. 74), som er et af Danmarks nationale interesseområder for geologi, geomorfologi og kystdynamik. De udpegede områder langs Danmarks kystlinje demonstrerer enkeltvist og set i sammenhæng variationerne i kystlandskabet.

Nationale kystlandskaber omfatter samtidig områder, der er centrale for iagttagelse af processer, former og aflejringer i kystzonen og for forståelsen af kystzonens opbygning og udvikling. Udpegningen giver et grundlag for at bedømme, hvor der skal udvises et særligt planlægningsmæssigt fokus i forhold til at beskytte og benytte landets kyster.⁸⁴

Skagens Odde er udpeget som nationalt kystlandskab og er en af de største odder i verden. Od-den udgør Vendsyssel og Jyllands nordspids og er et ungt landskab, der blev dannet for ca. 5000 år f.v.t.

7.2.5 Fredede områder

Arealfredninger har til formål at beskytte landskaber, naturen, dyr og planter og deres levesteder samt kulturhistorie, naturhistorie og undervisningsmæssige værdier. Derudover kan fredninger have til formål at sikre rekreative værdier. Fredningerne er omfattet af fredningskendelser, der indeholder bestemmelser om, hvad der er tilladt inden for det fredede område. Det kan f.eks. være bestemmelser om byggeri, forbedring og pleje af naturen og bestemmelser om offentlighedens adgang.

Ifølge naturbeskyttelsesloven § 37, stk. 2, må der ikke foretages noget inden for fredningen, der strider mod fredningskendelsernes bestemmelser, og der skal søges dispensation, hvis der skal foretages aktiviteter, som er i strid med bestemmelserne. Der skal dog ifølge naturbeskyttelseslovens § 50a, stk. 1, ikke søges om dispensation til kystbeskyttelse inden for en fredning, hvis det i afgørelsen om tilladelse til kystbeskyttelse fremgår, at den træder i stedet for fredningsnævnets afgørelse om fredning⁸⁵.

Inden for undersøgelsesområdet findes tre arealfredninger, der er oplistet i Tabel 7-4. Fredningernes udbredelse kan ses af Figur 7-22 i afsnit 7.2.4.

Fredning	Stationering	Fredningsnummer	Fredningsdato	Formål	Relevante bestemmelser
Skagens Gren⁸⁶	0-3	07989.00	27-06-2008	At sikre geologiske interesser og den landskabelige dynamik særligt knyttet til udviklingen af rimmedobbe og klitlandskabet. Derudover at sikre biologiske interesser, kulturhistoriske værdier og rekreative interesser samt give adgang til landskabspleje.	Den hidtidige sandfodring på Kattegatkysten som led i kystbeskyttelsen kan fortsætte. Fredningsnævnet kan tillade, at sandfodringen øges og tillade midlertidige oplag af sand til brug for sandfodringen på Kattegatkysten. Fredningen er ikke til hinder for sandflugtsbekæmpelse, der udføres eller påbydes af sandflugtsmyndighe-

⁸⁴ Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, Kystlandskabet, <https://www2.skovognatur.dk/udgivelser/2004/87-7279-508-5/pdf/87-7279-508-5.pdf>

⁸⁵ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse, LBK nr. 240 af 13/03/2019, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2019/240#id2933dc3c-dc77-4b66-9707-9d96dce018ef>

⁸⁶ Fredningsbeskrivelse for Skagens Gren, <https://www2.blst.dk/nfr/07989.00.pdf>

Fredning	Stationering	Fredningsnummer	Fredningsdato	Formål	Relevante bestemmelser
					derne, eller for naturpleje og -genopretning.
Sønderstrand⁸⁷	2,5-3	07890.00	01-10-1996	Formålet med fredningen er at skabe en varig sikring af områdets kulturhistoriske samt landskabelige, geologiske og øvrige naturhistoriske værdier. Samt at give mulighed for at der kan ske naturgenopretning og pleje i området, så tabte og forringede naturværdier kan genskabes.	Vedrører Skagen Sønderstrand og Fyrbakken. Der må ikke fjernes råstoffer fra arealerne eller foretages terræændringer. Der må ikke finde motorkørsel sted på arealerne, bortset fra nødvendig arbejdskørsel.
Klitgården⁸⁸	5-6.3	07883.00	28-03-2001	At sikre at de nærre-kreative, naturhistoriske og landskabelige værdier bevares. At områdets naturværdier forbedres gennem naturpleje, og at afgangene til området forbedres igennem primitivt stisystem.	Der må ikke foretages terræændringer. Der må ikke ske udnyttelse af forekomster i jorden eller foretages opfyldning, planering eller afgravning. Bestemmelsen er ikke til hinder for nødvendig sandfodring af strandarealet. Fredningen er ikke til hinder for, at sandflugtsmyndigheden udfører eller påbyder udført foranstaltninger med henblik på bekæmpelse af sandflugt.

Tabel 7-4. Oversigt over fredede områder inden for undersøgelsesområdet.

7.2.6 Strandbeskyttede og klitfredede arealer

Langs strækningen er der klitfredede og strandbeskyttede arealer, som er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 8 og § 15. De nordligste 100 meter af strækningen er omfattet af klitfredning, mens den resterende strækning er omfattet af strandbeskyttelse. Klitfredning og strandbeskyttelse sikrer en generel friholdelse af strandene og de bagvedliggende kystområder mod indgreb, der ændrer den nuværende tilstand og anvendelse. Klitfredningen sikrer desuden, at der ikke opstår sandflugt eller risiko herfor. I medfør af lovens § 8, stk. 4 og § 15, stk. 3, gælder forbuddet mod indgreb ikke for kystbeskyttelsesforanstaltninger til beskyttelse af flere ejendomme, som derimod kræver tilladelse i henhold til § 3 i lov om kystbeskyttelse. Ifølge lov om kystbeskyttelse § 3a skal der derfor ikke søges om dispensation til kystbeskyttelse inden for de strandbeskyttede og klitfredede arealer, hvis det i afgørelse om tilladelse til kystbeskyttelse fremgår, at den træder i stedet for en dispensation efter naturbeskyttelsesloven^{89,90}.

⁸⁷ Fredningsbeskrivelse for Sønderstrand, <https://www2.blst.dk/nfr/07890.00.pdf>

⁸⁸ Fredningsbeskrivelse for Klitgården, <https://www2.blst.dk/nfr/07883.00.pdf>

⁸⁹ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse, LBK nr. 240 af 13/03/2019 <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=207969>

⁹⁰ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om kystbeskyttelse, LBK nr. 705 af 29/05/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/705>

7.3 0-alternativet

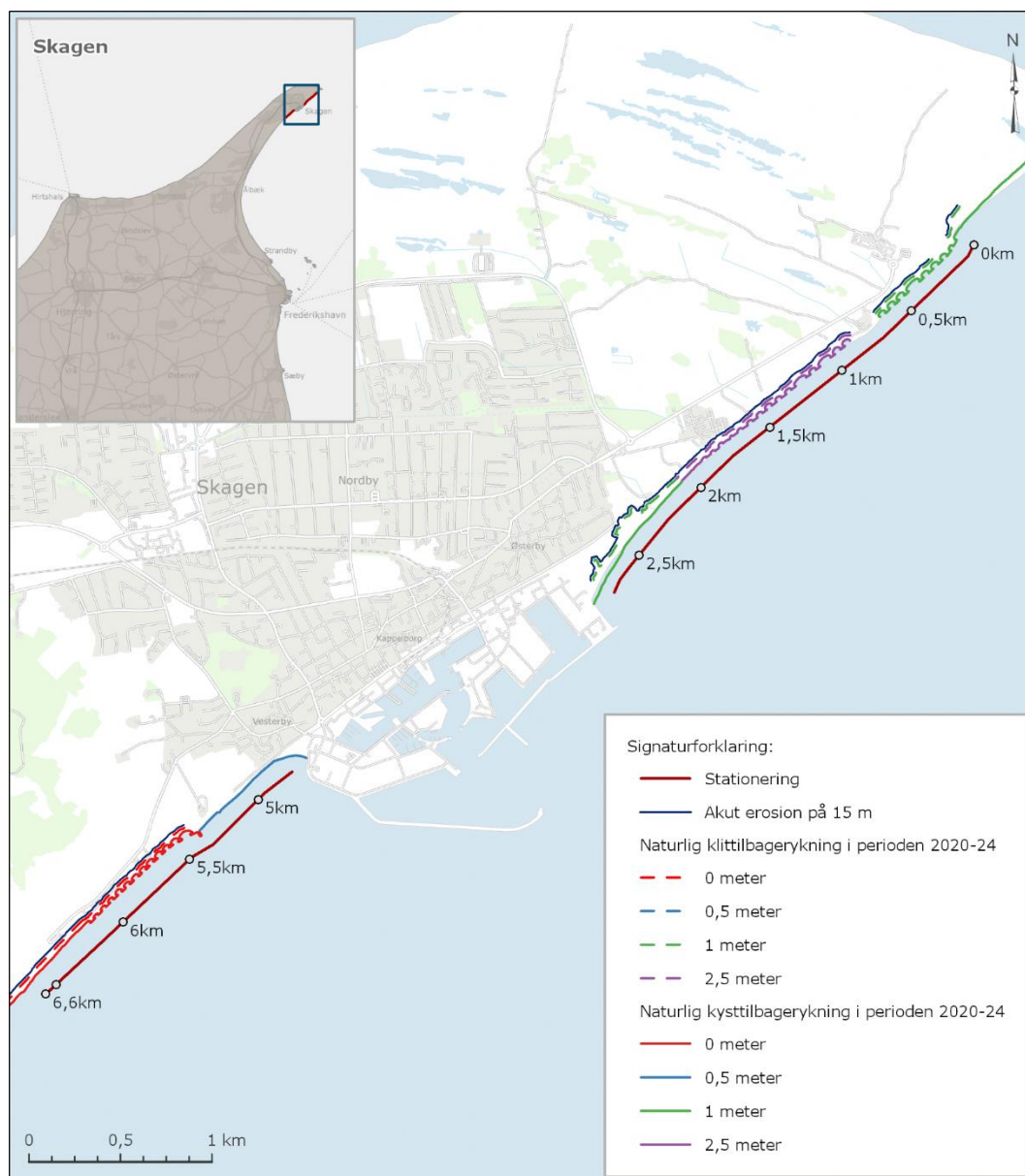
0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres i perioden 2020-24. Ved 0-alternativet foretages der ingen sandfodring, hvorved det ikke er muligt at fastholde kystlinjen. De naturlige kystdynamikker vil dermed fjerne sand fra tidligere sandfodringer og irreversibelt ændre kystlandskabet ved at erodere strand og klitrækker samt blotlægge geologiske lag. 0-alternativet forventes at medføre ændring af:

- Kystlandskabets karakter og fremtræden
- Udpegede landskaber og geologiske områder
- Fredede områder
- Strandbeskyttede og klitfredede arealer

7.3.1 Ændringer af kystlandskabets karakter og fremtræden

0-alternativet vil ved den naturlige tilbagerykning af kystlinjen og klitterne generelt medføre en ændring af kystlandskabet. På strækninger med eksisterende skråningsbeskyttelse begrænses kysttilbagerykningen overordnet set ved, at klitterne fastholdes, men i stedet eroderes kystlinjen så kystlinjen rykker tættere på skråningsbeskyttelsen, hvilket reducerer strandbreddens bredde. Tabel 7-5 viser omfanget af den naturlige kyst- og klittilbagerykning fra den nuværende kyst- og klitlinje. Strækninger angivet med 0 meter tilbagerykning af klitlinjen angiver, at der er skråningsbeskyttelse på strækningen, som beskytter mod erosion. På strækninger uden skråningsbeskyttelse anslås det, at tilbagerykningen vil være den samme for både kysten og klitterne som angivet i tabellen.

Udover den naturlige tilbagerykning af kystlinjen og klitterne i perioden, som fremgår af Tabel 7-5, kan der i værste tilfælde forekomme en 100 års stormhændelse med akut erosion på op til 15 meter. Omfanget af den akutte erosion afhænger af terræn, geologi og landskabstype, men der vurderes i 0-alternativet kun på en worst case situation, som ændrer den samlede strækning med den samme akutte erosion på 15 meter.



Figur 7-25. Oversigt over 0-alternativet langs med strækningen.

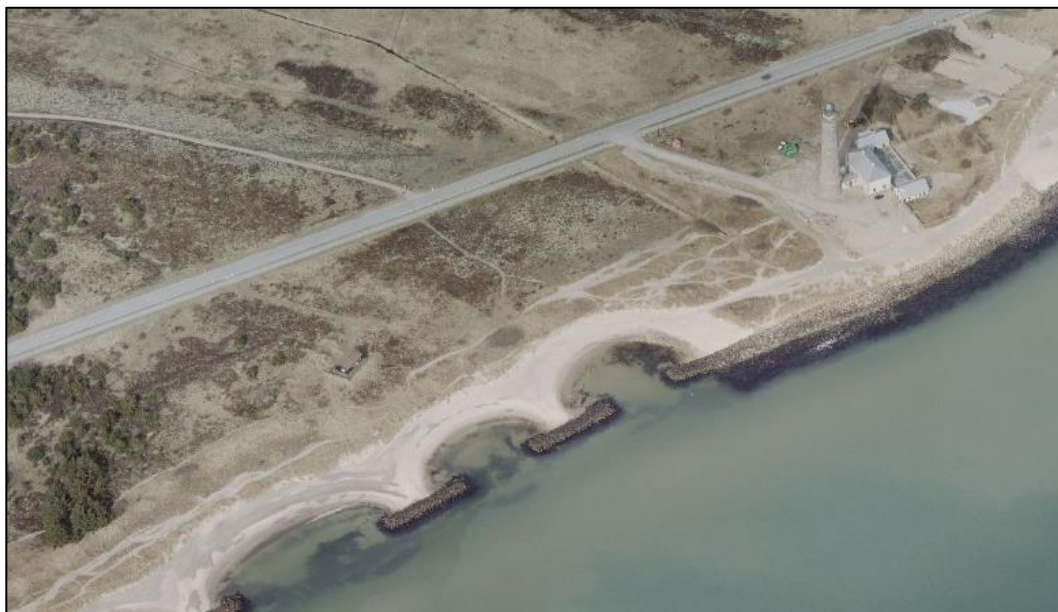
Delstrækning	Stationering	Naturlig tilbagerykning i ca. meter	
		Kystlinjen	Klitlinjen
Parkeringspladsen til Grenen	0-0,2	1	1
Nordøst for Grå Fyr	0,2-0,6	1	0
Grå Fyr	0,6-0,8	0	0
Strækningen sydvest for Grå Fyr	0,8-2	2,5	2,5
Sønderstrand	2-2,9	1	1
Havnen-Klitgaarden	4,7-5,4	0,5	0
Damstederne	5,4-6,6	0	0

Tabel 7-5. Oversigt over den forventede naturlige tilbagerykning af kysten ved 0-alternativet.

Naturlig tilbagerykning af kystlandskabet

0-alternativet ændrer kystlandskabet ved vind- og vanderosion af strandbredden og klitterne, som nedbrydes og omformes fra daglig erosion og storme. Når klitterne eroderes, vil de blive smallere, blotlagte og mere vindfølsomme, da beplantningen forsvinder.

0-alternativet kan medføre en tilbagerykning af både kystlinje og klitter med op til 2,5 meter ind i landet langs strækningen over perioden 2020-24. Det eksisterende, flade kystlandskab med en smal strand er i forvejen i mindre grad erosionspræget, som det eksempelvis kan ses på Figur 7-26. Den forreste klitrække er så bred, at den kan opretholdes i perioden ved 0-alternativet. Der vil dermed på grund af tilbageværende terræn og afstand ikke ske ændringer af de bagvedliggende lavere landskaber og bebyggelse, men der vil udelukkende forekomme en ændring af den forreste klitrække.



Figur 7-26. Klitterne nord for Skagen ved Grå Fyr fremstår lave og i mindre grad erosionsprægede (st. 1).⁹¹

På strækninger med eksisterende skråningsbeskyttelse begrænses kysttilbagerykningen overordnet set ved, at klitterne fastholdes, men i stedet eroderes kystlinjen så strandkanten rykker tættere på skråningsbeskyttelsen, hvilket reducerer strandbreddens bredde. Erosion af kystlinjen og strandbredden betyder desuden, at en del af sandet foran skråningsbeskyttelsen vil forsvinde, og skråningsbeskyttelsen bliver mere synlig som teknisk element i kystlandskabet.

I tilfælde af en 100 års stormhændelse vil akuterrosionen medføre en yderligere 15 meter erosion af klitterne (som vist i kapitel 5 *0-alternativ* på Figur 5-4), hvilket er en betydelig reduktion af klitterne, som markant vil ændre kystlandskabets fremtræden. Klitterne har i dag en minimumsbredde på 15 meter, hvorfor en erosion på 15 meter vil fjerne en stor del af klitterne. Andre steder har klitterne en bredde på op til 100 meter, hvorfor forandringen af klitterne vil være mindre.

Bygningerne på strækningen vil komme tættere på havet, og fem ejendomme forventes at gå tabt, som beskrevet i afsnit 5.3.1. De tilbageværende sommerhuse kan blive påvirket af øget

⁹¹ Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, Skråfoto, <https://skraafoto.kortforsyningen.dk/oblivisionj-soff/index.aspx?project=Denmark&lon=10.2027929&lat=56.1277927>

sandflugt fra de eroderede klitter. Erosionen kan endvidere medføre kollaps af skråningsbeskyttelsen på strækningerne Grå Fyr (st. 0,6-0,9) og Havnen-Klitgaarden (st. 4,7-5,4). Kollaps af skråningsbeskyttelsen beskrives i det følgende afsnit.

Kollaps af skråningsbeskyttelse

Den eksisterende hårde kystbeskyttelse langs strækningen ændres overordnet set ikke ved 0-alternativet i perioden 2020-24. Skråningsbeskyttelsen kan dog bryde sammen to steder ved en 100 års stormhændelse, som beskrevet i kapitel 5 *0-alternativet*. De eksisterende forhold ved de to steder kan ses på Figur 7-27 for strækningen Havnen - Klitgaarden og Figur 7-28 for strækningen ud for det Grå Fyr. Grundet skråningskollapset vil der ske en akut erosion på 15 meter, hvilket betyder, at stien på strækningen Havnen-Klitgaarden og parkeringspladsen ud for det Grå Fyr eroderes væk. På grund af terrænet fører den akutte erosion ikke til gennembrud af klitlandskabet med oversvømmelse til følge inden for 0-alternativets tidsperiode.



Figur 7-27. Eksisterende skråningsbeskyttelse på strækningen Havnen-Klitgaarden.



Figur 7-28. Eksisterende skråningsbeskyttelse ud for Det Grå Fyr.

7.3.2

Udpegede landskaber og geologiske områder

I det følgende vurderes det, om ændringerne i landskabet ved 0-alternativet er i overensstemmelse med de hensyn, der varetages med de forskellige udpegninger.

0-alternativet vurderes at være i overensstemmelse med kommuneplanens retningslinjer for det udpegede særlige værdifulde landskab og udpegningen af rimmer og dobber, da der er tale om en naturlig udvikling af kystlandskabet. 0-alternativet medfører ingen menneskeskabt påvirkning, da der udelukkende er tale om en naturlig indvirkning på kystlandskabet, der ændrer på karakteren og oplevelsen af landskabet.

Virkningerne ved 0-alternativet vurderes også at være i overensstemmelse med kommuneplanens retningslinje for det geologiske beskyttelsesområde. 0-alternativet medfører, at de geologiske overgange, processer og sammenhænge på strækningen ikke bliver sløret af sandet fra strandfodringen, og den naturlige geologiske udvikling vil kunne iagttages langs kystlinjen.

0-alternativet medfører en naturlig kystdynamik i kystlandskabet på strækningen ved Skagen, hvilket er i overensstemmelse med de principper, som skal varetages med udpegningen af det nationale kystlandskab Skagens Odde (nr. 74). Ved 0-alternativet understøttes områdets geologiske, morfologiske og dynamiske interesser, hvor det som oftest vil være ideelt, hvis naturens kræfter kan få frit spil uden nogen form for indgreb.

7.3.3 Fredede områder

Den naturlige kystudvikling, der vil ske ved 0-alternativet, er ikke i strid med fredningskendelserne, der primært regulerer menneskelige aktiviteter og plejeforanstaltninger i de enkelte områder. En fredning kan ikke regulere naturlige hændelser.

7.3.4 Strandbeskyttede og klitfredede arealer

Den naturlige kystudvikling, der vil ske ved 0-alternativet, er ikke i strid med strandbeskyttelsen og klitfredningen, der primært regulerer menneskelige aktiviteter. Strandbeskyttelsen og klitfredningen kan ikke regulere naturlige hændelser.

7.4 Vurdering af påvirkninger i perioden

Den planlagte kystbeskyttelse på strækningen ved Skagen forventes at medføre påvirkninger af følgende:

- Landskabets karakter og fremtræden
- Udpegede landskaber og geologiske områder
- Fredede områder
- Strandbeskyttede og klitfredede arealer

Den planlagte kystbeskyttelse kan gennemføres i op til fire år ud af den femårige periode eller som en samlet fodring i ét år. I de mellemliggende perioder vil de naturlige kræfter medføre sedimenttransport langs kysten, så kystprofilet er i konstant forandring. Påvirkningen, mens sandfodringen står på, og når det er udført, vil medføre forskellige påvirkninger af kystlandskabets karakter, som beskrives og vurderes i det følgende.

7.4.1 Påvirkning af kystlandskabets karakter og fremtræden

I de følgende afsnit beskrives, hvordan de forskellige aktiviteter i forbindelse med kystbeskyttelsen påvirker kystlandskabets karakter og fremtræden.

Arbejde på land

Arbejdet i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse vil midlertidigt påvirke kystlandskabet visuelt og fysisk ved, at der i de perioder, hvor arbejdet foregår, vil forekomme lokale, mere eller mindre intensive aktiviteter langs kystlinjen, hvor der anvendes skibe, store maskiner og andet maskinel på land. Aktiviteterne vil blive øget væsentligt i forhold til den nuværende aftaleperiode, hvorfor sandsynligheden for at opleve arbejde i forbindelse med strandfodring forøges betydeligt i forhold til tidligere.

Den største visuelle påvirkning i forbindelse med kystbeskyttelsen vil forekomme i forbindelse med strandfodring fra skib, hvor der både vil være aktivitet til vands og til lands. Dels vil et eller flere relativt store skibe sejle frem og tilbage til kysten og ligge i faste positioner nær kystlinjen, mens en rørledning føres op på stranden. Rørledningen forlænges herefter ved hjælp af entreprenørmaskiner, så sandet kan fordeles ca. én kilometer op eller ned ad stranden.



Figur 7-29. Sandfodring med rørledning ved Årgab omkring Søndergade⁹². Rørledningen er markeret med orange cirkel.

Efter endt indpumpning af sandet fjernes rørledningen, og kørespor og andre ujævnheder rettes af, så stranden får et naturligt jævnt udseende. Varigheden af processen vil være ca. 14 døgn per kilometer. Arbejdet flyttes derfor videre til en ny lokalitet efter én måned i en afstand af minimum to kilometer fra den første rørledning. Den fysiske udstrækning af påvirkningen er begrænset, da aktiviteterne kun sker på en kortere strækning ad gangen. Et eksempel strandfodring med rørledning kan ses på Figur 7-29.

Flere rørledninger kan eventuelt være i brug samtidigt i en afstand af minimum to kilometer mellem rørledningerne. Ved brug af flere rørledninger kan strandfodringsarbejdet være synligt over lange strækninger som følge af det åbne udsyn på standen.

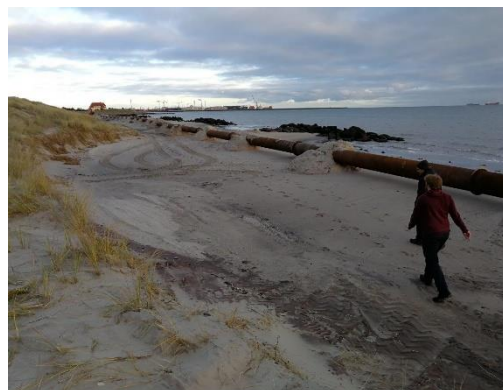
Arbejdet med strandfodring giver kystlandskabet et uroligt udtryk, og selve strandbredden vil fremtræde kunstigt opbygget, mens arbejdet står på, da sandet opbygges og placeres i forhøjninger langs rørledningen. Det visuelle udtryk forstærkes yderligere af de anvendte maskiner og skibes størrelse og færdselsmønstre. Arbejdslys fra maskinerne i forbindelse med natarbejde vurderes ikke at påvirke kystlandskabet, da strækningen i forvejen er præget af betydeligt lys fra Skagen by og havn. I løbet af aftaleperioden kan der forekomme genfodringer, hvor en kyststrækning igen påvirkes af strandfodring.

Påvirkningsgraden ved strandfodring afhænger af det konkrete kystlandskabs sårbarhed over for tilstedeværelse af skibe, maskiner og den visuelle uro, de skaber. Generelt vurderes strækninger, der er karakteriseret af landskaber med naturpræg uden hård kystbeskyttelse eller synlige tekniske elementer at have en høj sårbarhed. Tilstedeværelsen af eksempelvis infrastruktur, bebyggelse eller havne, hård kystbeskyttelse eller lignende reducerer derimod landskabets sårbarhed over for aktiviteter og tilstedeværelsen af store maskiner og skibe m.m. Nord og syd for Skagen by vurderes Skagens strandbred og klitrækker at have en medium visuel sårbarhed, som begrundes i, at store dele af strækningens kystlinje fremtræder ubebygget med naturpræg, som dog reduceres af et gentaget mønster af bølgebrydere og t-høfder samt enkelte bunkere og bebyggelse. Til gengæld vurderes kyststrækningen ud for Skagen by at have lav sårbarhed, da strækningen er karakteriseret ved bebyggelse og havnens tekniske anlæg tæt på stranden og klitterne.

⁹² Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, Digitale skråfotos, <https://skraafoto.kortforsyningen.dk/>



Figur 7-30. Eksempel på arbejdsplads ved Damstederne⁹³.



Figur 7-31. Strandfodring med rørledning fra skib ind på stranden.⁹⁴

De fleste huse i Skagen by er trukket væk fra kysten, hvorfor der ikke er nogen visuel sammenhæng mellem byen og stranden. Det er kun husene på Østre Strandvej og Vestre Strandvej/Krøyersvej/Lodsvej, der har udsigt over stranden, da husene ligger helt ud til stranden, og klitterne er lave, så der ikke er nogen visuel barriere mellem husene og stranden. På strækningen ved Østre Strandvej sandfodres der ikke, hvorfor der hverken vurderes at være en fysisk eller visuel påvirkning af beboerne i husene i forhold til aktiviteter på stranden. På strækningen ved Vestre Strandvej/Krøyersvej/Lodsvej vil der være en visuel påvirkning af beboerne i husene på vejen, hvor aktiviteterne i forbindelse med strandfodringen vil være synlige på stranden. Beboere i huse med havudsigt kan visuelt blive påvirket i form af sandfodringsskibene, der ligger i faste positioner ud for stranden.

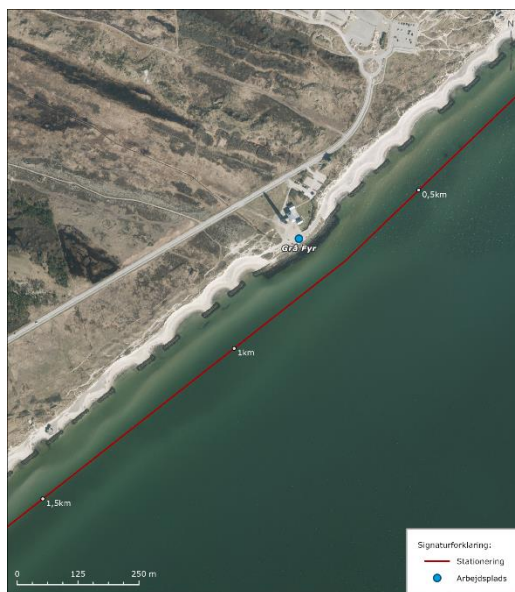
Samlet vurdering: Der er en stor sandsynlighed for at opleve arbejde i forbindelse med kystbeskyttelse, som vil påvirke kystlandskabets visuelle udtryk, da der løbende vil foregå kystbeskyttelse af forskellig slags på dele af den samlede strækning i arbejdsperioden. De forskellige typer af arbejde vil medføre en påvirkning lokalt, da arbejdet maksimalt strækker sig over nogle kilometer langs stranden på den enkelte lokalitet. Påvirkningsgraden vurderes som høj, da arbejdet er intenst og visuelt forstyrrende, hvilket især er tilfældet på de mere sårbare kyststrækninger med naturlige landskaber. Varigheden er midlertidig, da aktiviteterne på de enkelte strækninger udføres i perioder fra nogle få døgn og op til 14 døgn pr. kilometer. Konsekvensen af aktiviteter i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse på land vurderes herefter samlet set at være moderat. Arbejdet vurderes derfor ikke at medføre en væsentlig indvirkning på kystlandskabets karakter.

Midlertidige arbejdspladser

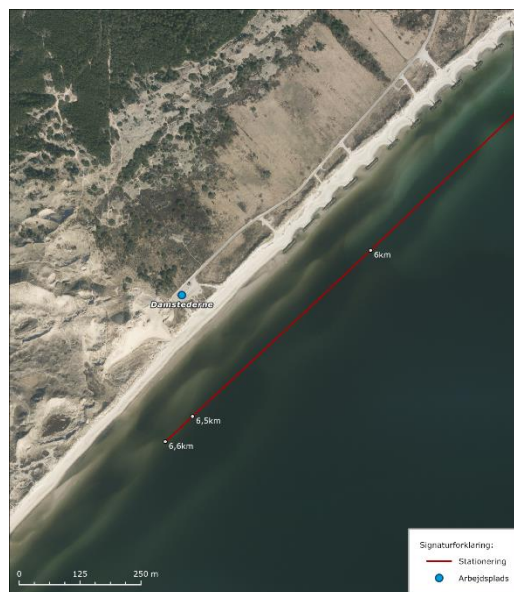
Langs strækningen kan der over aftaleperiodens fem år blive etableret to midlertidige arbejdspladser ved st. 0,9 og 6,4, som anvendes i forbindelse med strandfodringen. Den nordlige af de to arbejdspladser (st. 0,9) er placeret ud for Grå Fyr, der i dag er et fugleoplevelsescenter, hvorfor der vil være en del mennesker i området. Den sydlige arbejdsplads (st. 6,4) er placeret på læsiden af klitterne på en parkeringsplads, hvor mennesker ankommer for at besøge stranden, Damstederne og Stokmilten. De midlertidige arbejdspladser fremgår af Figur 7-32 og Figur 7-33. Den enkelte arbejdsplads anvendes i op til to måneder ad gangen i forbindelse med strandfodringen. Den enkelte arbejdsplads kan være i brug flere gange i perioden, da der kan forekomme gentaget arbejde på strækningen.

⁹³ Kystdirektoratet

⁹⁴ Kystdirektoratet



Figur 7-32. Beliggenheden af arbejdspladsen ved Grå Fyr.



Figur 7-33. Beliggenheden af arbejdspladsen ved Damstederne.

Arbejdspladserne har en lille arealmæssig udstrækning og etableres på eksisterende parkeringspladser. Der foretages ingen terrænændringer som følge af etablering af de midlertidige arbejdspladser. Der er i forvejen en vis trafik af biler og mennesker til og fra stranden på parkeringspladsen, hvorfor færdslen til og fra arbejdspladserne medfører, at trafikken vil forøges i forhold til normal rekreativ anvendelse af parkeringspladser og veje ved stranden. Ved afsluttet arbejde vil entreprenøren reetablere området, så det efterfølgende så vidt muligt vil fremstå i sin oprindelige tilstand.

Samlet vurdering: Der er stor sandsynlighed for at opleve visuelle forstyrrelser fra arbejdspladsen i arbejdszonen. Brugen af arbejdspladsen medfører en lokal påvirkning, da arbejdspladsen er relativt lille og ikke kan ses på større afstande. Påvirkningsgraden vurderes som lille, da den midlertidige arbejdsplads i forvejen anvendes til parkering m.m., ligesom brugen ikke medfører ændringer af terræn eller lignende. Varigheden af påvirkningen er midlertidig, da en arbejdsplads anvendes i op til tre måneder, hvorefter den forlades igen. Konsekvensen for landskabet ved den periodevis anvendelse af arbejdspladsen vurderes ud fra ovenstående at være begrænset, og der vurderes ikke at være en væsentlig indvirkning på kystlandskabets karakter.

Kystnær fodring

Aktiviteterne i forbindelse med kystnær fodring vil midlertidigt påvirke kystlandskabet visuelt og fysisk ved, at der i de perioder, hvor fodringsarbejdet foregår, vil forekomme lokale, intensive aktiviteter med skibe langs kystlinjen, der dog i forvejen er præget af skibe, der anløber Skagen Havn og er opankret ud for kysten. Aktiviteterne vil blive forøget til omkring det dobbelte i forhold til den foregående aftaleperiode, og sandsynligheden for at opleve fodringsarbejde forøges derfor i betydelig grad i perioden.

Ved kystnær fodring er rainbowing mere synlig på lang afstand end klapning og flyderørledning, da skibene pumper en stråle af sand og vand langt udover stævnen. Metoden er derfor mere iøjnefaldende end klapning, hvor skibene tømmer deres last ud gennem skibsbunden. Metoden flyderørledning vil der kunne ses en stråle af sand og vand i vandoverfladen. Skibene er dog mest

dominerende på tæt hold, mens de allerede på et par kilometers afstand syner væsentligt mindre. Desuden påvirker skibenes tilstedeværelse på havet ikke direkte landskabets karakter på land.

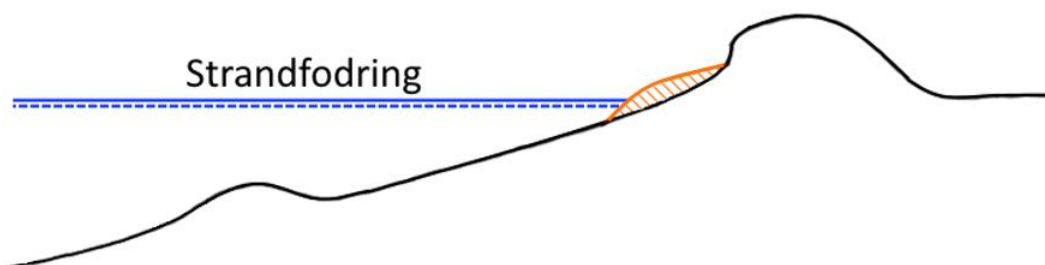
Alt efter metode og skibsstørrelse vil skibet ligge stille ud for kysten i perioder fra lidt over fem minutter ved klapning, op til 60 minutter ved rainbowing og helt op til 80 minutter ved flyderørledning. Arbejdet foregår midlertidigt én gang i perioden på den enkelte lokalitet, hvor det for en kampagne kan være fra 2,5 til 33 døgn alt efter hvilket scenarie, der anvendes. De længste varigheder svarer til, at der anvendes ét skib med en lastekapacitet på 2.000 m³, men som oftest vil der blive brugt større skibe med kortere arbejdsperioder til følge.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at opleve forstyrrelser af landskabet som følge af kystnær fodring er moderat, da fodringen både kan foregå som kystnær fodring og strandfodring. Påvirkningen er lokal, da arbejdet finder sted med enkelte skibe, der fodrer på op til fire kilometer, og skibene vil kun virke fremtrædende inden for nogle få kilometers afstand. Påvirkningsgraden er lille, da den kystnære fodring ikke direkte påvirker landskabskarakteren på land. Påvirkningen er midlertidig for både klapning, flyderørledning og rainbowing, da varigheden varierer fra få døgn op til én måned. Konsekvensen ved de periodevise kystnære fodringer vurderes derfor at være begrænset, og der vurderes dermed ikke at være en væsentlig indvirkning på kystlandskabets karakter.

Påvirkning efter strandfodring

Strandfodring udføres langs størstedelen af strækningen, undtaget ved Sønderstrand (st. 2,1-3), hvor kysten skal udvikle sig naturligt, og der dermed ikke er behov for kystbeskyttelse. Strandfodringen vil gøre stranden bredere og hæve strandbreddens terræn fra klitfoden til den nye kystlinje. Sandet pumpes ind imod klitfoden, hvor det aflejres i kegleform ud imod vandet. Efterfølgende udjævnes sandtoppene, hvor rørene har ligget på, og hjulspor slettes. Det tilførte sand eroderer over tid, så der opstår terrænforskelle, der virker som trapper på stranden. Tilsvarende terrænforskelle ses dog også på strande, hvor der ikke strandfodres, og de virker derfor ikke unaturlige på strandene.

Terrænet på stranden hæves gennemsnitligt med mellem én til to meters højde og i worst-case op til fire meter, hvormed det tilførte sand dækker foden af klitterne, og kystprofilen langs strækningen til dels sløres. Der placeres ikke sand på toppen af klitterne, hvilket betyder, at klitterne vil syne lavere, indtil det tilførte sand er eroderet væk. Sandets placering på stranden kan ses på principskitzen på Figur 7-34.



Figur 7-34. Skitse af princip for strandfodring.

Ved strandfodring fyldes "indbugtningerne" mellem bølgebryderne op med nyt sand, hvilket giver en bredere strand. Den større strandbredde kan ske på en strækning på mellem 600 meter og 4

km, jf. *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3. Den bredere strand kan samtidig medføre øget sandfygning, der kan bidrage til en opbygning af klitterne, da der opstår en større flade, hvor vinden kan samle sandet op.

Strandfodringen ændrer dermed kystlandskabets udtryk og dynamik, og hele landskabsrummet langs med kysten opleves bredere. Samtidig sikres klitterne som klitlandskab og rumskabende element mod det bagvedliggende landskab. Samtidig har en stor del af kyststrækningen været påvirket af kystbeskyttelse i form af fodring med sand siden 1982, hvormed den kunstige og brede strand opfattes som naturlig. Fortsat kystbeskyttelse sikrer dermed, at kystens kendte udtryk, bevares de steder, hvor der er behov for kystbeskyttelse. Desuden er stranden på store strækninger beskyttet med skråningsbeskyttelse samt bølgebrydere og høfder, der er med til at reducere landskabets sårbarhed over for strandfodring i forhold til en uberørt strand uden tekniske anlæg. Kysten er generelt dynamisk, hvormed udtrykket af kystlandskabet også naturligt løbende ændrer udtryk, som følge af erosion samt højvande og lavvande.

Det tilførte sand vil på nogle lokaliteter periodisk skjule dele af den eksisterende hårde kystbeskyttelse langs klitlandskabet, indtil det tilførte sand igen borteroderes af vind og vand. Det er særligt høfdernes landdel og dele tættest ved kysten, der kan blive skjult af sand, mens den øvrige del stadig vil være synlig. Som følge af strandfodringen vil skråningsbeskyttelsen, som findes på dele af strækningen, også fremtræde mindre markant i klitlandskabet, da skråningsbeskyttelsen helt eller delvist skjules af sand. Bølgebrydere kan i visse tilfælde skjules helt eller delvist af sand, som det ses på Figur 7-35. På Figur 7-36 ses situationen, hvor sandfodring netop er gennemført, og hvor bølgebryderne helt eller delvist er skjult af det tilførte sand.



Figur 7-35. Centralt på fotoet er markeret en bølgebryder, som delvist er skjult af det tilførte sand fra en strandfodring.



Figur 7-36. Centralt på fotoet er markeret en højde, som delvist er skjult af det tilførte sand fra en strandfodring.

Strandfodringen vil overordnet set bidrage til, at de eksisterende rumlig-visuelle forhold på stranden opretholdes, og strandbredden fremtræder som en sandstrand, hvor det på trods af terrænforskelle og en øget bredde og højde fortsat er muligt at have et langt kig langs stranden. Sigte-linjen langs med stranden fra Grenen mod syd og også mod nord vurderes derfor ikke at blive på-virket af strandfodringen. Det samme gør sig gældende med sigtelinjen mod nord fra Stokmilen syd for projektstrækningen. Strandfodringen medfører ikke tilførsel af sand oven på den forreste klitrække, hvorfor klitterne bevarer sin højde. Tiltaget sikrer desuden, at klitterne som klitland-skab og rumskabende element opretholdes, samt at det bagvedliggende landskab sikres. Værdien af Vippefyret, Det Grå Fyr, havnen og Klitgaarden som orienteringspunkter vurderes derfor ikke at blive ændret, da det stadig er muligt at se orienteringspunkterne fra stranden.

De fleste huse i Skagen by er trukket væk fra kysten, hvorfor der ikke er nogen visuel sammen-hæng mellem byen og stranden. Det er kun husene på Østre Strandvej og Vestre Strandvej/Krø-yersvej/Lodsvej, der har udsigt over stranden, da husene ligger helt ud til stranden, og klitterne er lave, så der ikke er nogen visuel barriere mellem husene og stranden. På strækningen ved Østre Strandvej sandfodres der ikke, hvorfor der hverken vurderes at være en fysisk eller visuel påvirk-ning af beboerne i husene. På strækningen ved Vestre Strandvej/Krøyersvej/Lodsvej vil der være en visuel påvirkning af beboerne i husene på vejen, men det vil kun være den midlertidige bre-dere strand, der vil være synlig, hvorfor påvirkningen af beboerne vurderes at være ubetydelig.

Samlet vurdering: Kystbeskyttelsen vil med meget stor sandsynlighed medføre en ændring af kystlandskabet, da strandfodringen vil ændre bredden på stranden. Strandfodringskampagnen vil medføre en lokal ændring af kystlandskabet på op til fire kilometer langs strækningen. Påvirk-ningsgraden ved den visuelle ændring af stranden vurderes som høj, da strandfodringen kan medføre en betydelig ændring af strandens bredde og visuelle fremtræden. Varigheden af det ændrede udseende af stranden er lang, da der kan foretages strandfodringer i op til fire år ud af den femårige periode eller som en samlet fodring i ét år. Konsekvensen vurderes samlet set at være moderat, da strandfodringen på den ene side vil bremse strandens naturlige udvikling, men vil på den anden side opretholde kystlandskabets overordnede karakter og det kendte billede af kysten. På den baggrund vurderes der ikke at være en væsentlig indvirkning på kystlandskabets karakter efter strandfodringen.

7.4.2 Påvirkning af landskabsudpegninger

I det følgende beskrives påvirkningen af de udpegede landskaber og geologiske områder, og det vurderes, om den planlagte kystbeskyttelse er i overensstemmelse med udpegningernes formål og retningslinjer.

Påvirkning af kommuneplanens landskabelige udpegninger

Sandfodring bidrager til at fastholde kystlinjen, men ændrer landskabstrækkene på stranden indtil fodringssandet er eroderet bort. Den planlagte kystbeskyttelse sikrer til gengæld, at klitrækken og de bagvedliggende landskaber ikke eroderes bort, hvilket er i overensstemmelse med Frederikshavn Kommuneplans retningslinje for særligt værdifulde landskaber om at bevare de egnskarakteristiske landskabstræk. Sandfodringen vurderes at have et begrænset omfang, som ikke vil forringe det udpegede landskabs bevaringsværdige karakter og oplevelse. Den planlagte kystbeskyttelse vurderes derfor samlet set at være i overensstemmelse med kommuneplanens retningslinjer for særligt værdifulde landskaber.

Da sandfodringen kun foregår kystnært og på stranden, vil den planlagte kystbeskyttelse ikke påvirke det udpegede område med rimmer og dobber, som findes bag klitrækken og ikke på stranden. En stor del af udpegningen inden for undersøgelsesområdet ligger hertil i det område, hvor der ikke sker kystbeskyttelse. De steder, hvor der sker strandfodring inden for udpegningen, fastholdes kystprofilen, så de kystnære rimmer og dobber kan bevares og ikke eroderer bort som følge af klittilbagetrækningen. Den planlagte kystbeskyttelse vurderes derfor samlet set at være i overensstemmelse med kommuneplanens retningslinjer for rimmer og dobber.

Påvirkning af kommuneplanens geologiske udpegninger

Frederikshavn Kommuneplans retningslinjer for de geologiske beskyttelsesområder specificerer bl.a., at området skal friholdes for skovtilplantning, råstofindvinding, kystsikring eller andet, der slører eller ødelægger mulighederne for at opleve den geologiske dannelse.⁹⁵

Målsætningen om at fastholde kystlinjen ved strandfodring vil medføre en bevaring af de geologiske profiler, da klitterne og kystlinjen beskyttes mod erosion. De geologiske profiler langs kysten vil hovedsageligt kunne ses i klitterne og det bagvedliggende landskab, da selve stranden er i konstant forandring på grund af vind- og vanderosion. Fastholdelse af kystlinjen vil dog samtidig medføre en vis sløring af de geologiske overgange og sammenhænge på stranden og ved de forreste klitter samt standse den naturlige udvikling af kysten og de processer, der er koblet hertil.

Den naturlige udvikling af strækningens kystlinje er dog allerede påvirket af tidligere sandfodringer og den hårde kystbeskyttelse, som findes på dele af strækningen. Frederikshavn Kommune oplyser, at der har været kystbeskyttet i området siden begyndelsen af 1980'erne, og dermed både før og efter den gældende kommuneplan, som er fra 2015. Den planlagte kystbeskyttelse er derfor en fortsættelse af en normal procedure og Frederikshavn Kommune vurderer, at kystbeskyttelsen ikke vil ændre de geologiske værdier i området, mere end den har gjort hidtil. Frederikshavn Kommune oplyser desuden, at en begrænset søring af den geologiske dannelse er acceptabel, i forhold til, hvad der mistes uden sandfodring i området.⁹⁶ Samlet set vurderes den planlagte kystbeskyttelse at være i overensstemmelse med kommuneplanens retningslinjer for værdifulde geologiske områder.

⁹⁵ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, 15. Landskaber <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1303>

⁹⁶ Frederikshavn Kommune, Mail til Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, 06/10 2020.

Påvirkning af nationale kystlandskaber

Kystbeskyttelse i form af fodring med sand har været gennemført siden år 1982⁹⁷, og der blev derfor også udført kystbeskyttelse på strækningen, da udpegningen af de nationale kystlandskaber blev vedtaget i 2004. Opretholdelsen af den stærke regulering langs med kysten er kunstig og kan sløre geologien, geomorfologien samt kystdynamikken, som det nationale kystlandskab er udpeget for at sikre. Set ud fra geologiske, morfologiske og dynamiske interesser ville det være hensigtsmæssigt at lade naturens kræfter få frit spil. Det er dog fortsat muligt at studere de fastholdte sammenhænge og variationer i kystlandskaberne, selvom den planlagte kystbeskyttelse gennemføres.

Konsekvensen for det udpegede nationale kystlandskab vurderes på baggrund af ovenstående at være begrænset, da strandfodringen bevarer det nationale kystlandskab i dets nuværende udstrækning med mulighed for at studere de processer, som har formet landskabet. På den baggrund vurderes det, at den planlagte kystbeskyttelse er i overensstemmelse med udpegningen af de nationale kystlandskaber.

7.4.3 Påvirkning af fredede områder

Fredningskendelserne for Skagen Gren og Klitgaarden omfatter bestemmelser, der fastlægger, at Kystdirektoratet må udføre de for sandflugtsbekæmpelse og kystbeskyttelse nødvendige arbejder, hvilket betyder, at den planlagte kystbeskyttelse vurderes at være i overensstemmelse med fredningsbestemmelserne. Der sker ikke nogen strandfodring inden for området omfattet af fredningskendelsen ved Sønderstrand, hvorfor fredningen ikke vurderes at blive påvirket af den planlagte kystbeskyttelse.

7.4.4 Strandbeskyttede og klitfredede arealer

Kystbeskyttelse inden for strandbeskyttede og klitfredede arealer forudsætter Kystdirektoratets dispensation efter naturbeskyttelsesloven. Ifølge lov om kystbeskyttelse § 3a skal der dog ikke søges om dispensation til kystbeskyttelse inden for strandbeskyttede og klitfredede arealer, hvis det i afgørelse om tilladelse til kystbeskyttelse fremgår, at den træder i stedet for en dispensation efter naturbeskyttelsesloven^{98 99}.

Klitfredningen og strandbeskyttelsen skal sikre en generel friholdelse af strandene og de bagvedliggende kystområder mod indgreb, der ændrer den nuværende tilstand og anvendelse. Klitfredningen har desuden til formål at sikre, at der ikke opstår sandflugt eller risiko herfor. Kystbeskyttelsen vurderes derfor at være i overensstemmelse med klitfredningens og strandbeskyttelsens generelle formål, da kystbeskyttelsen bidrager til at sikre nuværende anvendelse og tilstand, ligesom kystbeskyttelsen bidrager til at beskytte mod sandflugt.

Kystbeskyttelsen vil med meget stor sandsynlighed fastholde den nuværende tilstand og anvendelse inden for de strandbeskyttede og klitfredede arealer lokalt. Påvirkningsgraden vurderes at være meget høj, da kystbeskyttelsen forhindrer erosion af kysten og dermed ændringer af strækningen. Varigheden vurderes at være lang, da påvirkningen forekommer, så længe kystbeskyttelsen finder sted. Samlet set vurderes konsekvensen for de strandbeskyttede og klitfredede arealer at være væsentlig og positiv.

⁹⁷ Miljø- og Fødevareministeriet, 2013, Kystdirektoratet, Fællesaftale om kystbeskyttelse ved Skagen, <https://kyst.dk/projekter/faellesaftaler/faellesaftale-om-kystbeskyttelse-ved-skagen/>

⁹⁸ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse, LBK nr. 240 af 13/03/2019, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2019/240#id2933dc3c-dc77-4b66-9707-9d96dce018ef>

⁹⁹ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om kystbeskyttelse, LBK nr. 705 af 29/05/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/705>

7.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af landskabet.

7.6 Kumulative effekter

Følgende projekter kan i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger medføre kumulative effekter.

7.6.1 Vedligeholdelse af hård kystbeskyttelse

Hård kystbeskyttelse på strækningen omfatter bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse i form af et dige. Vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse vil medføre færdsel med maskiner på stranden og i klitterne i forbindelse med tilkørsel af materialer og aktiviteter. Desuden vil der blive etableret en midlertidig arbejdsplads, der vil ligge på samme sted, som arbejdspladsen, der anvendes til den øvrige kystbeskyttelse. Arbejdspladsen anvendes ikke nødvendigvis på samme tidspunkt som kystbeskyttelsen, hvorfor arbejdspladsen kan blive brugt flere gange og i længere perioder.

Der vil forekomme yderligere fysisk og visuel uro i forbindelse med vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse, der i en kortvarig periode vil tilføre kystlandskabet et teknisk præg. Aktiviteterne falder ikke nødvendigvis sammen med, at der i øvrigt gennemføres kystbeskyttelse, hvilket kan betyde, at en lokalitet udsættes for forstyrrelse flere gange, så den visuelle påvirkning gentages. Hvis arbejdet er sammenfaldende, kan den visuelle forstyrrelse blive mere intensiv.

Vedligeholdelsen af den hårde kystbeskyttelse kan samtidig betyde, at anlæggene til en vis grad ændrer form og farve, når der tilføres nye stenblokke eller andre materialer. Da der er tale om relativt få lokaliteter, hvor arbejdet vil finde sted i aftaleperioden vurderes det ikke, at vedligeholdelsesarbejdet vil medføre en væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

7.6.2 Udvidelse af Skagen Havn

I starten af 2021 færdiggøres etape 3 af Skagen Havns udvidelse. Udvidelsen vil udbygge Skagen Havn med 190.000 m² nyt landareal og 1.050 meter ny kaj og skal lægge areal til fiskeri, fiskeindustri samt gods og bunkring. Udvidelsen sker på havnens nordøstlige del søværts fra havnen. Udvidelsens anlægsaktiviteter kan ske sideløbende med den planlagte kystbeskyttelse i 2020. Der sker ingen sandfodring på Sønderstrand, hvormed der ikke vil være direkte visuel forbindelse mellem de to projekter. Det forventes dog, at havneudvidelsen vil tilføre nogle få meter til Sønderstrands bredde, hvormed den naturlige tilbagerykning, der sker på Sønderstrand umiddelbart standses.¹⁰⁰ Effekten vurderes at være positiv i forhold til formålet med kystbeskyttelsen. Den eneste visuelle sammenhæng i forbindelse med sandfodringen, vil være flere skibe ud for Skagen end normalt. Den kumulative effekt mellem de to projekter vurderes dermed ikke at være væsentlig for landskabet.

7.7 Sammenfattende vurdering

Påvirkningen, mens arbejdet står på, og når det er udført, vil medføre forskellige påvirkninger af kystlandskabets karakter.

Aktiviteterne i forbindelse med strandfodring og kystnær fodring vil lokalt påvirke kystlandskabet visuelt og fysisk, mens arbejdet står på. Kystlandskabet får derfor midlertidigt et uroligt udtryk på grund af de skibe og maskiner, der anvendes i forbindelse med kystbeskyttelsen. Samtidig kan

¹⁰⁰ Skagen Havn, Havneudvidelse etape 3, <http://www.skagenhavn.dk/dk/havneudvidelsen>

selve strandbredden midlertidigt fremtræde rodet og kunstigt opbygget. Samlet set vurderes den visuelle påvirkning af arbejdet at være moderat, da arbejdet foregår lokalt og midlertidigt.

I forbindelse med kystbeskyttelsen anvendes midlertidige arbejdspladser, der oftest etableres på eksisterende parkeringspladser eller lignende arealer på læsiden af klitterne. Konsekvensen vurderes at være begrænset, da arbejdspladserne anvendes midlertidigt på den enkelte lokalitet, indtil arbejdet flyttes til en ny position langs kysten.

Strandfodringen kan medføre en forøgelse af strandbredden, hvilket ændrer kystlandskabets udtryk. Terrænet på stranden hæves gennemsnitligt med mellem én til to meters højde, men langs klitfoden kan opbygningen blive op til seks meters højde, hvormed det tilførte sand dækker foden af klitterne med sand, så kystprofilet langs strækningen til dels sløres. Der placeres ikke sand på klitterne, hvorfor klitterne vil syne lavere, indtil det tilførte sand er eroderet væk. Strandfodringen sikrer, at klitterne opretholdes som rumskabende element, samt at det bagvedliggende landskab sikres mod erosion. Konsekvensen af strandfodringen vurderes samlet set at være moderat, da fodringen på den ene side vil sløre strandens naturlige udvikling, men på den anden side oprettholder kystlandskabets overordnede karakter og det kendte billede af kysten.

Den planlagte kystbeskyttelse er i overensstemmelse med de udpegede nationale kystlandskaber på strækningen, og Frederikshavn Kommunes landskabelige retningslinjer og geologiske udpegninger. Konsekvenserne ved kystbeskyttelsen inden for de nationale kystlandskaber vurderes at være begrænset, da strandfodringen bevarer det nationale kystlandskab i dets nuværende udstrækning, selvom der sker en kunstig fastholdelse af landskabet og en sløring af geologien. I de få tilfælde, hvor aktiviteter i forbindelse med kystbeskyttelsen finder sted inden for fredede arealer, tillader fredningerne, at der gennemføres kystbeskyttelse inden for fredningernes areal.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til landskab er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Påvirkning af kystlandskabets karakter og fremtræden					
Arbejde på land	Stor	Lokal	Høj	Midlertidig	Moderat
Midlertidige arbejdspladser	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Kystnær fodring	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Påvirkning efter strandfodring	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
Påvirkning af udpegede landskaber					
Udpegede landskaber	-	-	-	-	Overensstemmelse
Geologiske områder	-	-	-	-	Overensstemmelse
Nationale kystlandskaber	-	-	-	-	Overensstemmelse
Fredede arealer	-	-	-	-	-
Klitfredede og strandbeskyttede arealer	Meget stor	Lokal	Meget høj	Lang	Væsentlig

Tabel 7-6. Opsummering af miljøpåvirkninger i forhold til landskab forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

8. KYSTDYNAMIK, STRØMNING OG SEDIMENTATION

Kapitlet beskriver eksisterende forhold og vurderer den planlagte kystbeskyttelses påvirkning af kystdynamik, strømning og sedimentation langs kyststrækningen ved Skagen. En mere detaljeret beskrivelse og gennemgang af påvirkninger fra kystbeskyttelsen kan ses i bilag 4 *Sedimentation, strømning og morfologi*.

8.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet på baggrund af publikationer, databaser og opmålingsdata fra Kystdirektoratet. Herudover er der gennemført modelberegninger af det suspenderede sediment under både eksisterende forhold samt ved etablering af kystbeskyttelsen, hvor resultaterne er anvendt til vurdering af miljøpåvirkningerne.

Der er bl.a. anvendt følgende:

- Kystdirektoratets kystatlas
- Opmålinger af kystprofiler langs kysten ved Skagen foretaget af Kystdirektoratet
- Til simulering af den suspenderede sedimentkoncentration er der anvendt den numeriske model XBeach og MIKE21/3 FM
- Data fra tilgængelige søkort samt fra MIKE DHI C-map som indeholder digitaliserede vanddybder fra søkort
- Diverse publikationer

Det vurderes, at det tilgængelige grundlag for at vurdere påvirkninger af kystdynamik, strømning og sedimentation er tilstrækkeligt.

8.2 Eksisterende forhold

Beskrivelsen af de eksisterende forhold omfatter følgende forhold:

- Kystprofilet
- Sedimentforhold
- Bølger og strøm
- Sedimenttransport
- Sedimentation ved havnen
- Suspenderet sediment

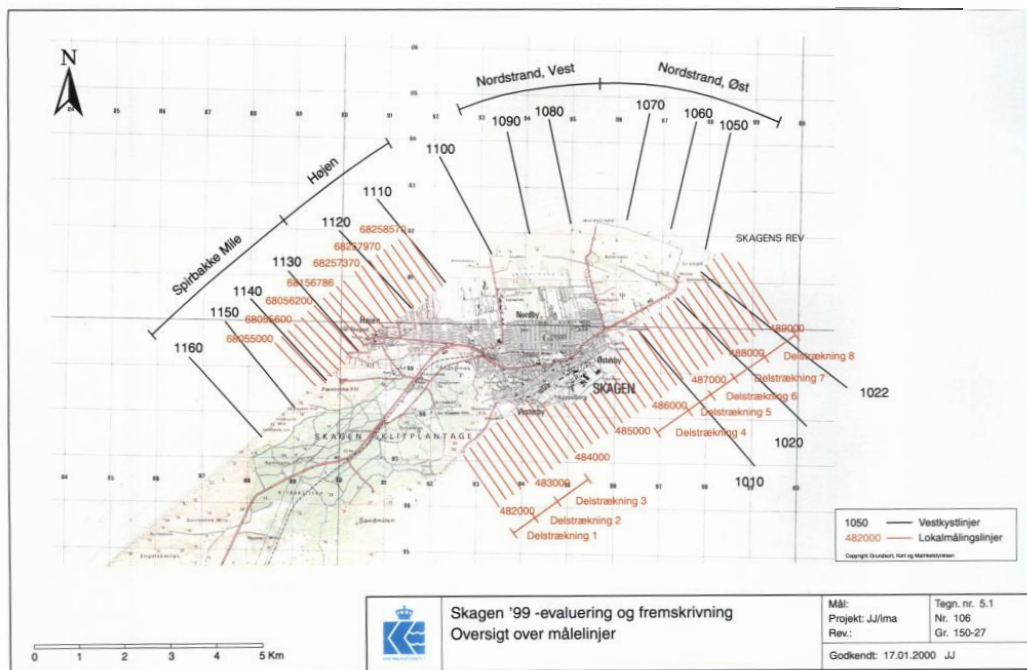
8.2.1 Kystprofilet

Kystprofilets udvikling er bl.a. bestemt af det geologiske udgangsmateriale ved kysten, middelnørstørrelsen i bundmaterialet, samt f.eks. menneskeskabte påvirkninger som hård kystbeskyttelse i form af høfder og bølgebrydere.

En kyst hvor kørnstørrelsen er grov vil f.eks. have et stejlere profil end en kyst med finere kørnstørrelse. Det samme er tilfældet på kyststrækning med hård kystbeskyttelse, som vil være stejlere end, hvor der ikke findes lignende beskyttelse. Forholdet skyldes, at den hårde kystbeskyttelse fikserer kystlinjen, og at erosionen derfor primært foregår i den yderste del af profilet i stedet for over hele profilet.

Opmåling af kysten

Kystdirektoratet opmåler hvert fjerde år kystprofilen langs Vestkysten fra Blokhus til Skagen i de såkaldte Vestkystlinjer. Vestkystlinjerne er placeret vinkelret på kysten med en indbyrdes afstand på 600 - 1.000 meter. Herudover, opmåler Kystdirektoratet også kystprofilen hvert andet år langs kysten nord og syd for Skagen i lokale linjer placeret vinkelret på kysten med en indbyrdes afstand på 200 meter, se Figur 8-1 og Figur 8-2.



Figur 8-1. Beliggenheden af Vestkystlinjer og lokallinjer ved Skagen¹⁰¹.

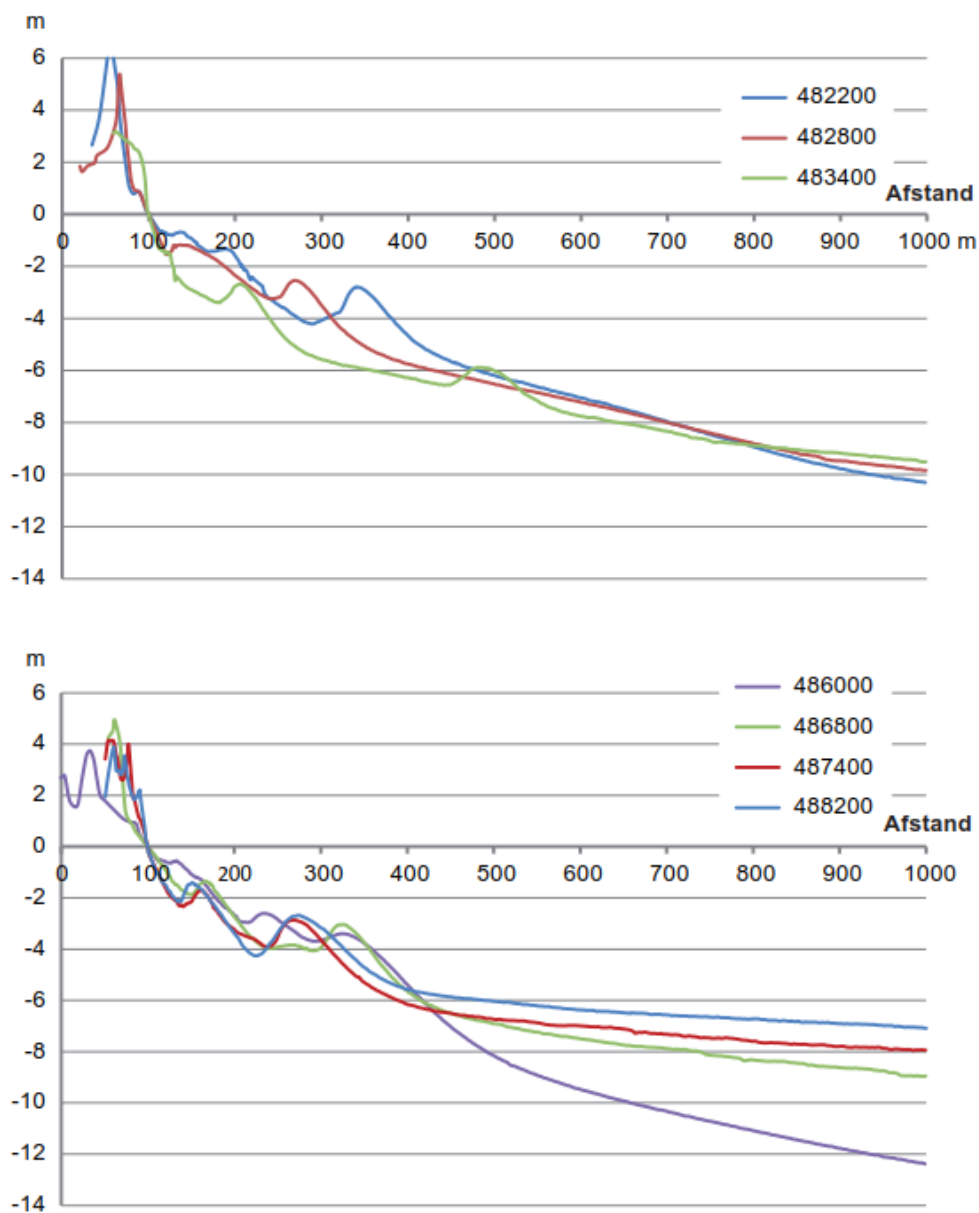
¹⁰¹ Skagen '99 - evaluering og fremskrivning, Kystinspektoratet januar 2000



Figur 8-2. Kystdirektoratets vestkystlinjer og lokallinjer langs kysten ved Skagen¹⁰²

Opmålingerne viser, at kystprofilen ved Skagen overordnet set er karakteriseret ved et jævnt hældende profil og er præget af kystparallelle revlesystemer. På grænsen mellem det ydre og indre strandplan ligger der typisk en stor brændingsrevle på omkring fire meters vanddybde. Længere inde på det indre strandplan forekommer ofte en eller flere mindre strandrevler. Se Figur 8-3, som viser opmålte typiske kystprofiler nord og syd for Skagen by.

¹⁰² Fællesaftale ved Skagen. Status på kystudviklingen, Kystdirektoratet Maj 2018



Figur 8-3. Typiske kystprofiler opmålt ved Skagen i 2016¹⁰³

Kyststrækningen ved Skagen er stærkt præget af hård kystbeskyttelse, som består af en kombination af bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse. Se Figur 8-4.

¹⁰³ Fællesaftale ved Skagen. Status på kystudviklingen, Kystdirektoratet Maj 2018

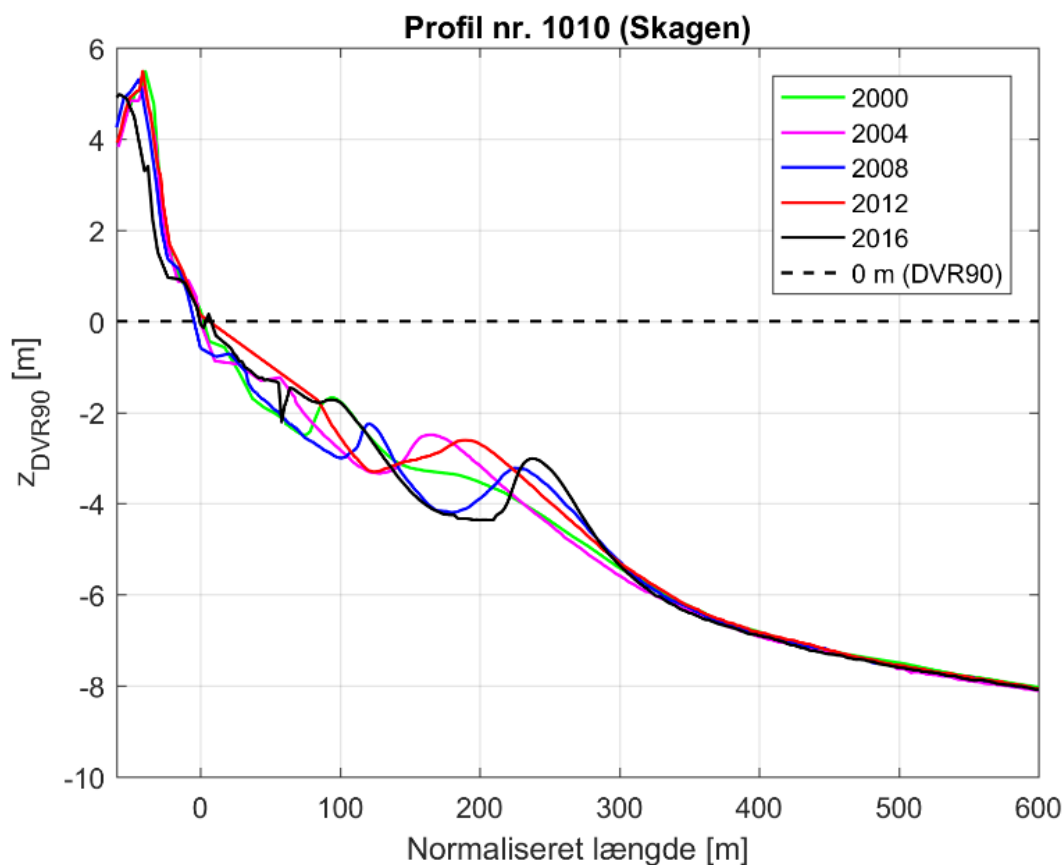


Figur 8-4. Eksisterende kystbeskyttelse ved Skagen¹⁰⁴

Kystbeskyttelsen medfører en forstejling af profilet, fordi der foregår erosion i den ydre del, samtidig med at den indre del og kystlinjen fastholdes. Specielt på delstrækningen Havnen-Klitgården (linje nr. 483400), hvor der ikke ligger strand foran skråningsbeskyttelsen, er profilet betydeligt stejlere end på de øvrige strækninger. Det samme forhold gør sig gældende – dog mindre udtalt – foran skråningsbeskyttelsen ved Grå Fyr (linje nr. 487400 og 488200).

Kystprofilet bliver mere stabilt på større vanddybde, da det her er mindre påvirket af bølgerne. Vanddybden hvortil kystprofilet påvirkes af bølgerne, typisk benævnt som den aktive dybde, er ca. syv til otte meter ved Skagen. Den aktive dybde fremgår af figur 8-5, hvor det også fremgår, at der forekommer en dybdevariation over revlen på ca. 1,2 m.

¹⁰⁴ Kystdirektoratets Kystatlas, 2019 <http://kms.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=8669133b3f4842b7a9a19fb24b08ffd5>



Figur 8-5. Variation i målte kystprofiler (profil 1010) ved Skagen i perioden 2006 - 2018.

8.2.2

Sedimentforhold

Havbunden ud for kyststrækningen ved Skagen udgøres af sand, se Figur 8-6.

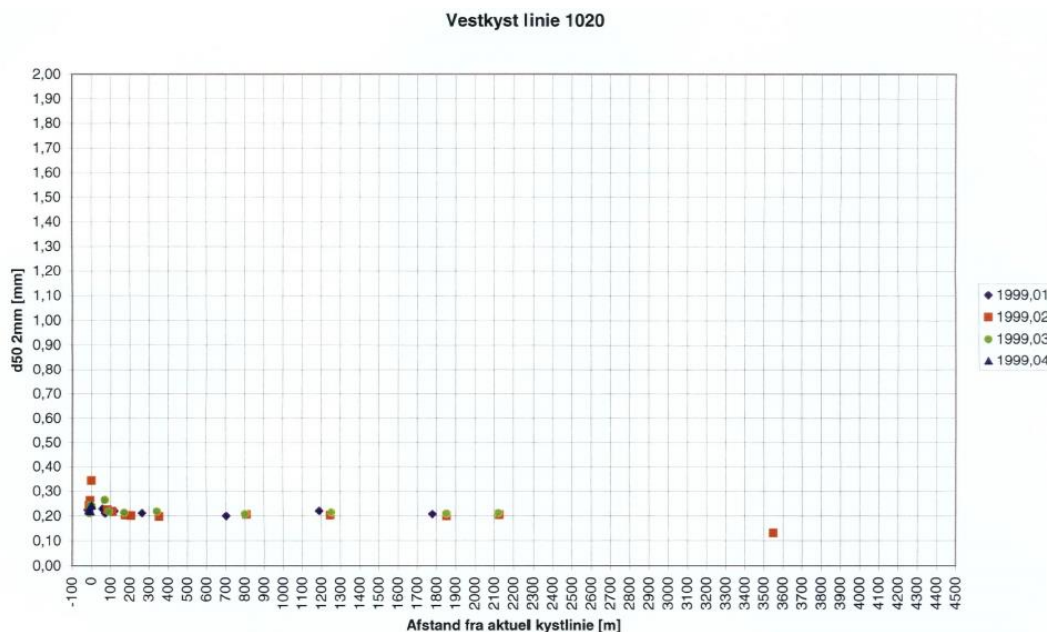


Figur 8-6. Sandforekomst på havbunden ved Skagen¹⁰⁵.

¹⁰⁵ Geus Marin Råstofdatabse

https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=marta#baslay=baseMapDa&optlay=&extent=575370.6110356146,6382983.699331161,617604.4620181319,6405910.647007383&layers=sediment_250000_eng

Der er i en tidligere sedimentanalyse fra 1999¹⁰⁶ bestemt middeldkornstørrelser ved Skagen, se Figur 8-7. Som det fremgår af figuren, er middeldkornstørrelsen d_{50} ved Skagen ca. 0,20 mm på den kystnære havbund, og lidt højere på selve stranden (ca. 0,22 mm). Bemærk, at der i den tidligere sedimentanalyse er frasorteret fraktioner over 2 mm før gennemførelse af sigten. Sedimentanalysens resultater fra 1999 stemmer fint overens med sigteanalyser fra i alt 42 sandprøver på stranden gennemført til nærværende projekt henholdsvis nord og syd for Skagen, se Tabel 8-1 og Tabel 8-2.



Figur 8-7. Middeldkornstørrelser langs Vestkysten samt Kattegatkysten ved Skagen¹⁰⁶.

	Middel	95% fraktil
d_{50} [mm]	0.22	0.32
Indhold af $d < 0.125$ mm [%]	1,5	3

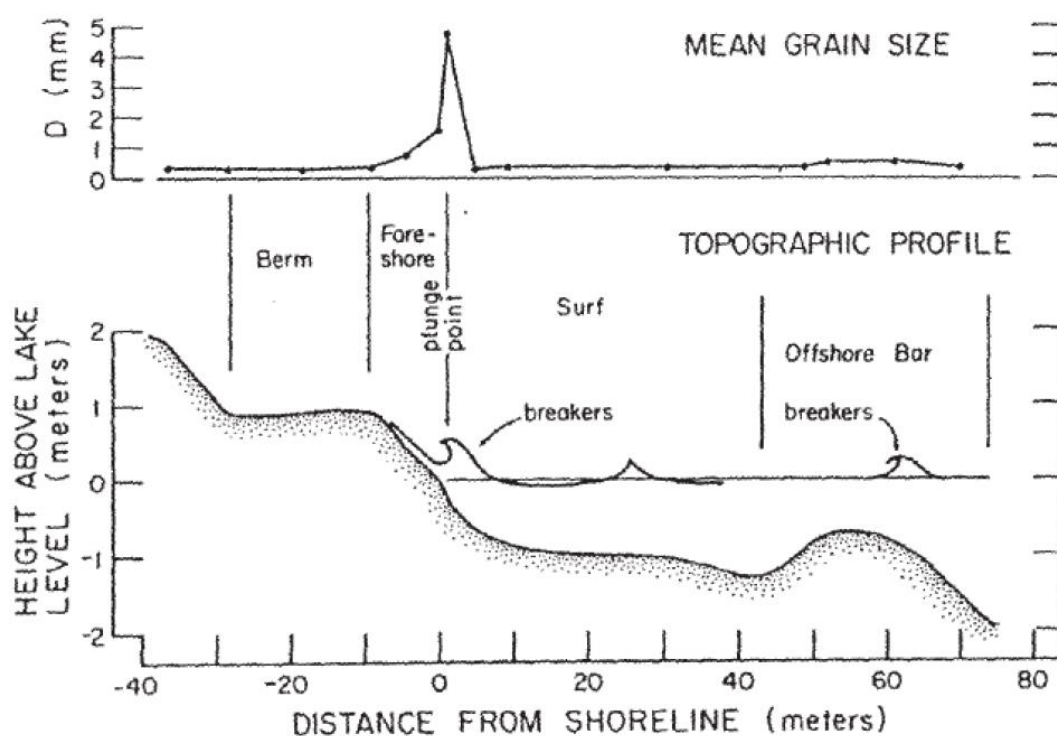
Tabel 8-1. Statistik for d_{50} samt indhold af fint sand ($d < 0,125$ mm) nord for Skagen baseret på 21 sigteprøver gennemført i forbindelse med nærværende projekt.

	Middel	95% fraktil
d_{50} [mm]	0.22	0.29
Indhold af $d < 0.125$ mm [%]	1,9	6,4

Tabel 8-2. Statistik for d_{50} samt indhold af fint sand ($d < 0,125$ mm) syd for Skagen baseret på 21 sigteprøver gennemført i forbindelse med nærværende projekt.

Henover kystprofilen varierer middeldkornstørrelsen som følge af bølgenes sortering af bundsedimentet. De grovere kornstørrelser findes især på forstranden, hvor de bliver liggende efter at have været transporteret op af de større bølger. Henover revlen er der en tendens til, at kornstørrelsen er lidt grovere som følge af, at bølgerne bryder over revlen og taber deres energi og dermed evnen til at transportere det grove sediment. Se illustration i Figur 8-8.

¹⁰⁶ Kystinspektoret. (1999). *Sedimentanalyse - Vestkysten 1999*



Figur 8-8. Eksempel på variation i middelkornstørrelsen, d_{50} på tværs af et kystprofil ¹⁰⁷

8.2.3

Bølger og strøm

På dybt vand (dybere end ca. 12 meter) er strømmen drevet af tidevand samt vind. Tættere på kysten, inden for den zone hvor bølgerne bryder, er strømmen hovedsageligt drevet af bølger.

Strømme på dybt vand

Såkaldte havstrømme opstår i forbindelse med vindstuvning samt tidevandsudveksling og er for Nordsøen, Skagerrak og Kattegat skematisk gengivet i Figur 8-9. Heraf fremgår det, at havstrømmen mellem Skagerrak og Kattegat netto er nordgående.

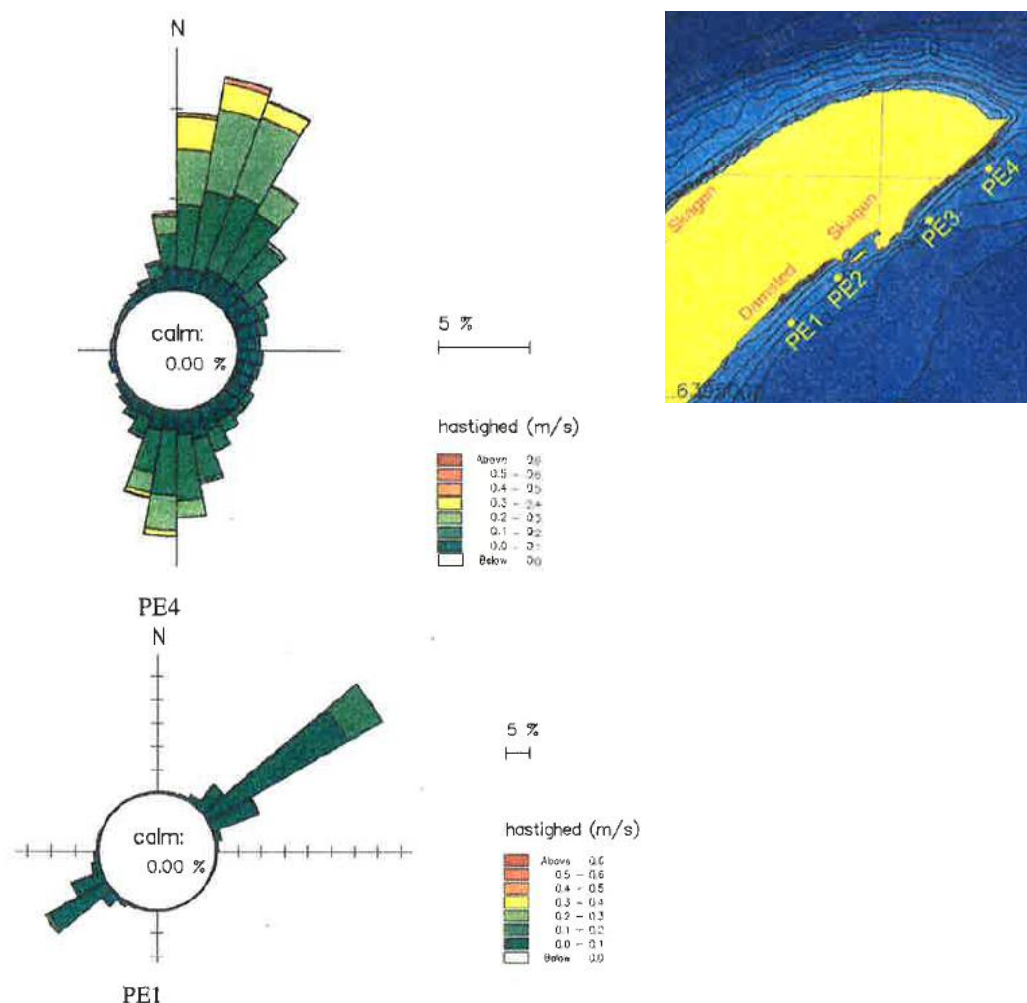
¹⁰⁷ Liu, Z. (1998). *Sediment transport*. Aalborg University.



Figur 8-9. Skematisk gengivelse af netto-cirkulationen i Nordsøen, Skagerrak, samt Kattegat. Mørke pile viser strømninger i overfladen og de lyse pile viser dybereliggende strømme. Bredden på pilene indikerer styrken¹⁰⁸

Som følge af omskifteligt vejr og ændrede vindforhold vil der altid være naturlige variationer i bølgehøjderne, og dermed i strømforholdene langs kysten. Som et eksempel på strømforholdene langs kysten ved Skagen er der i Figur 8-10 vist såkaldte strømroser for en 15 måneders periode (1/1-1998 – 31/3-1999) nord og syd for Skagen (i henholdsvis PE1 og PE4). En strømrose viser i procent, hvor ofte en given strømhastighed forekom i en bestemt periode, samt hvilken retning strømmen havde.

¹⁰⁸ Hvas, E., Blanner, P., Deding, J., Nielsen, L. M., Laursen, M. B., Madsen, P. B., & Kristensen, H. S. (1998). Åbne farvande langs vestkysten. Udgivet af Nordjyllands amt, Ringkøbing amt, Viborg amt og Ribe amt.



Figur 8-10. Strømførhold syd for (PE1) og nord for (PE4) Skagen Havn.¹⁰⁹

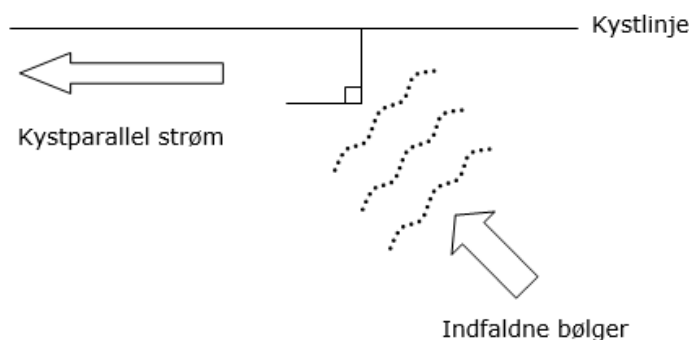
Som det fremgår af strømrøserne, er strømmen generelt i nordøst-gående retning og den nord-gående strøm er kraftigere og forekommer oftere sammenlignet med den sydgående strøm.

Strømmen på lavere vand

Når bølgenes indfaldsvinkel på kysten er forskellig fra kystlinjens orientering, danner bølgerne en *kystparallel strøm*. Se principskitse på Figur 8-11.

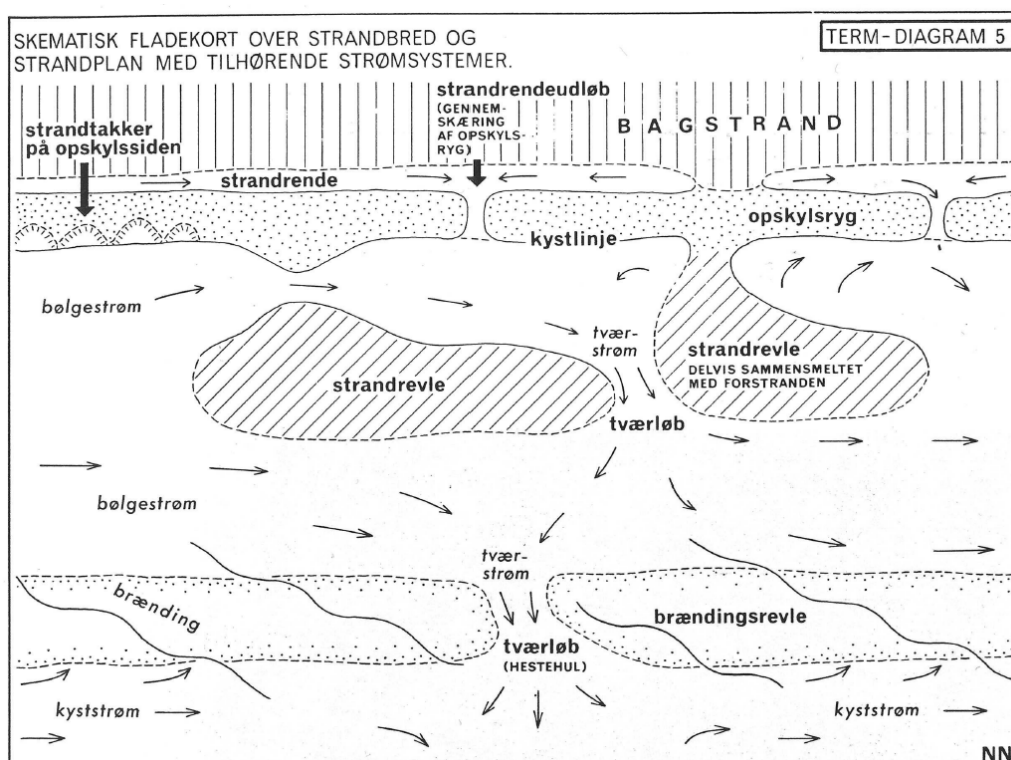
Strømmen transporterer de eroderede sedimenter, som aflejres nedstrøms på lokaliteter, hvor strømmen mister sin energi og dermed transportevne. Det kan f.eks. være, når kystlinjen bugter indad, hvor vanddybden bliver større, og strømmen bliver langsommere, og transportkapaciteten dermed nedsættes.

¹⁰⁹ VVM for udvidelse af Skagen Havn, 2004



Figur 8-11. Principskitse af dannelsen af den kystparallelle strøm

På en kyststrækning med revler vil bølgerne bryde ind over revlerne og danne en kystparallel *bølgestrøm*. Se Figur 8-12. Vandet fra bølgerne som møder land, skal tilbage ud til havet, hvilket sker i åbninger mellem revlerne, og der kan dannes en stærk søvæerts (retning mod havet) *tværstrøm* – de såkaldte revlehuller/hestehuller. Strømhastigheden her kan i visse tilfælde nå op over 1 m/s og har, i modsætning til understrømme, sit maksimum i den øverste del af vandsøjlen¹¹⁰.



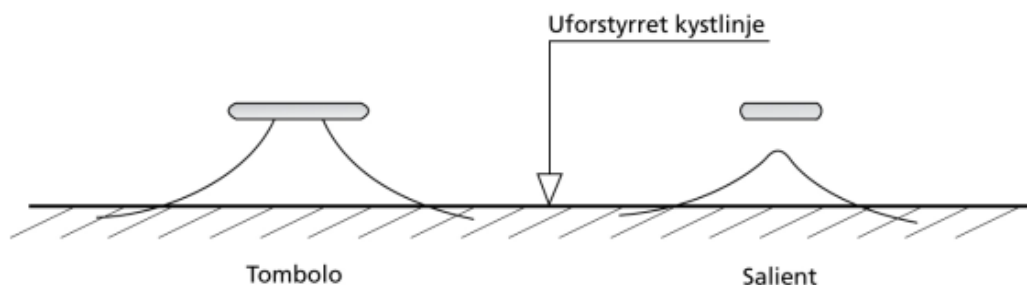
Figur 8-12. Diagram, som viser de forskellige strømme langs kysten¹¹¹

På en kyststrækning som er præget af bølgebrydere, vil bølgeenergien bag bølgebryderen blive reduceret som følge af bølgebrydning over samt strømning gennem bølgebryderen. Den markante reduktion af bølgeenergien medfører, at der sker en aflejring af sand bag ved bølgebryderen, og

¹¹⁰ Aagaard, T. & Masselink, G. (1999). The Surf Zone. In Short, A. D. (ed.): Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, pp. 72-118

¹¹¹ Aagaard, T., Nielsen, J. & Nielsen, N. (2007). Kystmorfologi. Institut for Geografi og Geologi, Københavns Universitet.

der opstå en såkaldt *tombolo* eller en *salient*, se Figur 8-13. En tombolo er en udbugtning af kystlinjen bag en bølgebryder, som danner en landfast forbindelse mellem stranden og konstruktionen. En salient er en udbugtning af kystlinjen, som ikke opnår en landfast forbindelse til bølgebryderen. Endvidere tilbageholder bølgebryderen en del af det sand, der eroderes på stranden og i skrænten. Det samme gælder for T-høfder, som dog også bremser den kystparallelle strøm.



Figur 8-13. Kystmorfologiske former bag en bølgebryder¹¹²

Bølgebrydernes og T-høfdernes tilstedeværelse, vil ligesom ved tilstedeværelse af revler, medføre at der dannes en tværstrøm mellem bølgebryderne. Den kystparallelle strøm kan ved salient- og tombolo-dannelse blive helt eller delvist blokeret, og der kan derved opstå en forstærkning af tværstrømmen som løber ud mellem bølgebryderne, og der kan derudover opstå en stærk understrøm.

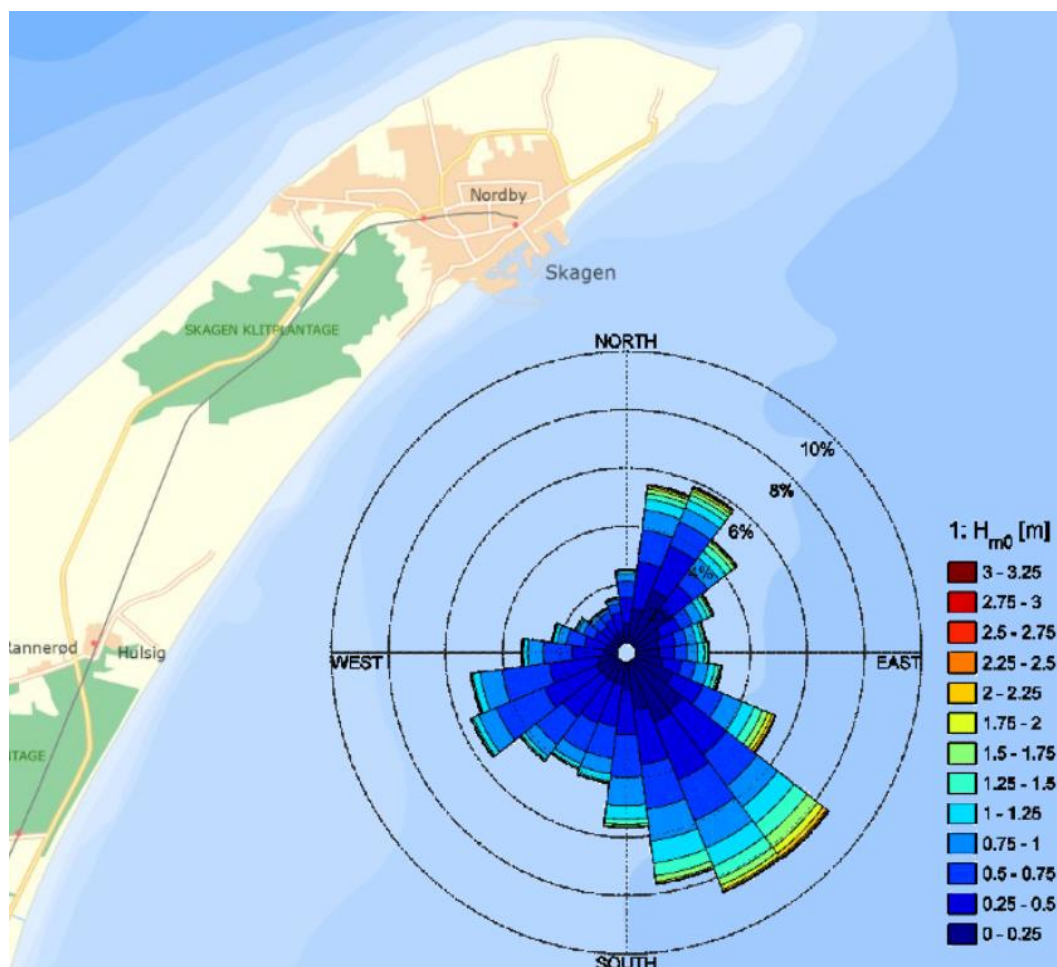
Tilstedeværelsen af almindelige høfder (dvs. ikke T-høfder) vil, alt efter højden, enten blokere eller bremse den kystparallelle strøm og dermed den kystparallelle sedimenttransport. Høfderne skaber dermed den såkaldte *luvsideaflejring* opstrøms høfden og *læsideerosion* nedstrøms høfden.

Bølger

Som følge af omskifteligt vejr og ændrede vindforhold vil der altid være naturlige variationer i bølgehøjderne langs kysten. En bølgerose viser, hvor ofte en given bølgehøjde forekom i en bestemt periode, f.eks. angivet i %, samt fra hvilken retning, og i Figur 8-14 er vist et eksempel ved Skagen. Af bølgerosen fremgår det, at de fleste og største bølger ved Skagen kommer fra sydøst.

Bølgernes højde tæt ved kysten er begrænset af vanddybden, og når de opnår en relativ højde (H_{m0}) ift. vanddybden (h) på $H_{m0}/h \approx 0,6$ vil der forekomme bølgebrydning af de højeste bølger i bølgespektret.

¹¹² Lønstrup 2009 - status, Kystdirektoratet april 2009.



Figur 8-14. Bølgeforhold ved Skagen, jf. Kystdirektoratets kystatlas¹¹³.

8.2.4

Sedimenttransport

Sedimenttransporten drives af den bølgeinducerede strøm på lavt vand og den tidevandsgenererede strøm på dybere vand. I forhold til den bølgeinducerede strøm vil der, når bølgerne bevæger sig skråt mod kysten, som tidligere nævnt, opstå to strømretninger, der driver sedimenttransporten. En tværgående strøm og en kystparallel strøm. Begge strømningstyper har energi til at transportere sediment, men sedimenttransporten opstår dog først, når strømhastigheden er tilstrækkelig til at mobilisere sedimentet. Den maksimale mængde sediment en given strøm kan transportere omtales *transportkapaciteten* og afhænger bl.a. af, hvor kraftig strømmen er.

Den ene retning af sedimenttransporten går vinkelret på kysten og benævnes den "*tværgående sedimenttransport*" og den anden retning er parallel med kysten og benævnes "*langsgående sedimenttransport*". Tværgående- og langsgående sedimenttransport beskrives nærmere i det følgende. I praksis foregår sedimenttransporten som en kombination af de to transportformer.

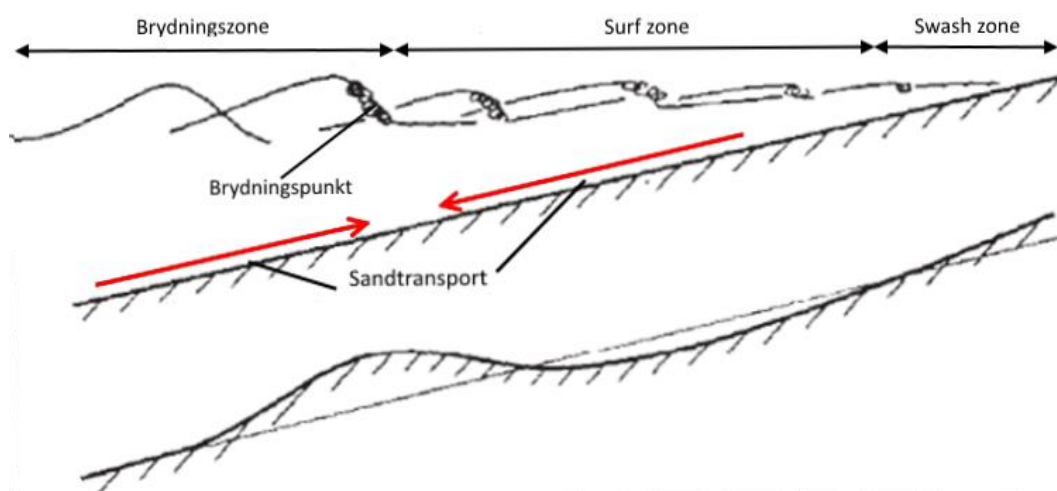
¹¹³ Kystdirektoratets kystatlas, 2019, <http://kms.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=8669133b3f4842b7a9a19fb24b08ffd5>

Tværgående sedimenttransport

Den tværgående sedimenttransport afhænger bl.a. af bølgeforholdene, tværprofilet samt sedimentkarakteristikken. Indenfor brydningszonen, som ved Skagen er beliggende indenfor ca. fem meters vanddybde, er kystprofilet meget dynamisk, og der forekommer signifikante omlejninger af sediment hele tiden alt afhængig af bølgeforholdene. Kystprofilet bliver dog mere stabilt på større vanddybde, da det her er mindre påvirket af bølgerne.

Kyststrækningen påvirkes af forskellige bølgeforhold med forskellige typer af brydende bølger (normalt karakteriseret som topbrydende og styrtbrydende). Topbrydende bølger, som forekommer under storm, medfører normalt revledannelse. Revledannelsen under topbrydende bølgeforhold skyldes, at der søværts for brydningspunktet (dvs. i brydningszonen) forekommer en mindre sandtransport ind mod kysten, og at der landværts for brydningspunktet (i surf-zonen og swash-zonen) forekommer en udadrettet transport, se illustration i Figur 8-15.

Brydningspunktet varierer pga. vekslende bølge- og vandstandsforhold, og lokaliteten for revledannelse vil derfor også variere.



Figur 8-15. Illustration af sandtransport søværts og landværts for brydningspunktet, hvilket bevirker til revledannelse ¹¹⁴

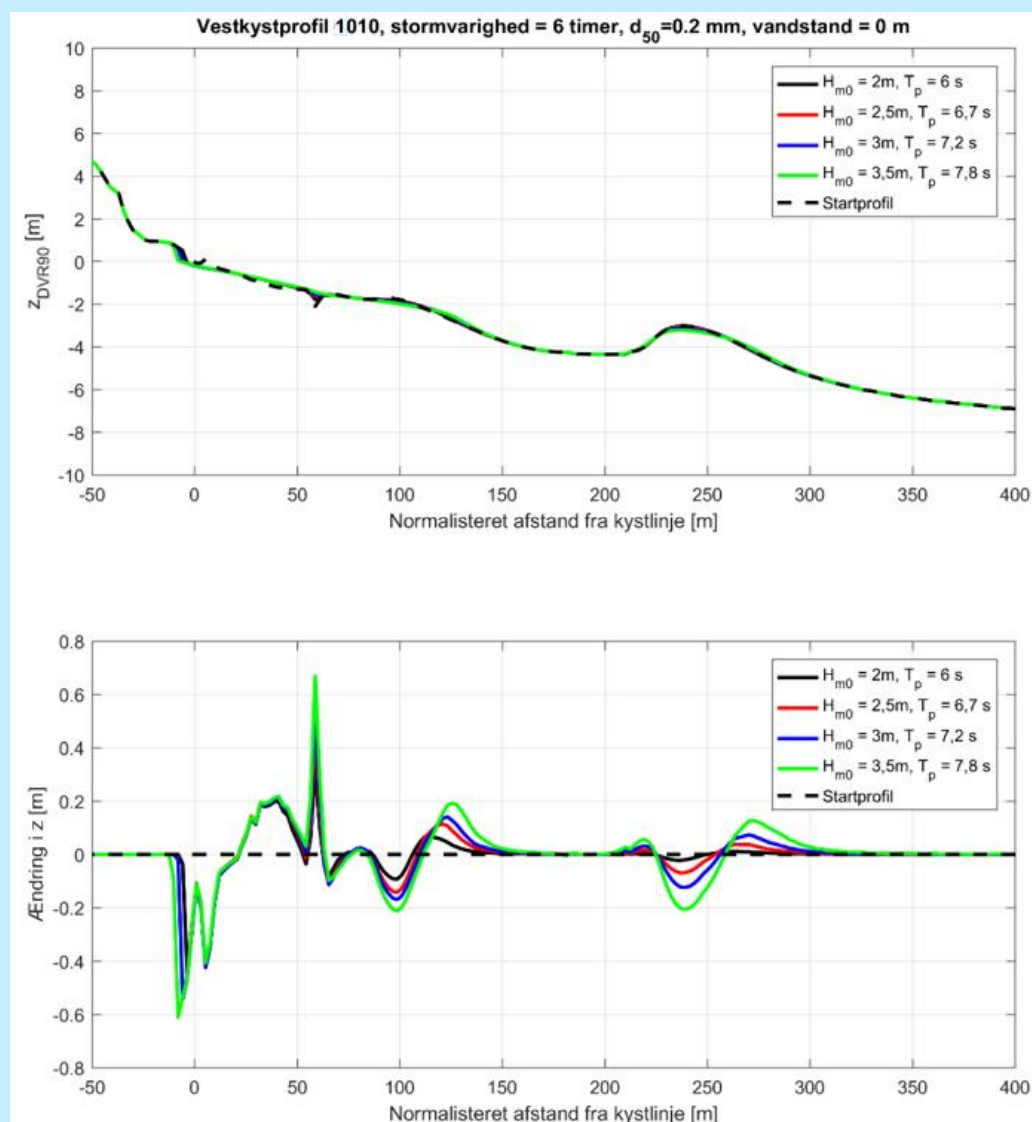
Styrtbrydende bølger er i stand til at opblande store mængder sand i vandsøjlen, hvilket medfører, at sandet transporteres ind imod kysten. Effekten er mest dominerende under forhold med lange dønninger (dvs. lange bølger med høj bølgeperiode). Kysten er i længere perioder påvirket af både top- og styrtbrydende bølger, og der sker her en konstant omfordeling af sediment. Materialetransporten under storm og under tilfælde med "godt vejr" kan ses i Figur 8-16.

¹¹⁴ Liu, Z. (1998). *Sediment transport*. Aalborg University (illustrationen er delvist modificeret af Rambøll i forbindelse med nærværende projekt)

Dynamisk kystprofil

Eksempel på omfanget af dynamikken i kystprofilet ved Skagen pga. den tværgående bølgeinducerede sedimenttransport kan ses i Figur 8-17, baseret på simuleringer i en såkaldt XBeach-model. Modellen er i stand til at simulere hydrauliske og morfologiske processer på sandkyster og inkluderer vigtige hydrodynamiske processer som f.eks. bølgetransformation (refraktion, shoaling, brydning), lange bølger, transformation (generering, udbredelse, dissipation), bølgeinduceret-setup af vandstanden, samt indflydelse fra strøm.

De morfologiske processer inkluderer bl.a. effekterne fra bundforskydning og suspenderet sediment. Modellen er valideret baseret på analytiske sammenligninger, laboratorieforsøg, samt feltmålinger.¹¹⁶



Figur 8-17. Eksempel på ændringer i et kystprofil beliggende ved Skagen (øverst) før/efter forskellige storme med en varighed på seks timer (bølgerne er antaget at være vinkelrette på kysten) samt ændringer i kystprofiler (nederst).

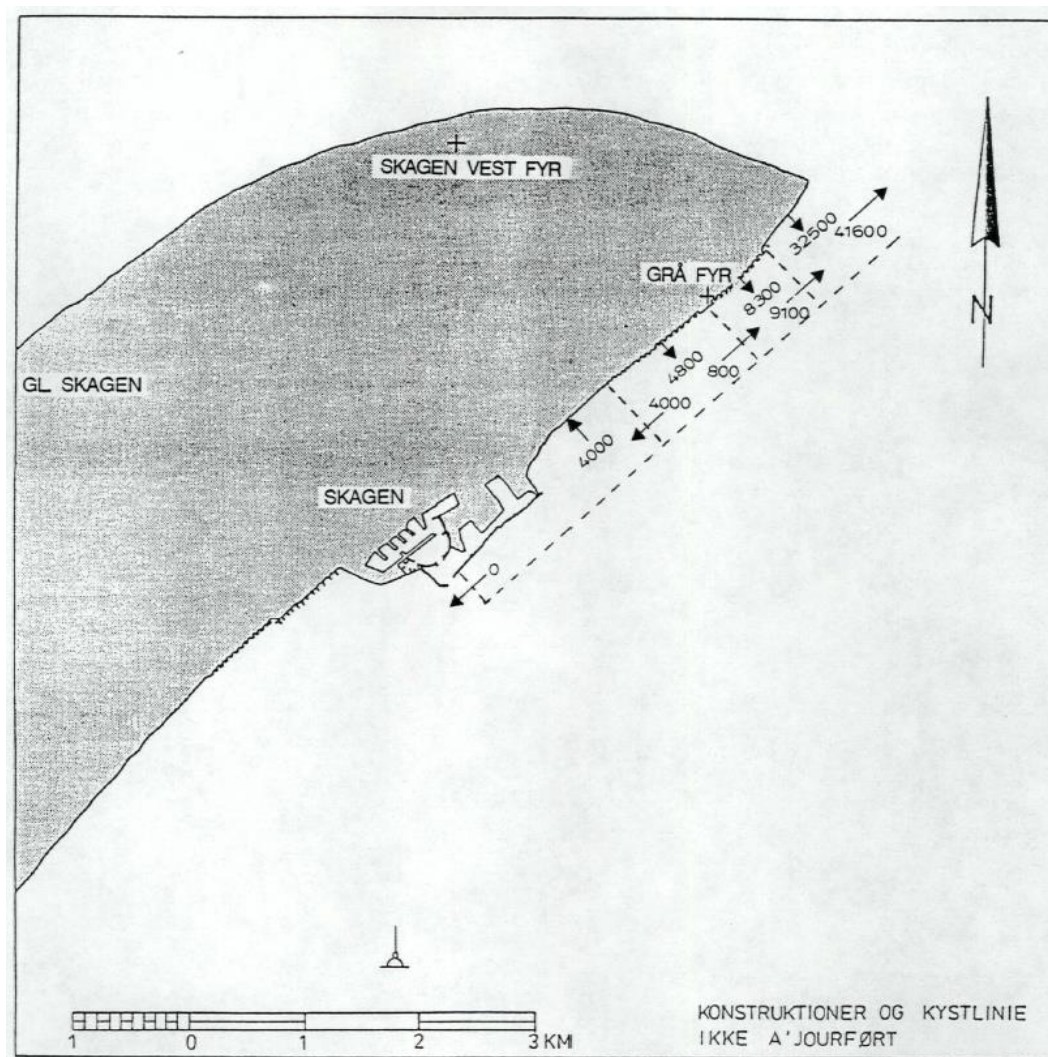
Som det fremgår af Figur 8-17, kan det ses, at der forekommer bundændringer på op til ca. 0,6 meter i surf- og swash-zonen. Herudover forekommer der bundændringer på revlen, som dog til sammenligning er af mindre omfang (op til ca. 0,2 meter).

¹¹⁶ Deltares. (2015). *XBeach Technical Reference: Kingsday Release*.

Langsgående sedimenttransport

Den bølgeinducerede langsgående sedimenttransport forekommer hovedsageligt indenfor den såkaldte aktive dybde, som er dybden hvorfra bølgerne er i stand til at transportere sediment i en størrelsesorden, som er af betydning for morfologien indenfor en kortere årrække. Den aktive dybde er ca. syv til otte meter ved Skagen.

Det beregnede sedimentbudget ved Skagen i perioden 1979 – 1989 er vist i Figur 8-18, hvoraf det fremgår, at netto-transporten er nordøst-gående i den nordlige del af strækningen og sydgående i den sydlige del.



Figur 8-18. Beregnet årligt sedimentbudget ($m^3/år$) i perioden 1979 - 1989¹¹⁷.

Sedimentbudgettet i Figur 8-18 er ikke ajourført ift. havneudvidelse samt vedligeholdelse/ændring af den hårde kystbeskyttelse, men der opnås dog alligevel et indblik i størrelsesordenen af nettotransporten samt netto-transportretningen. Med de givne bølge- og strømforhold vurderes det dog, at netto-transporten er i nordøst-gående retning langs kyststrækningen syd for havnen.

¹¹⁷ Kystinspektoret, 1990, Coastal Development - Skagen

8.2.5 Sedimentation ved Skagen Havn

Den naturlige langsgående sedimenttransport ved Skagen Havn, samt den ind-/udgående skibstrafik til havnen, medfører et mindre oprensningsbehov på gennemsnitligt ca. 5 – 10.000 m³/år (oplyst af Skagen Havn). Oprensningen finder sted i havnebassinerne og kun meget sjældent i indsejlingen. Der gennemføres pt. ikke bypass ved Skagen havn.

8.2.6 Suspenderet sediment

Bølgernes og strømmens opblanding og transport af sediment i havet medfører en naturlig baggrundskoncentration af suspenderet sediment, som bl.a. påvirker vandets farve og gennemsigtighed og dermed sigtbarheden og lysgennemtrængning. Sigtbarheden og lysgennemtrængning har betydning for leveforholdene for marin flora, fauna og fisk.

Med henblik på at belyse hvilke koncentrationer af suspenderet sediment der kan forekomme i vandet langs kysten ved Skagen, er der gennemført modelsimuleringer til estimering af den forventede koncentration under forskellige bølgeforhold. Der gøres opmærksom på estimererne fra simuleringen udelukkende kan betragtes som retningsvisende og ikke eksakte. For en nærmere beskrivelse af forudsætninger og modelberegninger henvises til bilag 4 *Sedimentation, strømning og morfologi*.

Estimeret suspenderet sediment ved Skagen

Estimer fra simuleringerne for dybdemidlede henholdsvis maks.- og middelkoncentrationer af bølgeinduceret suspenderet sediment for forskellige bølgehøjder (H_{m0}) samt i forskellige afstande fra kysten er opsummeret i Tabel 8-3 og Tabel 8-4. Maks. og middelkoncentrationer er præsenteret for en storm-periode på seks timer.

Afstand til kystlinjen [m]	$H_{m0}=1\text{ m}, T_p = 4.5\text{ s}$	$H_{m0}=1.5\text{ m}, T_p = 5.4\text{ s}$	$H_{m0}=2\text{ m}, T_p = 6\text{ s}$	$H_{m0}=2.5\text{ m}, T_p = 6.7\text{ s}$	$H_{m0}=3\text{ m}, T_p = 7.2\text{ s}$	$H_{m0}=3.5\text{ m}, T_p = 7.8\text{ s}$
1 - 250	116728	111647	124239	104887	96040	113732
251 - 500	10	124	298	660	996	1666
501 - 750	0	1	11	26	46	58
750 - 1000	0	1	6	16	32	46
1001 - 1250	0	0	3	11	26	37
1250 - 1500	0	0	1	5	18	26
1250 - 1500	0	0	0	2	8	14
1750 - 2000	0	0	0	1	5	9
2000 - 2250	0	0	0	0	3	6
2250 - 2500	0	0	0	0	2	5
2500 - 2750	0	0	0	0	2	5
2750 - 3000	0	0	0	0	1	3

Tabel 8-3. Maks-koncentration af bølgeinduceret suspenderet materiale i tværprofilet under forskellige bølgehøjder (H_{m0}) med forskellige perioder (T_p) (profil 1010, Skagen) [mg/l]

Afstand til kystlinjen [m]	$H_{m0}=1\text{ m}, T_p = 4.5\text{ s}$	$H_{m0}=1.5\text{ m}, T_p = 5.4\text{ s}$	$H_{m0}=2\text{ m}, T_p = 6\text{ s}$	$H_{m0}=2.5\text{ m}, T_p = 6.7\text{ s}$	$H_{m0}=3\text{ m}, T_p = 7.2\text{ s}$	$H_{m0}=3.5\text{ m}, T_p = 7.8\text{ s}$
1 - 250	309	501	632	818	924	1137
251 - 500	0	1	7	21	39	67
501 - 750	0	0	1	4	10	17
750 - 1000	0	0	1	2	7	13
1001 - 1250	0	0	0	1	4	9
1250 - 1500	0	0	0	1	2	5
1250 - 1500	0	0	0	0	1	3
1750 - 2000	0	0	0	0	0	2
2000 - 2250	0	0	0	0	0	1
2250 - 2500	0	0	0	0	0	1
2500 - 2750	0	0	0	0	0	1
2750 - 3000	0	0	0	0	0	0

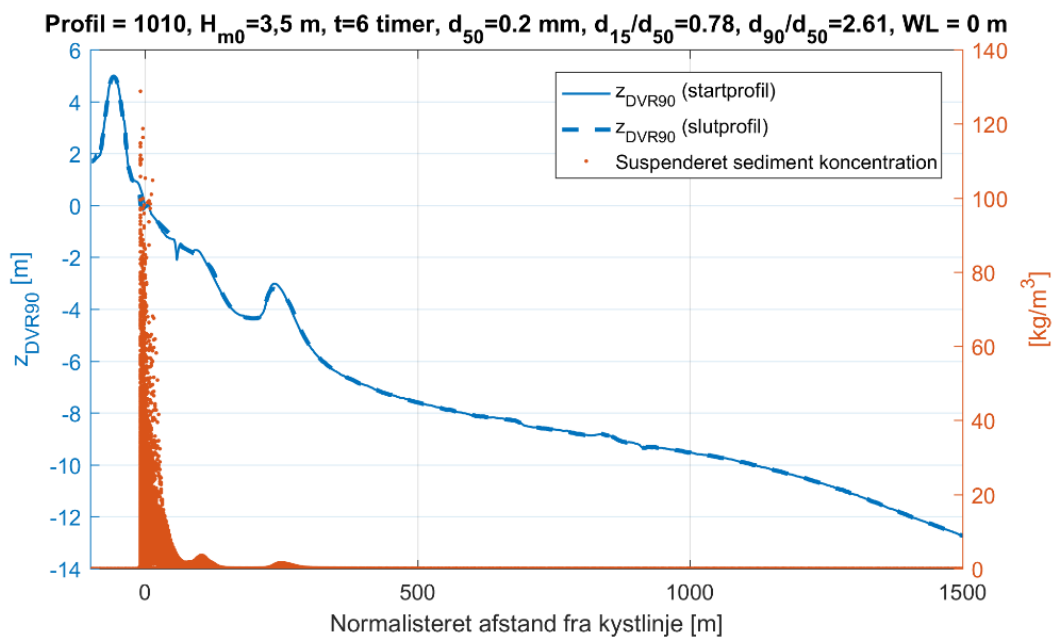
Tabel 8-4. Middelkoncentration af bølgeinduceret suspenderet materiale i tværprofilet under forskellige bølgehøjder (H_{m0}) med forskellige perioder (T_p) (profil 1010, Skagen) [mg/l]

Afstand til kystlinjen [m]	$H_{m0}=1\text{ m}, T_p = 4.5\text{ s}$	$H_{m0}=1.5\text{ m}, T_p = 5.4\text{ s}$	$H_{m0}=2\text{ m}, T_p = 6\text{ s}$	$H_{m0}=2.5\text{ m}, T_p = 6.7\text{ s}$	$H_{m0}=3\text{ m}, T_p = 7.2\text{ s}$	$H_{m0}=3.5\text{ m}, T_p = 7.8\text{ s}$
250 - 500 meter (indenfor fem meter vand-dybde)	0	1	7	21	39	67

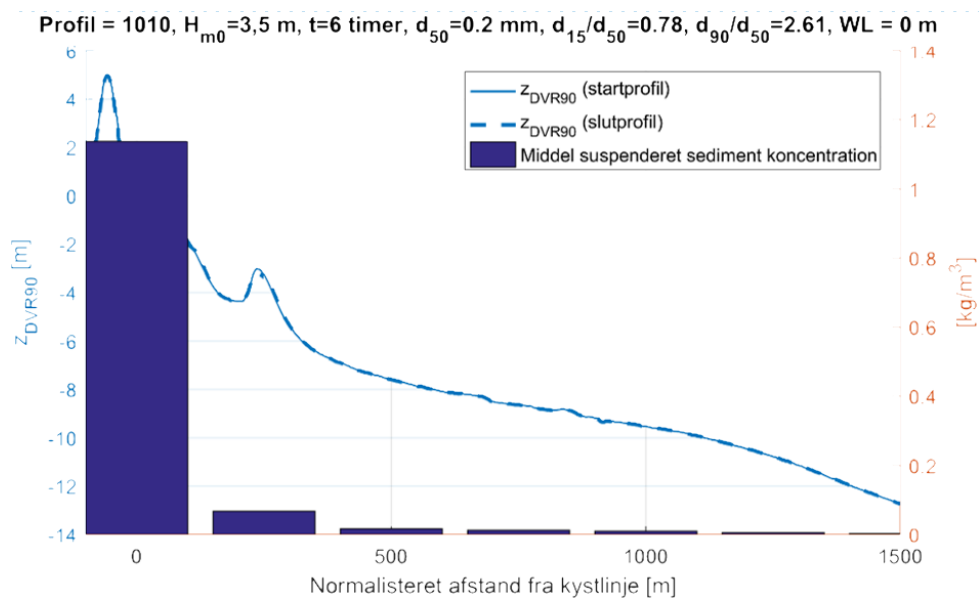
Tabel 8-5. Middelkoncentration af bølgeinduceret suspenderet materiale i tværprofilet inden for seks meter dybdekurven og uden opskylszone (swash zone) under forskellige bølgehøjder (H_{m0}) med forskellige perioder (T_p) (profil 1010, Skagen) [mg/l]

Bemærk, at tallenes detaljeringsgrad i Tabel 8-3 og Tabel 8-4 ikke afspejler estimaternes nøjagtighed. Det skal hertil desuden nævnes, at variation i middelvandstanden under den pågældende hændelse kan medføre variationer i afstandene til kystlinjen sammenlignet med det oplyste i tabellerne. Zonen fra 0-250 meter, hvor sedimentkoncentrationerne er højest, er den zone hvor bølgerne skyller op på land – dvs. opskylszone (swash zonen).

Plots af estimater fra simuleringerne over maksimal- og middelkoncentrationer af suspenderet sediment er vist i henholdsvis Figur 8-19 og Figur 8-20. Som det fremgår af figurerne, varierer koncentrationerne igennem kystprofilet. Koncentrationerne er generelt størst i opskylszone (swash zonen) samt ved revlen, hvor bølgerne, når de bryder, opslemmer materiale fra havbunden.



Figur 8-19. Maksimale koncentrationer af suspenderet sediment ved Skagen (profil 1010)



Figur 8-20. Middelkoncentrationer af suspenderet sediment ved Skagen (profil 1010).

8.3 0-alternativet

0-alternativet er særskilt behandlet i miljøkonsekvensvurderingsrapportens kapitel 5 *0-alternativ*, og der henvises derfor hertil.

8.4 Vurdering af påvirkninger

I det følgende vurderes den planlagte kystbeskyttelses påvirkning af følgende forhold langs kysten ved Skagen:

- Kystprofilet
- Bundsediment
- Bølger og strøm
- Sedimenttransport
- Sedimentation ved havnene
- Suspenderet sediment
- Sedimentation på havbunden

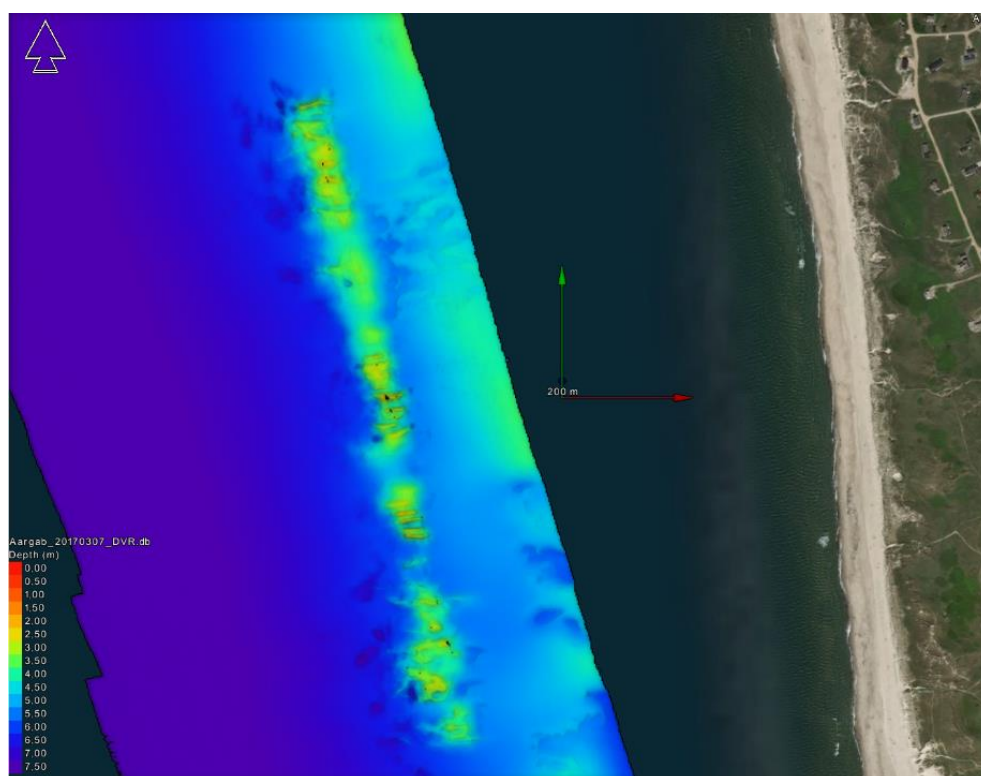
8.4.1

Kystprofilet

Den planlagte gennemførelse af kystbeskyttelsen vil direkte påvirke kystprofilet ved strandfodring og kystnær fodring. Sandet vil efterfølgende gradvist blive omfordelt af vind, bølger og strøm og indgå i de naturlige processer på kysten.

Påvirkning ved kystnær fodring

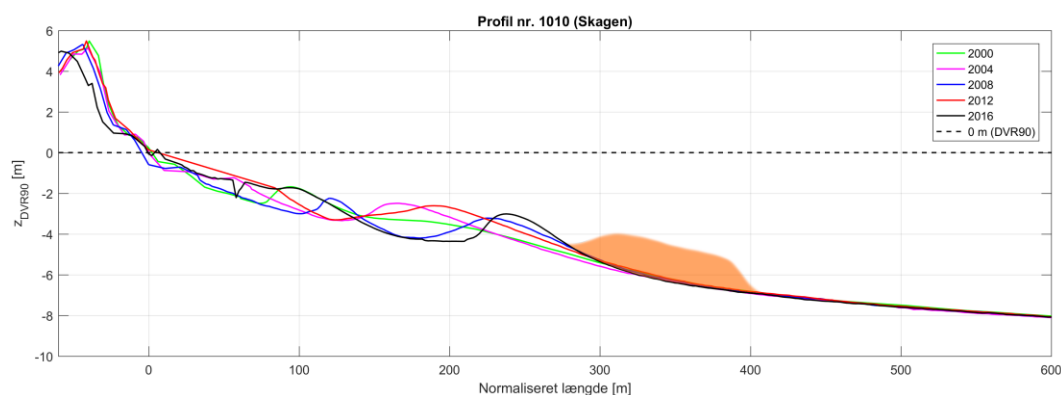
Ved løbende kystbeskyttelse med kystnær fodring, er det sammen med den øvrige kystbeskyttelse, muligt at opfylde målsætningen om at holde på kystlinjens position. At fastholde kystlinjens position medfører dermed som udgangspunkt en påvirkning af den naturlige udvikling af kysten og kystprofilet. Et eksempel på en opmåling under en igangværende kystnær fodring ved klappning, dog ved Hvide Sande, kan ses i Figur 8-21. Som det fremgår af figuren, dannes der ved den kystnære fodring en ny revle, som umiddelbart under/efter fodringen adskiller sig markant fra det naturlige kystprofil.



Figur 8-21. Eksempel på kystnær fodring via klappning ved Hvide Sande¹¹⁸.

¹¹⁸ Figur er delt af Kystdirektoratet, 2018

Ved gennemførelse af eksempelvis én kystnær fodring på 300.000 m³ (via klappning) ved Skagen vil vanddybden gennemsnitligt reduceres med ca. 1,5 meter, over en strækning på ca. 1.500 meter. En sådan fodring er illustreret i Figur 8-22 for kystprofil 1010 ved Skagen.



Figur 8-22. Eksempel på kystnær fodring via klappning ved Skagen (kystprofil 1010 opmålt i 2016).

Som det fremgår af Figur 8-22, medfører den kystnære fodring en dybdevariation i kystprofilen på ca. 1,5 meter. Dog forekommer den etablerede revle ved den kystnære fodring mere søværts sammenlignet med revlerne i de opmålte kystprofiler i perioden 2000 – 2016. Afstanden af det klappede materiale fra kysten vil variere langs kysten på grund af varierende hældning af kystprofilen.

Som beskrevet under de eksisterende forhold, er der stor variation i den aktive del af kystprofilen. Der er observeret variationer på op til ca. 1,2 meter over revlen. Ændringen i kystprofilens udformning ved kystnær fodring ligger dermed inden for den naturlige variation.

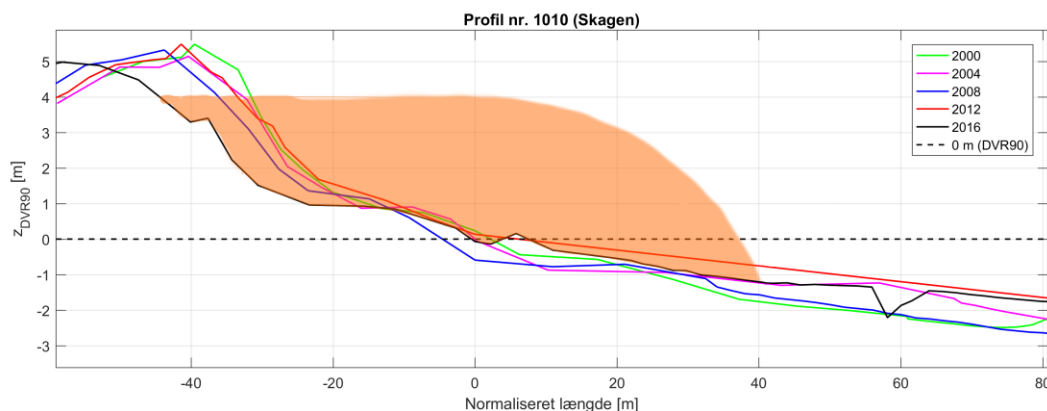
Ved Skagen fodres med sand fra indvindingsområde 558-DA Skagen Rev, hvor den oplyste middeldornstørrelse på sandet er lidt finere (ca. 0,19 mm¹¹⁹) end det sand, der findes i forvejen (0,2 – 0,22 mm). Da der de seneste år er fodret med sand fra indvindingsområdet ved Skagen Rev, tolkes det, at middeldornstørrelsen i profilet er 0,2 – 0,22 mm, som et udtryk for, at de finere fraktioner er transporteret bort fra området, og at 0,2 – 0,22 mm er den kornstørrelse, som efterlades, når kystprofilen er tilpasset de givne bølgeforhold, og sedimentet er sorteret. Det vurderes, at en situation uden kystnær fodring vil resultere i den samme sortering, og at der derfor ikke vil være en påvirkning på kystprofilens hældning som følge af den kystnære fodring.

Samlet vurdering: Det vurderes på grundlag af den ovenstående gennemgang og de anvendte metoder og sandfodringsmængder ved kystbeskyttelsen, at den kystnære fodring med meget stor sandsynlighed lokalt påvirker kystprofilen på de steder, hvor der sandfodres. Påvirkningsgraden vil være høj, da kystlinjens position fastholdes ved at bremse den naturlige kystudvikling, og profilets udformning i høj grad påvirkes umiddelbart efter sandfodringen. Påvirkningen vil med tiden blive mindre udtalt, efterhånden som naturlige processer omlejrer sedimentet. Påvirkningen vil forekomme i hele projektperioden og flere år herefter, hvorfor påvirkningen vurderes som lang. Det vurderes, at den samlede konsekvens for kystprofilen er væsentlig, da den er med til at stoppe den naturlige udvikling af kysten afhængigt af, hvor den kystnære fodring foregår. Da standsning af den naturlige udvikling er formålet med kystbeskyttelsen, vurderes indvirkningen som positiv og væsentlig.

¹¹⁹ Geoscandic (2012) Geoteknisk rapport – Skagen Rev, Rapport nr. 12

Påvirkning ved strandfodring

Et eksempel på en strandfodring med $200 \text{ m}^3/\text{m}$ på strækningen ved Skagen er vist i figur 8-23, hvor sandet er fordelt forholdsvis jævnt foran klitten. Som det fremgår af figur 8-23, vil den forholdsvis signifikante sandfodring medføre en betydelig ændring af strandprofilet, hvor strandfodringen medfører en fremrykning af klitten samt en søværts fremrykning af kystlinjen i kote 0. Fremrykningen skal dog ses relativt i forhold til en akut erosion på op til ca. 15 meter på strækningen, se bilag 4 *Sedimentation, hydraulik og morfologi*.



Figur 8-23. Eksempel på ændring i kystprofil 1010 ved som følge af strandfodring med en intensitet på ca. $200 \text{ m}^3/\text{m}$. Bemærk, at der er overhøjning på y-aksen (dvs. x og y akserne har forskellig skala).

Strandfodringen sikrer både en forstærket klit og en større buffer ift. kliterosion. Umiddelbart efter strandfodringen forekommer der en bredere strand, men efter nogen tid må det dog forventes, at strandbreddeudvidelsen forsvinder, hvilket skyldes den naturlige omfordeling af sand, hvor de fineste sandfraktioner udvaskes og aflejres i swash-zonen. Efter nogen tid vil vinden yderligere transportere de øverste lag af fine sandfraktioner, hvilket kan føre til, at der efterlades enkelte større sten/grus på stranden. Samme tendens forekommer dog i den eksisterende situation.¹²⁰

Strandfodringen kan potentielt give anledning til en lille forøgelse af den æoliske sandtransport til forklitten samt måske til områder længere inde i land. Derudover, kan der skabes såkaldte erosionskanter, som erfaringsmæssigt opstår, når sandet bliver fordelt på stranden med større hældning end den naturlige hældning, der er styret af middelkornstørrelsen.

Samlet vurdering: Det vurderes på grundlag af den ovenstående gennemgang og de anvendte metoder og sandfodringsmængder ved kystbeskyttelsen, at strandfodringen med meget stor sandsynlighed lokalt påvirker kystprofilet de steder, hvor der sandfodres. Påvirkningsgraden vil være moderat, da der dels sker en fastholdes kystlinjens position ved at bremse den naturlige kystudvikling, og dels vil kystprofilets udformning i nogen grad påvirkes ved udlægning af sand på stranden. Påvirkningen vil med tiden blive mindre udtalt, efterhånden som naturlige processer omlejrer sedimentet. Påvirkningen vil forekomme i hele projektperioden og flere år herefter, hvorfor påvirkningen vurderes som lang. Det vurderes, at den samlede konsekvens for kystprofilet er væsentlig, da den er med til at stoppe den naturlige udvikling af kysten afhængigt af, hvor strandfodring foregår. Da standsning af den naturlige udvikling er formålet med kystbeskyttelsen, vurderes indvirkningen som positiv og væsentlig.

¹²⁰ DHI. (2001). *Redegørelse for planlagte kystfodringsprojekter udfor Fjaltring i 2002 og ved Årgab i 2003*

8.4.2 Sedimentforhold

Den kystnære fodring og strandfodringen kan påvirke sedimentforholdene på henholdsvis havbunden og på stranden som følge af, at det tilførte sand kan have en anden kornstørrelsesfordeling og indhold end sandet, der forekommer naturligt.

Bundsediment

Ved Skagen fodres med sand fra indvindingsområde 558-DA Skagen Rev, hvor den oplyste middeldkornstørrelse på sandet er lidt finere (ca. 0,19 mm) end det sand der findes i forvejen (0,2 – 0,22 mm). Da der gennem tiden alene er fodret med sand fra indvindingsområdet ved Skagen Rev, tolkes det, at middeldkornstørrelsen i profilet er 0,2 – 0,22 mm, som et udtryk for, at de finere fraktioner er transporteret bort fra området, og at 0,2 – 0,22 mm er den kornstørrelse, som efterlades, når kystprofilet er tilpasset de givne bølgeforhold og sedimentet er sorteret. Det vurderes, at en situation uden kystnær fodring vil resultere i den samme sortering, og at der derfor ikke vil være en påvirkning af bundsedimentets sammensætning.

Samlet vurdering: Det vurderes samlet, at der, fordi kornstørrelsen på fodringssandet er finere end det, der forekommer i forvejen, vil der være en meget stor sandsynlighed for påvirkning af bundsedimentets sammensætning ved kystnær fodring. Påvirkningen vil være begrænset til projektområdet og nærområdet hertil, hvorfor påvirkningen vil være lokal. Da påvirkningen sker umiddelbart efter den kystnære fodring og herefter indtil de efterfølgende storme og bølgeaktivitet har transporteret det fine materiale bort samt sorteret og blandet sedimentet vurderes varigheden som lang. Påvirkningsgraden vurderes som meget lille, da fodringssandet ikke adskiller sig væsentligt fra de observerede middeldkornstørrelser. Konsekvensen af den kystnære fodring i forhold til ændringer i sammensætningen af bundsedimentet vurderes derfor som ubetydelig og den samlede konsekvens som ikke væsentlig.

Strandsediment

Som nævnt, fodres ved Skagen med sand, hvor den oplyste middeldkornstørrelse på sandet er lidt finere (ca. 0,19 mm) end det sand der findes i forvejen (0,2 – 0,22 mm). Da der gennem tiden alene er fodret med sand fra samme indvindingsområde, tolkes det, at middeldkornstørrelsen i profilet er 0,2 – 0,22 mm, som et udtryk for, at de finere fraktioner er transporteret bort fra området, og at 0,2 – 0,22 mm er den kornstørrelse, som efterlades, når kystprofilet er tilpasset de givne bølge- og vindforhold og sedimentet er sorteret. Det vurderes, at en situation uden strandfodring vil resultere i den samme sortering, og at der derfor ikke vil være en påvirkning af strandsedimentets sammensætning.

Kystdirektoratet - Kystbeskyttelse, Drift og Anlæg ønsker ikke, at der sandfodres med materiale, der har et væsentligt indhold af grus, og det forventes derfor ikke, at mængden af mindre sten på stranden forøges betragteligt.

Derudover kan det forekomme, at det indpumpede sand har en anderledes farve end det naturlige sand på kyststrækningen. Erfaringsmæssigt viser det sig, at det indpumpede sand er forholdsvis mørkt, umiddelbart når det kommer ind på stranden, men efter et par dage i solen er erfaringerne dog, at det typisk er bleget og ligner det naturligt forekommende sand på stranden.

Samlet vurdering: Det vurderes samlet, at der, fordi kornstørrelsen på fodringssandet er finere end det, der forekommer i forvejen, vil der være en meget stor sandsynlighed for påvirkning af strandsedimentets sammensætning ved strandfodring. Påvirkningen vil være begrænset til projektområdet og nærområdet hertil, hvorfor påvirkningen vil være lokal. Da påvirkningen sker umiddelbart efter strandfodringen og herefter indtil de efterfølgende storme og bølgeaktivitet har transporteret det fine materiale bort samt sorteret og blandet sedimentet vurderes varigheden

som lang. Påvirkningsgraden vurderes som meget lille, da fodringssandet ikke adskiller sig væsentligt fra de observerede middeldkornstørrelser. Konsekvensen af strandfordringen i forhold til ændringer i sammensætningen af strandsedimentet vurderes derfor som ubetydelig og den samlede konsekvens som ikke væsentlig.

8.4.3 Bølger og strøm

Kystnær fodring kan lokalt give anledning til ændrede bølge- og strømforhold langs kysten, da kystens profil ændres.

Påvirkning af bølger

Formålet med den kystnære fodring er at udløse bølgebrydning på revlen, så bølgeenergien og sedimenttransporten tæt ved stranden reduceres og risikoen for kysterosion nedsættes.

Den aktive dybde ved Skagen er ca. syv til otte meter, hvilket betyder, at fodringssandet placeres i det aktive profil. Fodringssandets placering betyder at mindre bølger (dvs. bølger som ikke påvirkes signifikant af vanddybden på revlen, $H_{m0} \approx 1 - 2$ meter) kun i mindre omfang vil påvirkes af sandfodringen.

Ved kystnær fodring placeres sandet på fem til otte meters vanddybde, hvormed dybden i området lokalt og i en kortere periode reduceres med ca. en til to meter. Afhængig af revlens højde i forvejen, kan forhøjelsen ved den kystnære fodring umiddelbart efter den kystnære fodring give anledning til såkaldte styrtbrydende bølger, hvor en signifikant andel af bølgeenergien udløses forholdsvis akut. Hertil skal det nævnes, at bølgebrydningen umiddelbart først vil blive påvirket i tilfælde af forhold med større bølger ($H_{m0} \geq 2,0$ meter).

Med tiden vil sandet fra den kystnære fodring omfordes i kystprofilet, og derfor vil indvirkningen på bølgebrydningen være mest signifikant i en periode umiddelbart efter fodringen. Desuden vurderes det, at den ekstratilførte variation i kystprofilet ved kystnær fodring ligger indenfor den naturlige variation i revlerne på kysten, hvormed virkningen på bølgebrydning ikke nødvendigvis er større end de naturlige variationer.

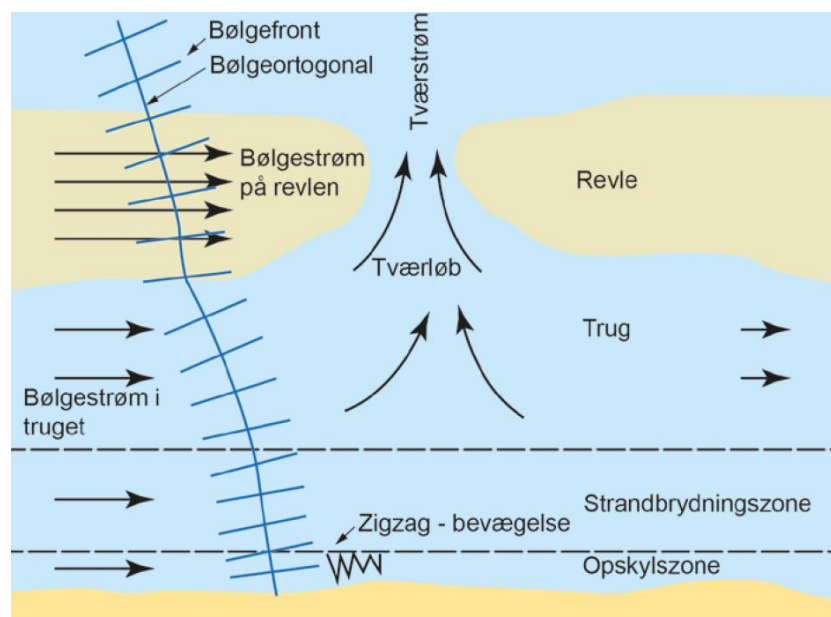
Samlet vurdering: Samlet set vurderes det at, der som følge af den ændrede udformning af kystprofilet umiddelbart efter den kystnære fodring, vil være en stor sandsynlig for at bølgeforholdene påvirkes. Påvirkningens udbredelse vil være begrænset til sandfodringsområdet, hvorfor påvirkningen vil være lokal. Den ændrede udformning af kystprofilet umiddelbart efter den kystnære fodring, vil give anledning til, at en del af de større bølger vil bryde tidligere og længere ude i kystprofilet over den nye revle, hvorfor påvirkningsgraden vurderes som moderat. Da påvirkningen sker umiddelbart efter sandfodringen og en periode herefter indtil de efterfølgende storme og bølgeaktivitet har transporteret, sorteret og blandet sedimentet vurderes varigheden som lang. Konsekvensen for bølgeforholdene vurderes dermed som begrænset, og der ikke vil ikke være en væsentlig indvirkning på bølgeforholdene som følge af kystbeskyttelsen.

Påvirkning af strømforhold

Da strømningsforholdene på dybt vand er drevet af tidevand samt vind, og da den planlagte kystbeskyttelse foregår inden for otte meters dybdekurven, vurderes kystbeskyttelsen ikke at have en effekt på strømningsforholdene på dybt vand. Derimod kan en ændring i bølgebrydningen, dvs. brydningstypen og placeringen af bølgebrydningen i kystprofilet, potentielt skabe en lokal ændring i strømforholdene tæt ved kysten.

Udover potentielt ændrede bølgeskabte strømforhold, kan der ved kystnær fodring også opstå lokale påvirkninger af strømmen som følge af revlehuller, som potentielt opstår i den anlagte revle

af naturlige årsager. Revlehullerne kan give anledning til en udadgående tværstrøm, se illustration i figur 8-24. Naturligt forekommer der revlehuller langs kysten, men kystnær fodring kan potentielt give anledning til en ændring eller forstærkning af effekten af revlehullerne.



Figur 8-24. Illustration af tværgående strøm ved revlehul.¹²¹

Bølgebrydernes tilstedeværelse, vil ligesom ved tilstedeværelse af revler, medføre at der dannes en tværstrøm mellem bølgebryderne. Ved strandfodring vil den kystparallelle strøm, ved salient- og tombolo-dannelse, blive helt eller delvist blokeret, og der kan derved opstå en forstærkning af tværstrømmen som løber ud mellem bølgebryderne, og der kan derudover opstå en stærk understrøm.

Kystnær fodring på kyststrækningen foran bølgebryderne vil modvirke, at det kystnære profil forstøjes og vanddybden nær land øges. Herved vil de store bølger ikke nå helt så langt ind til kysten og bidrage til en forstærkning af understrømmen mellem bølgebryderne.

Med tiden vil sandet fra den kystnære fodring omfordes i kystprofilet, og derfor vil indvirkningen på strømmen være mest signifikant i en periode umiddelbart efter fodringen. Desuden vurderes det, at den tilførte variation i kystprofilet ved kystnær fodring ligger indenfor den naturlige variation i revlerne på kysten, hvormed virkningen på strømmen ikke nødvendigvis er større end de naturlige variationer, der kan forekomme efter kraftige storme.

Samlet vurdering: Samlet set vurderes det, at der som følge af ændringer af kystprofilet, er en moderat sandsynlighed for, at der kan ske en påvirkning af strømforholdene. Påvirkningens udbredelse vil være begrænset til sandfodringsområdet, hvorfor påvirkningen vil være lokal. Da påvirkningen sker umiddelbart efter sandfodringen og en periode herefter, indtil de efterfølgende storme og bølgeaktivitet har transporteret, sorteret og blandet sedimentet, vurderes varigheden som lang. Ændringen i strømforholdene vil imidlertid være relativt begrænset og ligge inden for de naturlige variationer, og påvirkningsgraden vurderes derfor som lille. Den samlede konsekvens vurderes samlet set som begrænset, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på strømforholdene som følge af kystbeskyttelsen.

¹²¹ Kystdirektoratet. (2018). *Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder*.

8.4.4 Sedimenttransport

Umiddelbart efter gennemførelsen af kystbeskyttelsen vil sandet fra sandfodringen indgå i den langs- og tværgående sandtransport. En større omfordeling af sandet forventes dog først at forekomme ved $H_{m0} \geq 2 - 3$ meter, hvor bølgerne begynder at blive dybdebegrænsede på de vanddybder, hvor sandet placeres. Bølger af den størrelse forekommer oftest i vinterhalvåret, hvilket betyder, at såfremt sandfodringen gennemføres i foråret, vil sandet kun have en mindre effekt på sedimenttransporten på det indre strandplan i løbet af sommerperioden.

Hvis der på nogle strækninger, under de eksisterende forhold, er en større transportkapacitet end den sandmængde, der naturligt kan eroderes på havbunden, kan tilførsel af mere sand ved sandfodring medføre, at sedimenttransporten øges.

Kamphuis-formlen

En forøgelse af middeldornstørrelsen, d_{50} , sammen med en reduktion af der kystnære profils hældning, m_b , kan teoretisk resultere i en reduktion i den langsgående transport, jf. nedenstående Kamphuis-formel.

$$Q = 6,4 \cdot 10^4 \cdot H_{sb}^4 \cdot T_{0p}^{1,5} \cdot m_b^{0,75} \cdot d_{50}^{-0,25} \cdot \sin^{0,6} \cdot 2\alpha_b$$

Q = Langsgående transportkapacitet	[m ³ /år]
H_{sb} = brydende signifikante bølgehøjde	[m]
T_{0p} = peak bølgeperioden på dybt vand	[s]
m_b = strandhældningen i brydningszonen	[-]
α_b = bølgeretningen for den brydende bølge	[°]

Som det ses af Kamphuis-formlen er der mange parametre, som potentielt har indvirkning på sedimenttransporten.

Det vurderes, at den ekstratilførte variation i kystprofilen ved kystnær fodring ligger indenfor den naturlige variation i revlerne på kysten, hvormed virkningen på sedimenttransporten ikke nødvendigvis er større end de naturlige variationer, der kan forekomme ved kraftige storme. Ændringerne pga. kystnær fodring vil dog generelt opstå på andre tider af året, end i forbindelse med de kraftige storme, der mest forekommer i vinterhalvåret.

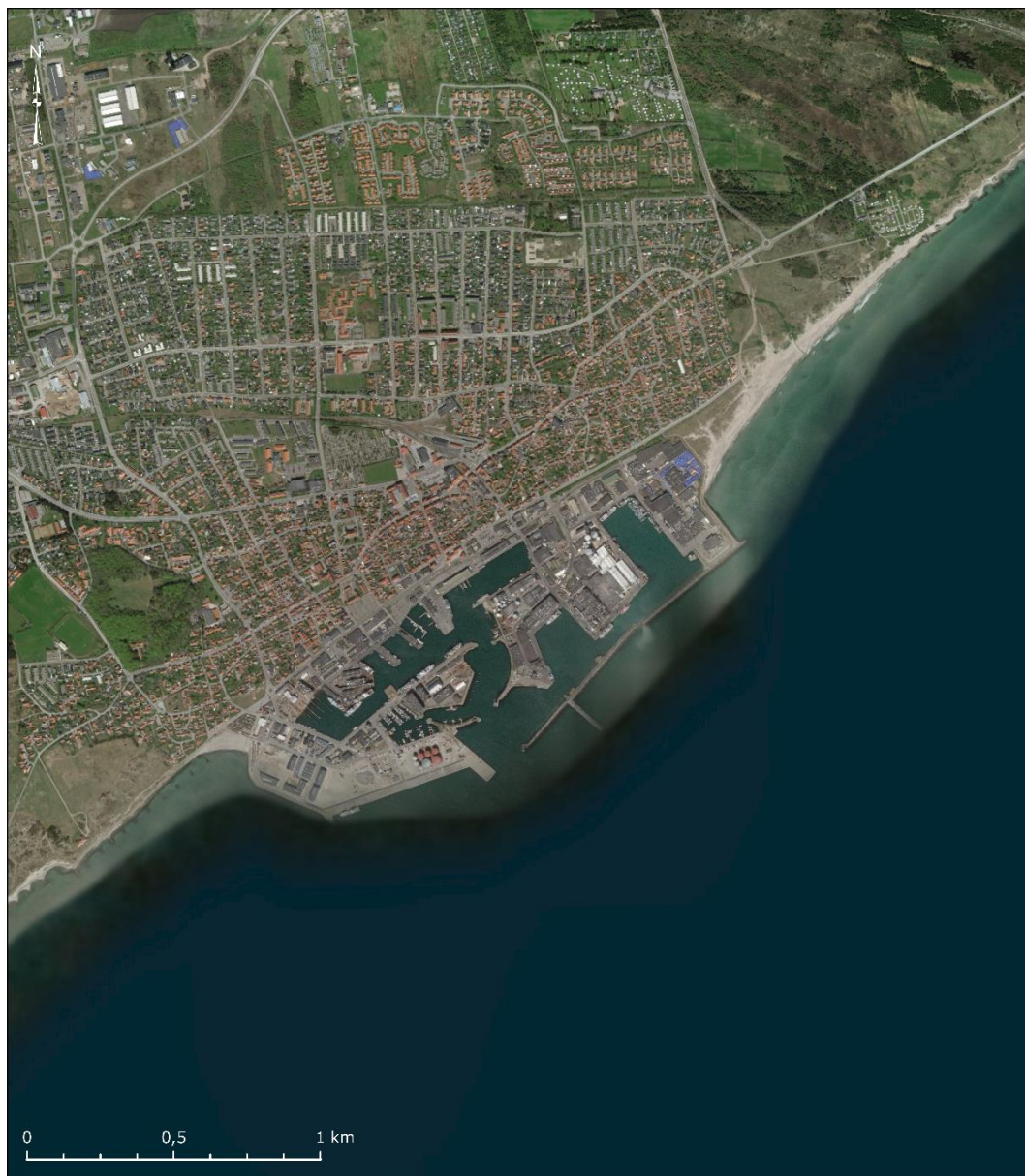
Strandfodringen kan potentielt give anledning til en forøgelse af den æoliske (vindbårne) sandtransport til områder længere inde i landet eller nede af kysten. Den æoliske sandtransport vurderes ikke at blive ændret nævneværdigt som følge af den kystnære fodring, da sandet placeres under vand.

Samlet vurdering: Samlet set vurderes det, at der, som følge af den tilførte mængde sand og ændring af kystprofilens udformning, som kan have betydning for transportkapaciteten, vil være en moderat sandsynlighed for, at sedimenttransporten påvirkes. Påvirkningens udbredelse vil være lokal, da der alene sandfodres inden for projektområdet. Da påvirkningen sker i en periode efter sandfodringen indtil de efterfølgende storme og bølgeaktivitet har transporteret, sorteret og blandet sedimentet vurderes varigheden som lang. Det vurderes, at den ekstratilførte variation i kystprofilen ved kystnær fodring ligger indenfor den naturlige variation i revlerne på kysten, hvormed virkningen på sedimenttransporten ikke nødvendigvis er større end de naturlige variationer, der kan forekomme ved kraftige storme, og påvirkningsgraden er dermed lille. Den samlede konsekvens vurderes derfor som begrænset, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på sedimenttransporten som følge af kystbeskyttelsen.

8.4.5 Sedimentation ved Skagen Havn

Tilførslen af mere sand ved den kystnære fodring ved Skagen kan medføre, at sedimenttransporten øges. Kystnær fodring kan desuden potentielt skabe en bredere aktiv zone pga. den reducerede dybde i kystprofilet, hvor brydningszonen flyttes længere væk fra kysten.

Ved havneindsejlingen ved Skagen Havn spærrer den lange sydmole for, at der transporteres sand ind i havnen fra kyststrækningen syd for havnen. Ved sandfodring nord for havnen, kan der derimod potentielt transporteres sediment ind i havnen, da havnemundingen vender i nordlig retning.



Figur 8-25. Skagen Havn. Flyfoto viser, at der er en tendens til, at sand aflejres nord for havnen (luvsideaflejring).

Resultaterne af modelberegningerne af sedimentspredningen fra sandfodringen viser, at den maksimale udbredelse af sedimentspredning ved kystnær fodring er ca. ti kilometer nedstrøms det fodrede område. Aflejringen fra sedimentspredningen vil være under 2,5 cm i indsejlingsområdet til Skagen Havn, og vil ligge inden for størrelsesordenen af de naturlige bundændringer i

området. Oprensningsbehovet i Skagen Havn er meget lille, og på flyfotos ses der en tendens til, at sand aflejres nord for havnen (luvsideaflejring), hvor kysten er udbygget, og der findes sandstrand (se Figur 8-25). Det tyder derfor på, at sand der transporteres mod syd fra det kystnære profil nord for havnen, aflejres her, hvorfor der ikke sker en nævneværdig transport af sand ind i havnen.

Samlet vurdering: Samlet set vurderes det, at der er meget lille sandsynlighed for, at der vil forekomme en påvirkning af sedimentationen ved havneindsejlingen til Skagen Havn som følge af sedimentspredning fra den kystnære fodring. Påvirkningen vil være lokal, da den er begrænset til sandfodringsområdet og nærområdet. Påvirkningsgraden vil være lille, da aflejringen vurderes at ligge inden for den naturlige variation, og der vil derfor ikke ske en påvirkning af indsejlingsforholdene til havnen. Varigheden af påvirkningen vil være lang, da sedimentet kan blive liggende, indtil havnebassinerne renses op næste gang. Samlet vurderes konsekvensen af sedimentspredning fra sandfodringen som ubetydelig, da den ikke vil have indvirkning på indsejlingsforholdene. Konsekvensen er derfor ikke væsentlig.

8.4.6

Suspenderet sediment

Den planlagte kystbeskyttelse langs kyststrækningen ved Skagen kan påvirke koncentrationen af suspenderet sediment i vandsøjlen ved både strandfodring og kystnær fodring.

Strandfodring

Ved strandfodring pumpes sand ind på stranden fra et sandfodringsskib i en kraftig vandopblanding, der er nødvendig for, at sandet kan pumpes gennem rørledningen. Når det vandopblandede sand pumpes ud af røret, falder hastigheden, og vandet kan ikke længere transportere sandet, som aflejres umiddelbart under rørudmundingen i en kegleform ud mod havet. Vandet løber herefter tilbage til havet enten ved nedsivning eller direkte afstrømning fra stranden.

Ved direkte afstrømning på overfladen vil der naturligt ske en sortering af sedimentet, så en del af de fineste sedimentfraktioner (sedimentspildet) løber tilbage i havet. Herved tilføres en høj koncentration af suspenderet sediment til opskylszonen, hvorfra det suspenderede materiale kan transporteres med strømmen og give anledning til en påvirkning af vandmiljøet ved forhøjede sedimentkoncentrationer udenfor selve sandfodringslokaliteten.

Et eksempel på strandfodring på Vestkysten er vist i Figur 8-26. Her ses det, at strandfodringen medfører en vis koncentration af suspenderet sediment i vandsøjlen i nærheden af tilbageløbet af vand fra fodringsrøret. Der forekommer ikke direkte målinger af den suspenderede sedimentkoncentration som følge af strandfodringen, men baseret på overflyvningsbillederne i Figur 8-26 vurderes det, at udstrækningen af sedimentfanen er begrænset.



Figur 8-26. Eksempel på strandfodring på Vestkysten.

Simulering af strandfodring ved Sdr. Holmsland Tange

Der er ikke gennemført en specifik modellering af strandfodring ved Skagen, og derfor er vurderingen af ændringer i suspenderet sediment baseret på modelsimuleringer, som blev gennemført i forbindelse med udarbejdelsen af miljøkonsekvensrapporten for kystbeskyttelse på strækningen Lodbjerg-Nymindesgab¹²².

Til modellering af strandfodringen på strækningen ved Lodbjerg-Nymindesgab blev der udvalgt én hovedstrækning, Sdr. Holmsland Tange, hvor der strandfodres med den størst mulige sandmængde. Modellering af sedimentspredningen langs Sdr. Holmsland Tange kan dermed anses som et worst-case scenarie for gennemførelse af strandfodring, hvor der bruges sand med maksimalt 3% indhold af fint materiale.

Modelleringen af sedimentspredningen på Sdr. Holmsland Tange er bl.a. gennemført for et scenarie, hvor der ved hvert af to indpumpningsrør strandfodres med fire skibe med en lastekapacitet på 2.000 m³, samt et scenarie hvor der strandfodres med to fartøjer med laststørrelser på 21.000 m³. Simuleringerne er gennemført for en situation med stille vejr og en situation med maksimale strømforhold, hvor varigheden og udbredelsen af en overskridelse af en koncentration af suspenderet sediment på 10 mg/l, der er af særlig interesse i relation til påvirkning af det marine miljø, er simuleret.

Det fremgår af resultaterne fra modelleringen ved Sdr. Holmsland Tange, at sedimentfanerne fra spildet ved strandfodringen ligger parallelt med kysten og forholdsvis kystnært. I scenariet med strøm kan sedimentet sprede sig op til ca. 20 km udenfor det fodrede område, mens det i scenariet med stille vejr spredes nogle få kilometer udenfor fodringsområdet. Modelberegningerne viser desuden, at det tilførte sediment vil have forladt vandsøjlen og være bundfældet maksimalt seks timer efter endt strandfodring.

Den største udstrækning af sedimentfanen, hvor der sker en overskridelse af 10 mg/l i mindst to døgn, er mindre end 200 meter ud fra kysten og op til ca. 12 km langs kysten, inklusiv den 10,9 km lange strækning, hvor der strandfodres. Desuden fremgår det af modelresultaterne, at den samlede varighed for overskridelse af 10 mg/l er 15 døgn. Det skal dog pointeres, at de høje koncentrationer ikke vil forekomme samtidig i hele det fodrede område, men løbende vil optræde lokalt, efterhånden som strandfodringen flyttes langs kysten.

Ved fodring med fartøjer med en lastekapacitet på op til 21.000 m³ kan den maksimale middelsoncentration på fodringslokaliteten blive op til ca. 40 mg/l. Estimatet for koncentrationen af suspenderet sediment under naturlige forhold viser til sammenligning, at der i opskylszonen regelmæssigt kan forekomme høje naturlige middelsoncentrationer på op til 300 – 600 mg/l forårsaget af bølger med 1–2 meters bølgehøjde.

Resultaternes anvendelighed ved Skagen

Der er ikke gennemført simulering af suspenderet sediment i forbindelse med strandfodring ved Skagen. I stedet er der til nærværende vurderinger anvendt resultater fra simulering af suspenderet sediment i forbindelse med strandfodring ved Sdr. Holmsland Tange. I tabel 8-6 er vist de væsentligste forudsætninger for strandfodringen på de to lokaliteter.

¹²² Rambøll, Miljøkonsekvensrapport for kystbeskyttelse Lodbjerg – Nymindesgab, 2020

	Sdr. Holmsland Tange (Lodbjerg - Nymindegab)	Skagen
Maks. finstofindhold i sandfodringsmateriale ($d \leq 0,125$ mm)	Op til ca. 3 % (95%-fraktil)	Op til ca. 12 % (95%-fraktil)
Typisk strømhastighed langs kyst (tidevandsgenereret hastighed)	Middelhastighed = 0,21 m/s (sydgående) Middelhastighed = 0,27 m/s (nordgående)	Middelhastighed = 0,08 m/s (sydgående) Middelhastighed = 0,11 m/s (nordgående)
Maks. strømhastighed langs kyst (vindgenereret strøm, 95%-fraktil)	Makshastighed = 0,39 m/s (sydgående) Makshastighed = 0,5 m/s (nordgående)	Makshastighed = 0,2 m/s (sydgående) Makshastighed = 0,21 m/s (nordgående)
Normal strandfodringsintensitet	250 m ³ /m	Op til 200 m ³ /m
Anvendte skibe	- 2x4 á 2000 m ³ lasteevne - Op til 4 á 6.000 m ³ lasteevne - Op til 2 á 21.000 m ³ lasteevne	- Op til 3 á 2.000 m ³ lasteevne - Et stk. á 6.000 m ³ lasteevne
Maks. døgnkapacitet for strandfodring	Op til 233.000 m ³ /døgn	Op til 19.000 m ³ /døgn (ved omregning til 3% finstofindhold svarer dette til 76.000 m ³ /døgn)
Maks. tidsforbrug for strandfodring	66 døgn	6,5 døgn
Normalkampagne-mængde	2.680.000 m ³	Op til 120.000 m ³
Maks. strandfodringslængde	10,7 km	4 km (maks. strækning med 200 m ³ /m = 600 meter)

Tabel 8-6. Sammenligning af væsentlige forudsætninger ved strandfodring ved henholdsvis Sdr. Holmsland Tange og Skagen.

Jf. tabel 8-6 er den maksimale døgnkapacitet og det maksimale tidsforbrug for gennemførelse af en normalkampagne signifikant mindre ved Skagen end ved Sdr. Holmsland Tange. Dog er finstofindholdet i det anvendte sand fire gange højere ved Skagen sammenlignet med Sdr. Holmsland Tange.

Det højere finstofindhold ved Skagen kan betyde, at den suspenderede sedimentkoncentration lokalt kan blive høj, men varigheden for overskridelse af 10 mg/l vil være kraftigt reduceret sammenlignet med ved Sdr. Holmsland Tange, da gennemførelsen af strandfodringen tager markant kortere tid. Det betyder også, at der sammenlignet med Sdr. Holmsland Tange må forventes en signifikant mindre udbredelse af sedimentfanen, hvor en koncentration af suspenderet sediment på 10 mg/l overskrides i mindst to døgn, dels pga. af den signifikant kortere fodringsperiode (6,5 dage mod 66 dage) og dels da strømhastighederne er lavere ved Skagen sammenlignet med ved Sdr. Holmsland Tange, hvormed den strækning sedimenterne transporteres med strømmen, inden de aflejres på bunden er kortere.

Samlet vurdering: Ved strandfodring vil der forekomme en lokal påvirkning af den suspenderede sedimentkoncentration. Da det suspenderede sediment vil være udfældet fra vandsøjlen seks timer efter endt strandfodring, forøges koncentrationen af det suspenderede sediment kun midlertidigt i op til de ca. 6,5 dage, hvor strandfodringen foregår én gang hvert tredje år. Forøgelsen i koncentrationen af det suspenderede sediment ligger inden for de naturligt forekommende variationer i sedimentkoncentrationen, og påvirkningsgraden vurderes derfor som meget lille. Konsekvensen vurderes samlet set som ubetydelig, og der forekommer dermed ikke en væsentlig indvirkning på koncentrationen af det suspenderede sediment.

Kystnær fodring

Ved gennemførelse af kystnær fodring tilføres store mængder af sand direkte i vandsøjlen, hvor efter hovedparten af sandet aflejres lokalt på bunden. En del af de finere fraktioner i sandfodringsmaterialet vil dog forblive i vandsøjlen i længere tid (kaldet sedimentspildet), hvormed det suspenderede materiale kan transporteres med strømmen og give anledning til en påvirkning af vandmiljøet ved forhøjede sedimentkoncentrationer udenfor selve sandfodringslokaliteten.

Det vurderes, at varigheden og udbredelsen af en overskridelse af en koncentration af suspenderet sediment på 10 mg/l, der er af særlig interesse i relation til påvirkning af det marine miljø, vil være væsentlig større ved kystnær fodring end ved strandfodring. Derfor er der i det følgende udelukkende vurderet på koncentrationer af suspenderet sediment som følge af kystnær fodring.

Modelsimuleringer

Spredningen af sedimenter og koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen er beregnet ved gennemførelse af numeriske simuleringer, der er beskrevet i detaljer i bilag 4 *Sedimentation, hydraulik, morfologi*.

De numeriske simuleringer er gennemført for et worst-case scenarie, hvor der gennemføres en kampagne med en mængde på 300.000 m³ (dvs. op til 49.000 m³/døgn). Når der gennemføres én fodring på 60.000 m³ og hvert andet år med 120.000 m³, vil miljøpåvirkningen i form af sedimentspredning, og dermed ændring af koncentrationen af suspenderet sediment, være indeholdt i de præsenterede resultater, da effekterne fra de mindre fodringer vil være mindre.

Forudsætninger for simulering af kystnær fodring er opsummeret i Tabel 8-7.

Skagen – kystnær fodring	
Maks. finstofindhold i sandfodringsmateriale (d ≤ 0,125 mm)	Op til ca. 12 % (95%-fraktil)
Normal fodringsintensitet	Op til 200 m ³ /m
Anvendte skibe	- Op til 3 á 2.000 m ³ lasteevne - Et stk. á 6.000 m ³ lasteevne
Maks. døgnkapacitet for fodring	Op til 49.000 m ³ /døgn
Maks. tidsforbrug for fodring	33 døgn (ét skib med lastkapacitet på 2.000 m ³)
Normalkampagnemængde	Op til 120.000 m ³ hvert andet år
Maks. fodringslængde	4 km

Tabel 8-7. Forudsætninger for simulering af sedimentspredning ved kystnær fodring.

Der er gennemført numerisk modellering for to scenarier iht. lokaliteten for den kystnære fodring:

- N: Den kystnære fodring gennemføres kun nord for Skagen Havn med 200 m³/m over en strækning på 1.500 meter.
- S: Den kystnære fodring gennemføres kun syd for Skagen Havn med 200 m³/m over en strækning på 1.500 meter.

Spredningsscenarier er gennemført for de situationer, som vurderes at være repræsentative for yderscenarierne. Det omfatter perioder, der domineres af skiftende tidevandsgenereret strøm (*stille-scenariet*) og perioder som domineres af kombineret bølge- og tidevandsgenereret strøm (*strøm-scenariet*):

- *Modelleringscenarie med stille vejr* (dvs. udelukkende tidevandsvarierende strøm) som hermed medfører minimal spredning af sedimenterne og derfor de højeste koncentrationer af suspenderet sediment (dvs. højeste koncentration af den fine sedimentfraktion) i vandsøjlen.
- *Modelleringscenarie med "maksimale" strømhastigheder* (dvs. kombineret bølge- og tidevandsgenereret strøm), som medfører maksimal spredning af de fine sediment og dermed giver et estimat på den største udbredelse af sedimentfanen, og dermed det største omfang af berørte areal. Beregningerne er gennemført for både maksimal nord- og sydgående strøm.

Til spredningsberegningerne er der taget udgangspunkt i skibe med en lastekapacitet på 2.000 m³ og 6.000 m³, som repræsenterer eksempel 1a og 2a jf. Kapitel 3 *Projektbeskrivelse*. De sandfodringskibe, som skal gennemføre fodringen, kan enten arbejde synkront eller asynkront. Indledende resultater fra simuleringerne viser, at de maksimale koncentrationer optræder ved synkront-arbejdende skibe, mens de længste varigheder af overskridelse af sedimentkoncentrationer på 10 mg/l forekommer ved a-synkront arbejdende skibe. I forhold til påvirkninger af vandmiljøet er varigheder af overskridelse af givne sedimentkoncentrationer mere kritiske end maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer, og derfor er de gennemførte simuleringer baseret på asynkront arbejdende skibe.

En opsummering af de væsentligste resultater fra modelsimuleringerne er vist i Tabel 8-8.

Fodringscenarie	Strømscenarie	Maks. varighed for overskridelse af 10; 15; 50 mg/l [dage]		Figurhenvi- sning
		N	S	
1a 3 skibe á 2.000 m³ klapning	Nordgående	4; 3; 2	4; 3; 2	Figur 8-27 – Figur 8-28
	Sydgående	5; 4; 2 (11)	4; 3; 2	Figur 8-29 – Figur 8-30
	Stille	4; 4; 2	8; 7; 3	Figur 8-31 – Figur 8-32
2a 1 skib á 6.000 m³ rainbowing/klapning	Nordgående	4; 4; 3	4; 4; 3	Figur 8-33 – Figur 8-34
	Sydgående	4; 4; 3 (13)	5; 4; 3	Figur 8-35 – Figur 8-36
	Stille	5; 4; 3	7; 6; 4	Figur 8-37 – Figur 8-38

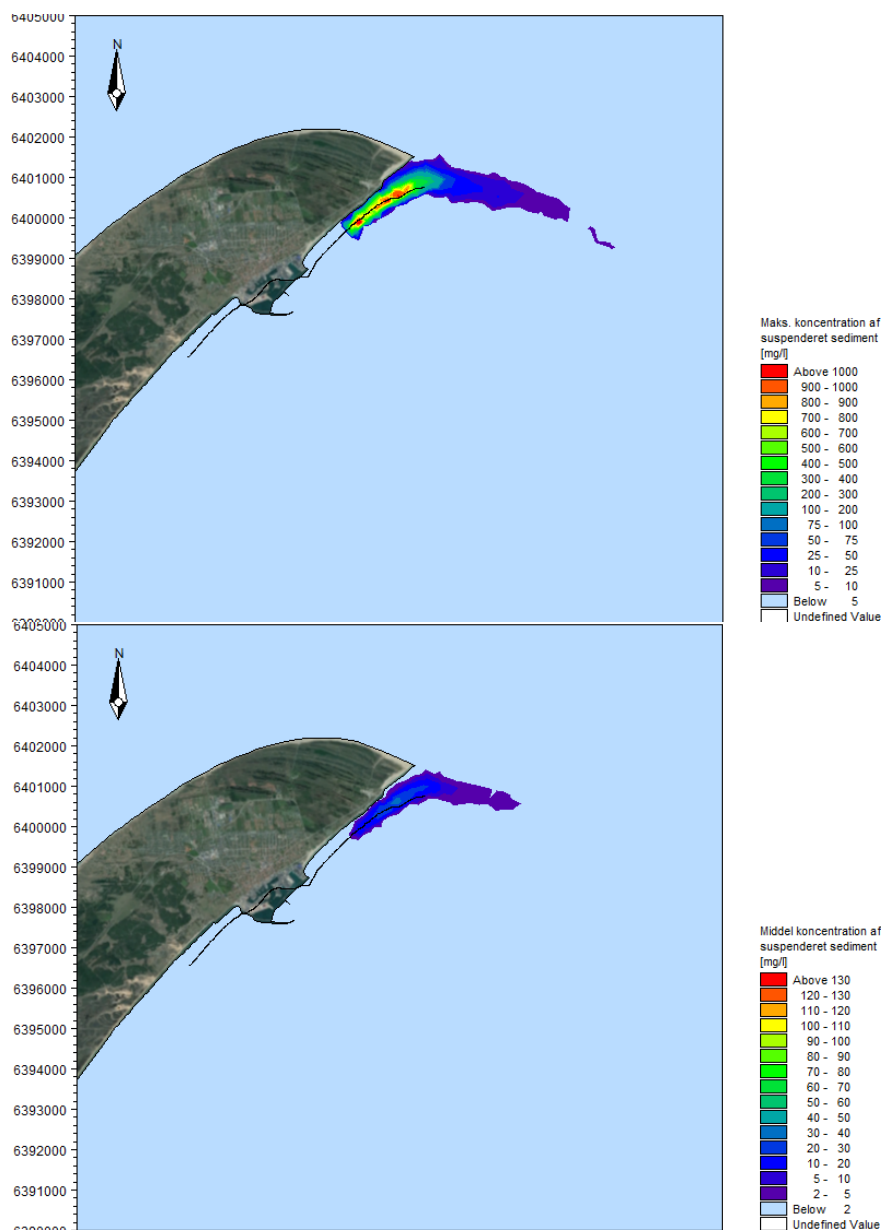
Tabel 8-8. Opsummering af væsentlige resultater for spredningsberegningerne for kystnær fodring. N: fodringen foretages nord for Skagen Havn. S: fodringen foretages syd for Skagen Havn. Værdier i () gælder for indsejlingsområdet til Skagen Havn, hvor der for nogle scenarier forekommer en lokal påvirkning.

Spredningsberegningerne viser, at uanset strømrretning og scenarie giver kystnær fodring nord for Skagen Havn ikke anledning til signifikante forskelle i varigheden af de forskellige koncentrationer af suspenderet sediment. Dog er varigheden størst ved indsejlingsområdet til Skagen Havn ved sydgående strøm, uanset scenarie. Den længere varighed skyldes, at sedimentet kan blive fanget her, fordi havnemundingen vender mod nord. Ved kystnær fodring syd for havnen er der, uanset scenarie, en tendens til, at varigheden af det suspenderede sediment er lidt højere i stille vejr. For begge scenarier gælder, at der ikke sker en overskridelse af de givne grænseværdier, når den kystnære fodring foretages både nord og syd for havnen.

Resultatet af spredningsberegningerne viser også, at det ekstratilførte sediment til vandsøjlen vil have forladt vandsøjlen og være bundfældet maksimalt 24 timer efter endt sandfodring. Herefter vil koncentrationen af suspenderet sediment igen antage et naturligt niveau.

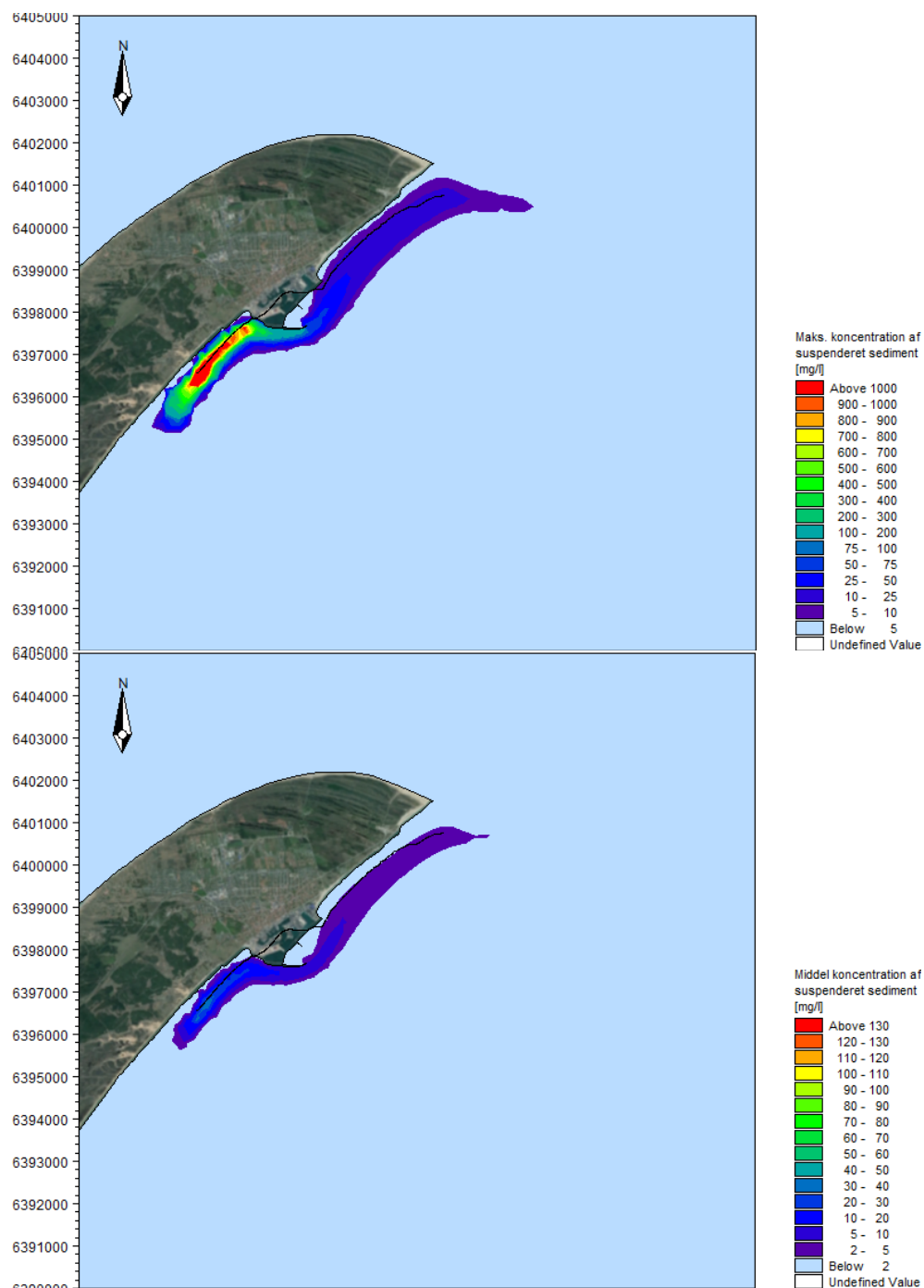
I den periode, hvor sandfodringen står på, vil der forekomme en øget mængde suspenderet sediment i vandsøjlen. Varigheden af sandfodringen afhænger af sandmængden, metoden og antallet af anvendte skibe. Jf. afsnit 3.6.3 om arbejdets varighed vil fodringen i worst-case kunne strække sig over 33 døgn, hvis sandfodringen gennemføres med et skib med en lastekapacitet på 2.000 m³. Gennemføres den i stedet med tre skibe vil varigheden være ni døgn. Resultaterne fra spredningsberegningerne for de modellerede scenarier er endvidere præsenteret i form af arealplots af maksimalt forekommende koncentrationer samt middelkoncentrationer [mg/l], se Figur 8-27 til Figur 8-38. Heraf fremgår det, at sedimentfanen ligger parallelt med kysten ind til den, ved nordgående strøm, slipper fri af Grenen, og dermed kan spredes ud til et større område. Generelt vil der søværts i en afstand fra kysten på ca. 800-1000 meter ikke forekomme en overskridelse af 10 mg/l i mere end en halv dag. Sedimentfanen med en koncentration på 10 mg/l vil have en maksimal udbredelse på ca. ti kilometer, hvor den største udbredelse forekommer ved nordgående strøm.

Scenarie 1a

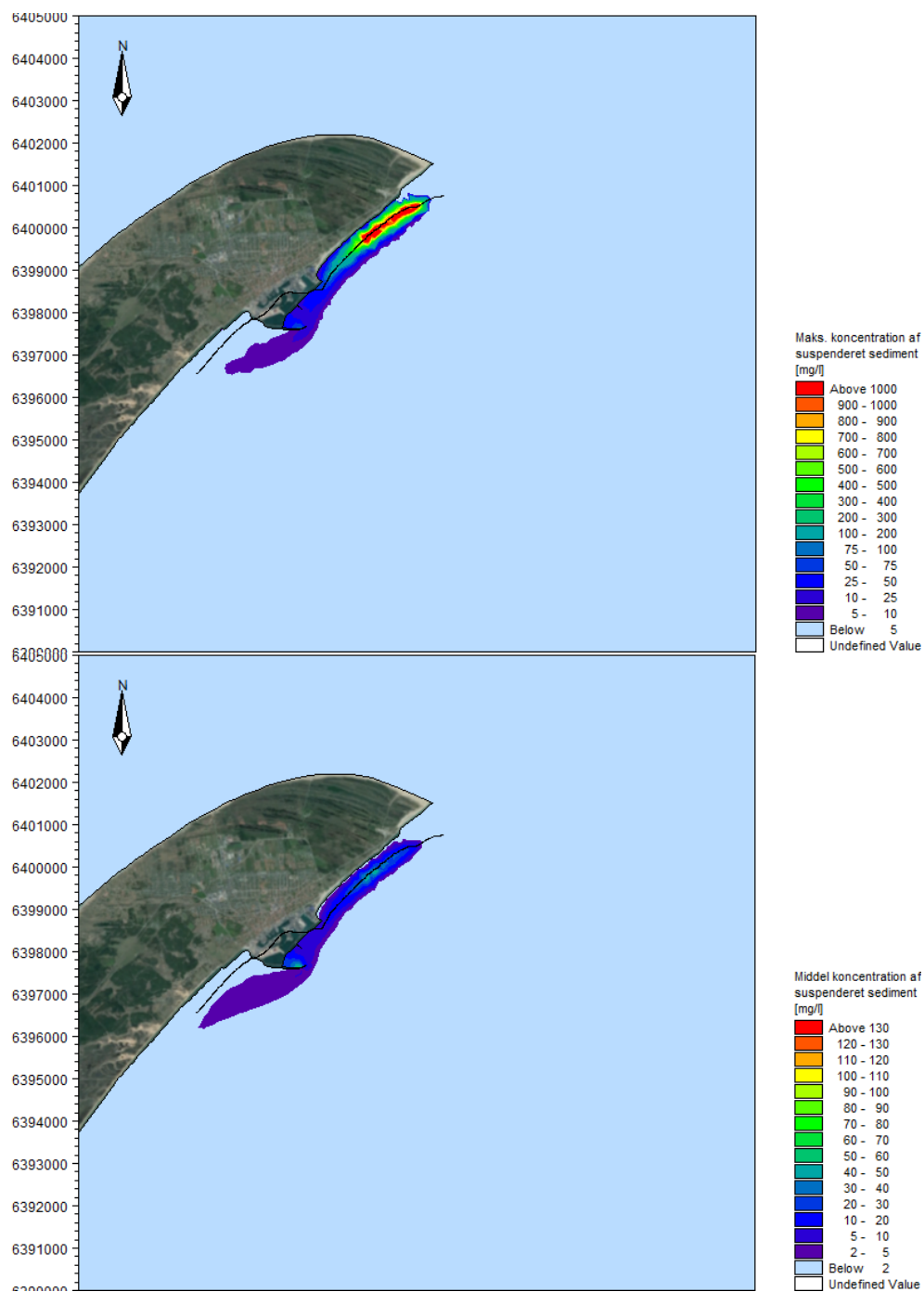


Figur 8-27. Scenarie 1a med kystnær fodring via klappning med tre skibe *nord for Skagen Havn* for det hydrodynamiske scenarie med *nordgående strøm* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven¹²³.

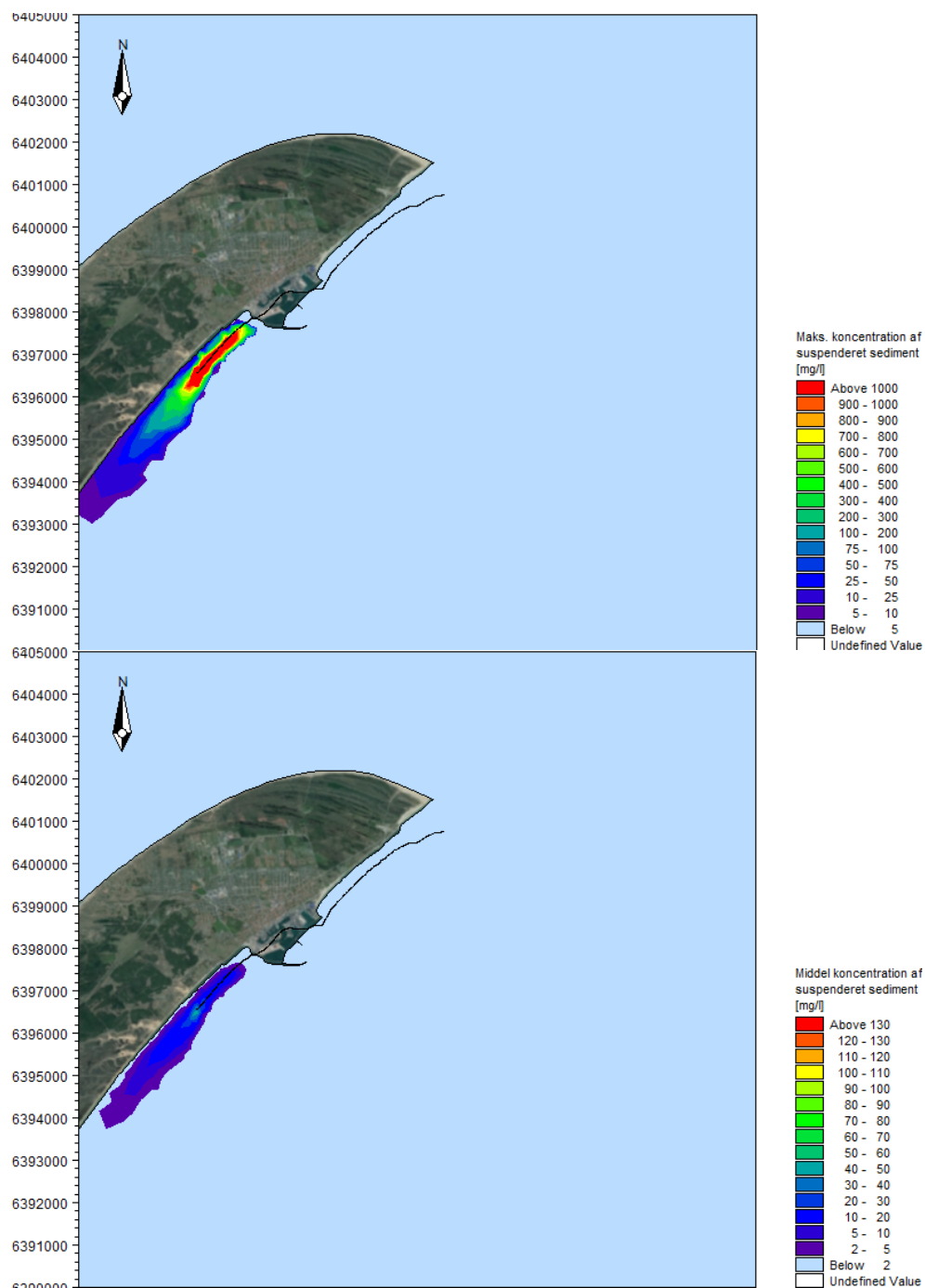
¹²³ Baggrundskortet er fra Google Earth (2018)



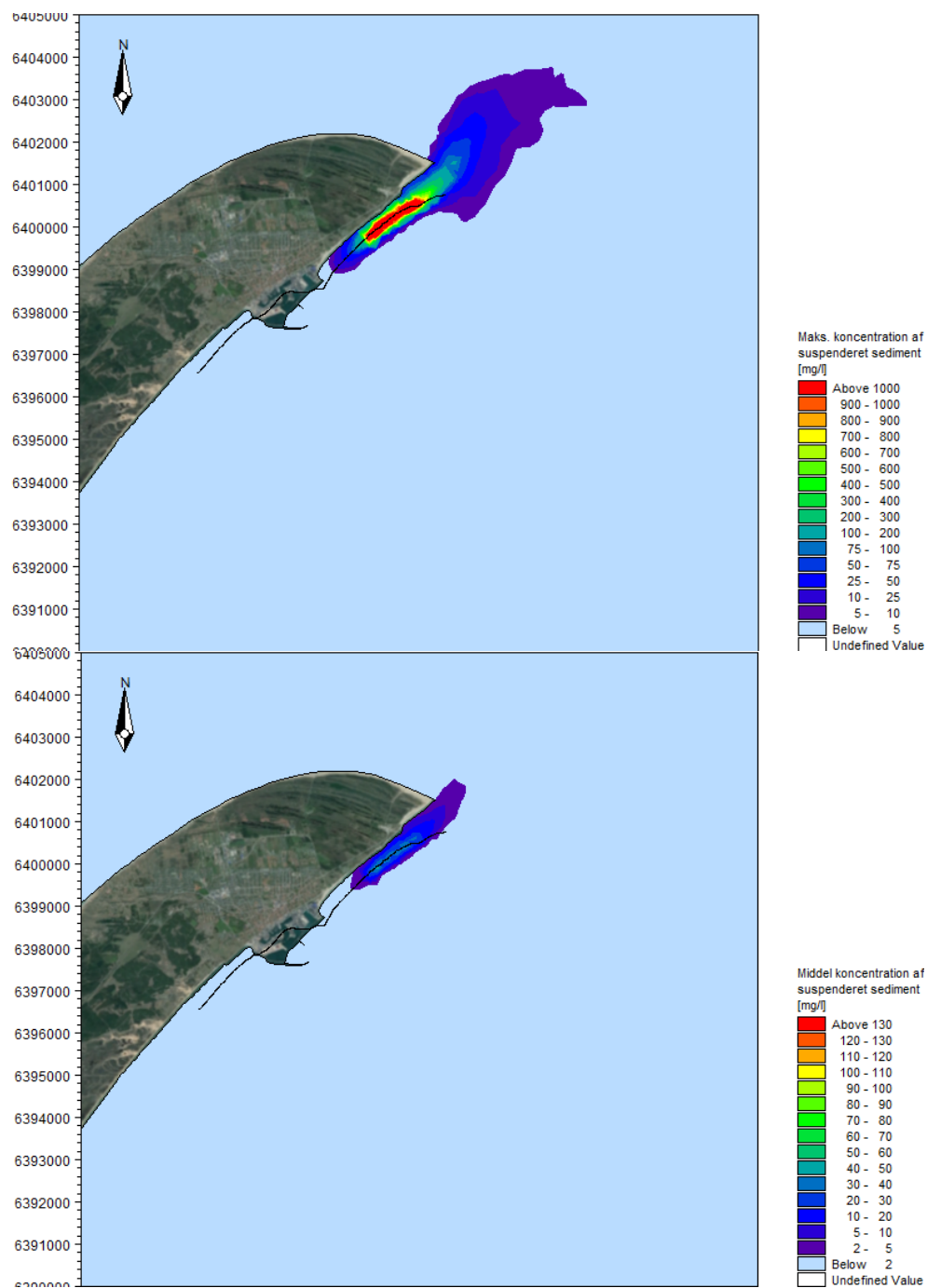
Figur 8-28. Scenarie 1a med kystnær fodring via klappning med tre skibe syd for Skagen Havn for det hydrodynamiske scenarie med *nordgående strøm* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.



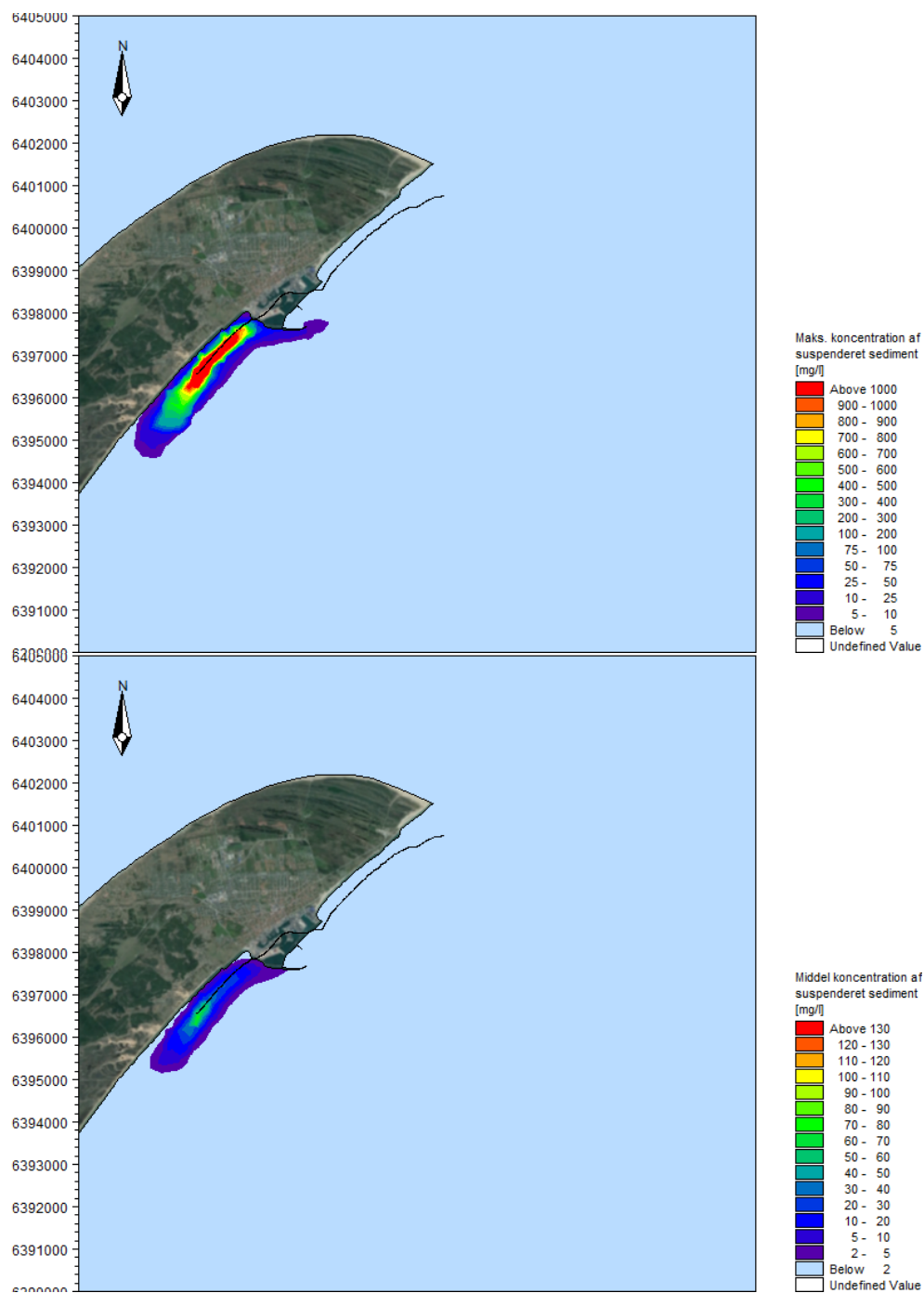
Figur 8-29. Scenarie 1a med kystnær fodring via klappning med tre skibe *nord for Skagen Havn* for det hydrodynamiske scenarie med *sydgående strøm* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.



Figur 8-30. Scenarie 1a med kystnær fodring via klappning med tre skibe syd for Skagen Havn for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (øverst) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (nederst). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.

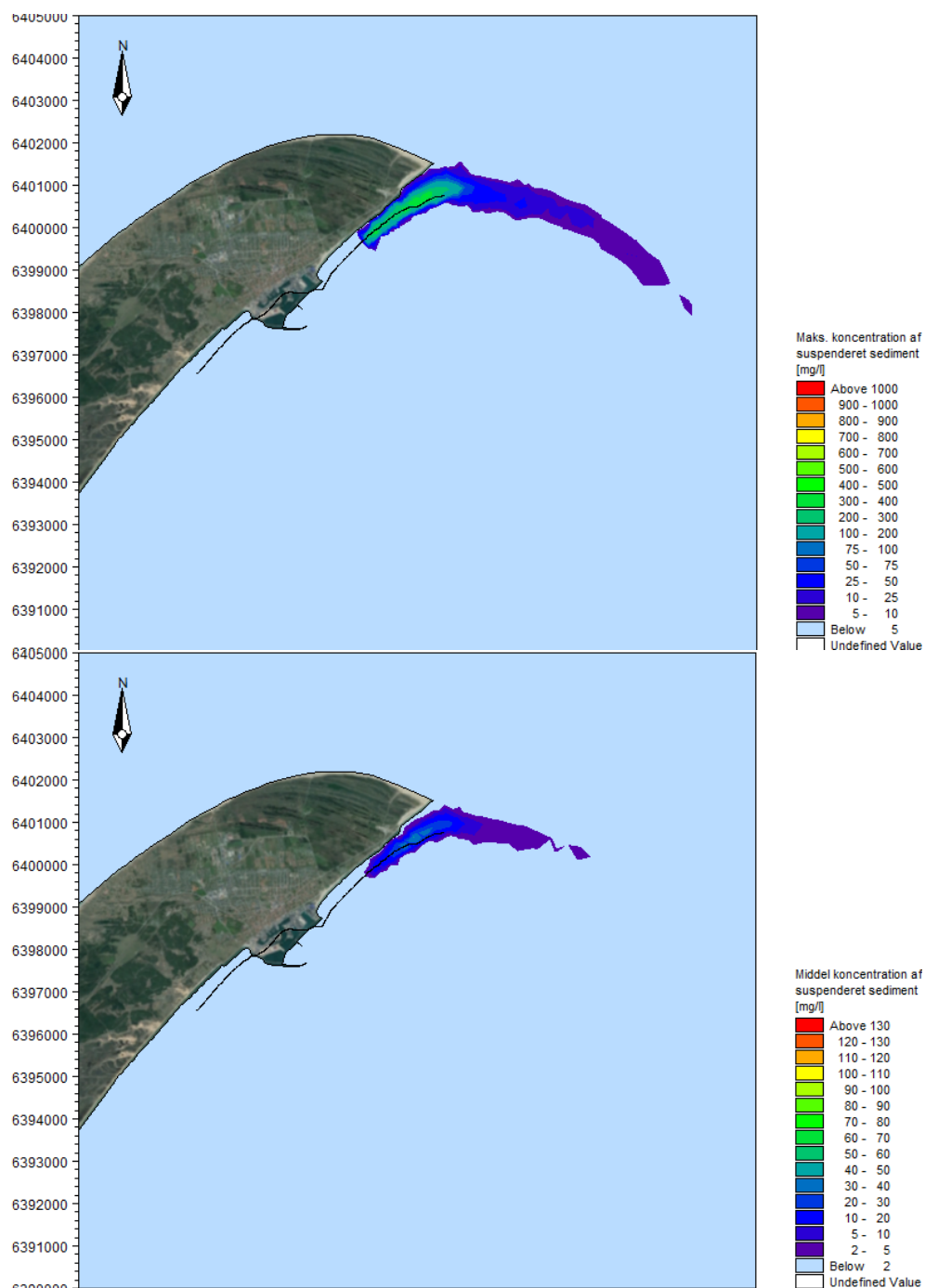


Figur 8-31. Scenarie 1a med kystnær fodring via klappning med tre skibe nord for Skagen Havn for det hydrodynamiske scenarie med *stille vejr* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.

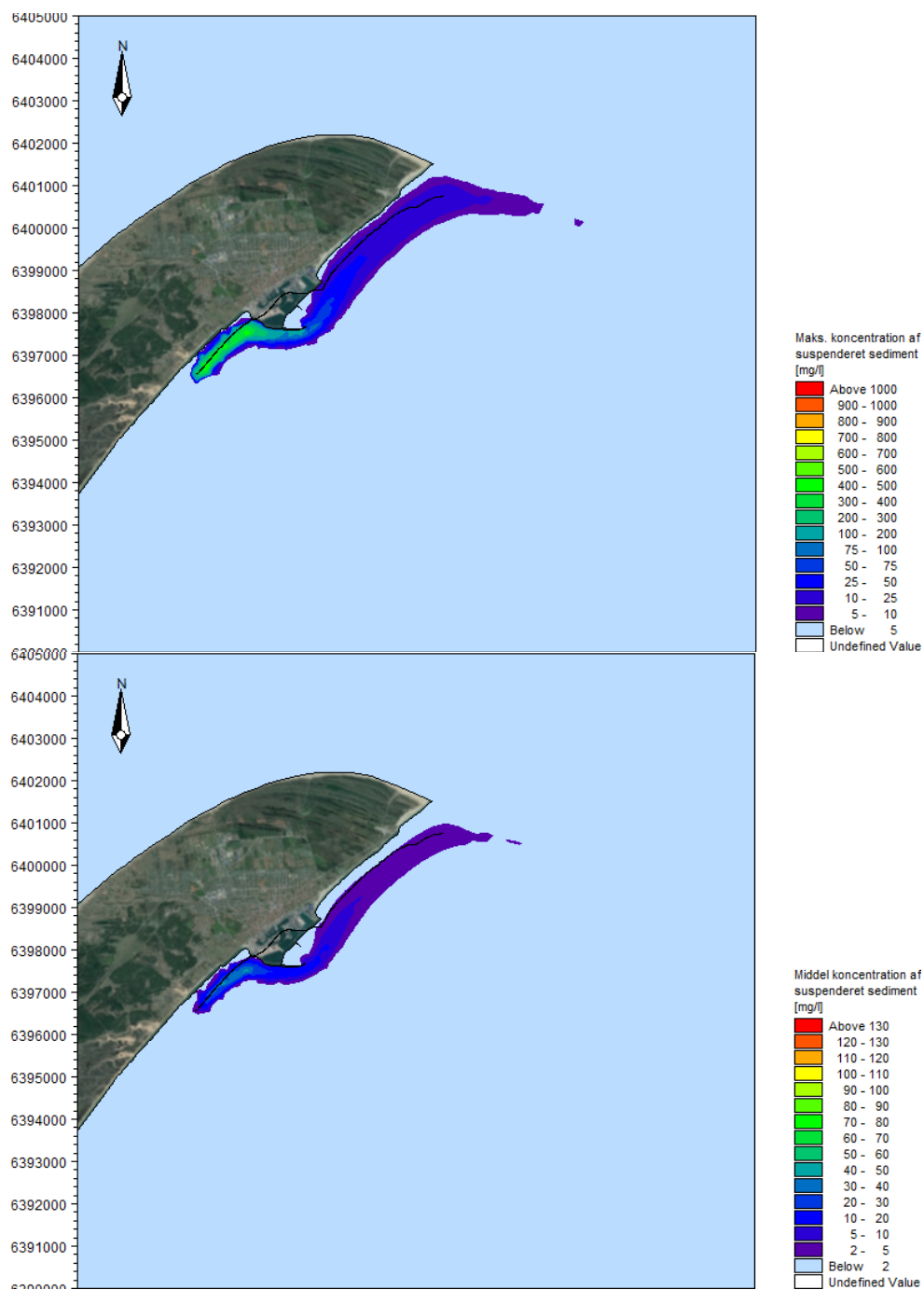


Figur 8-32. Scenarie 1a med kystnær fodring via klappning med tre skibe syd for Skagen Havn for det hydrodynamiske scenarie med *stille vejr* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (øverst) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (nederst). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.

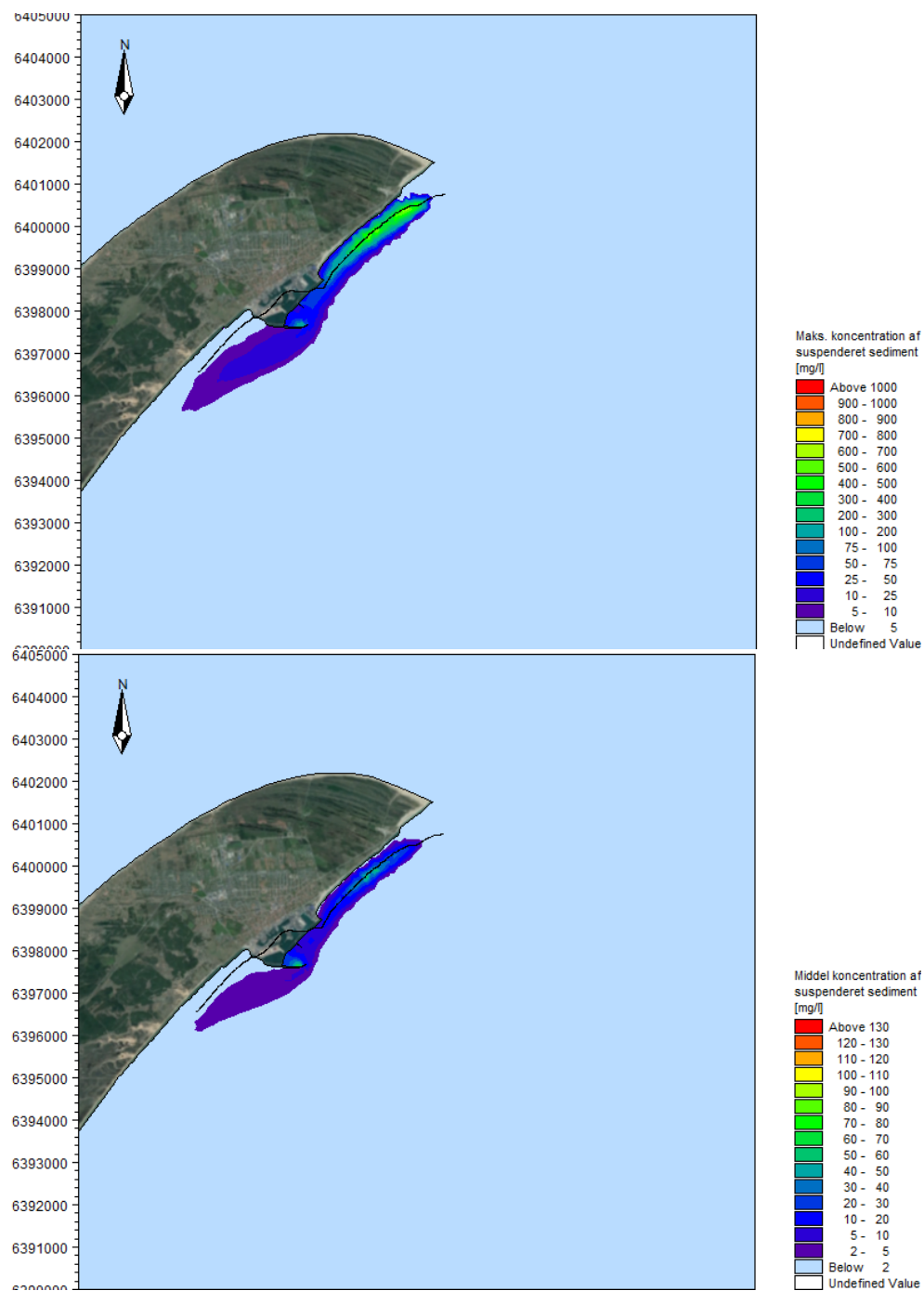
Scenarie 2a



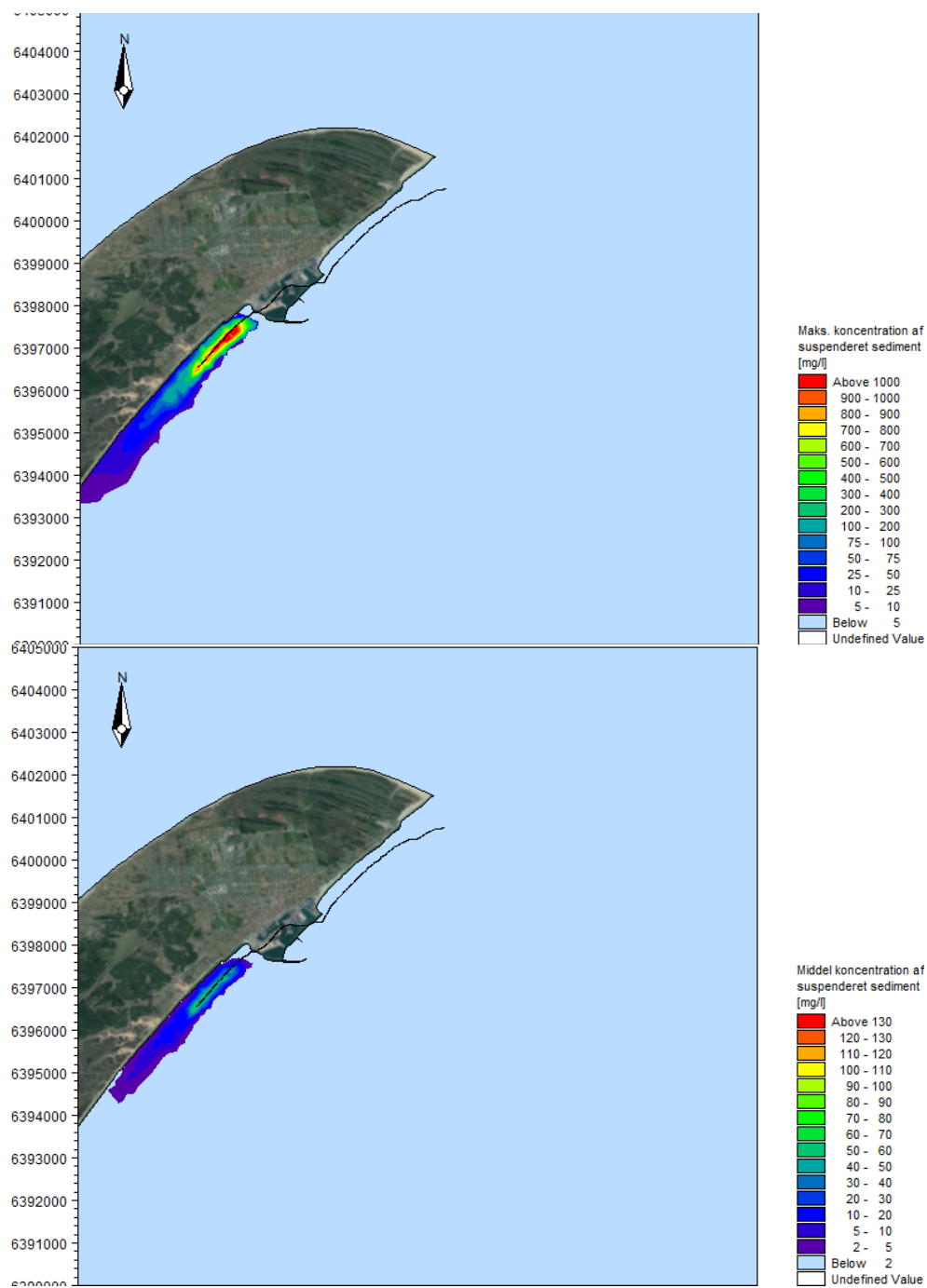
Figur 8-33. Scenarie 2a med kystnær fodring via rainbowing med et skib *nord for Skagen Havn* for det hydrodynamiske scenarie med *nordgående strøm* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.



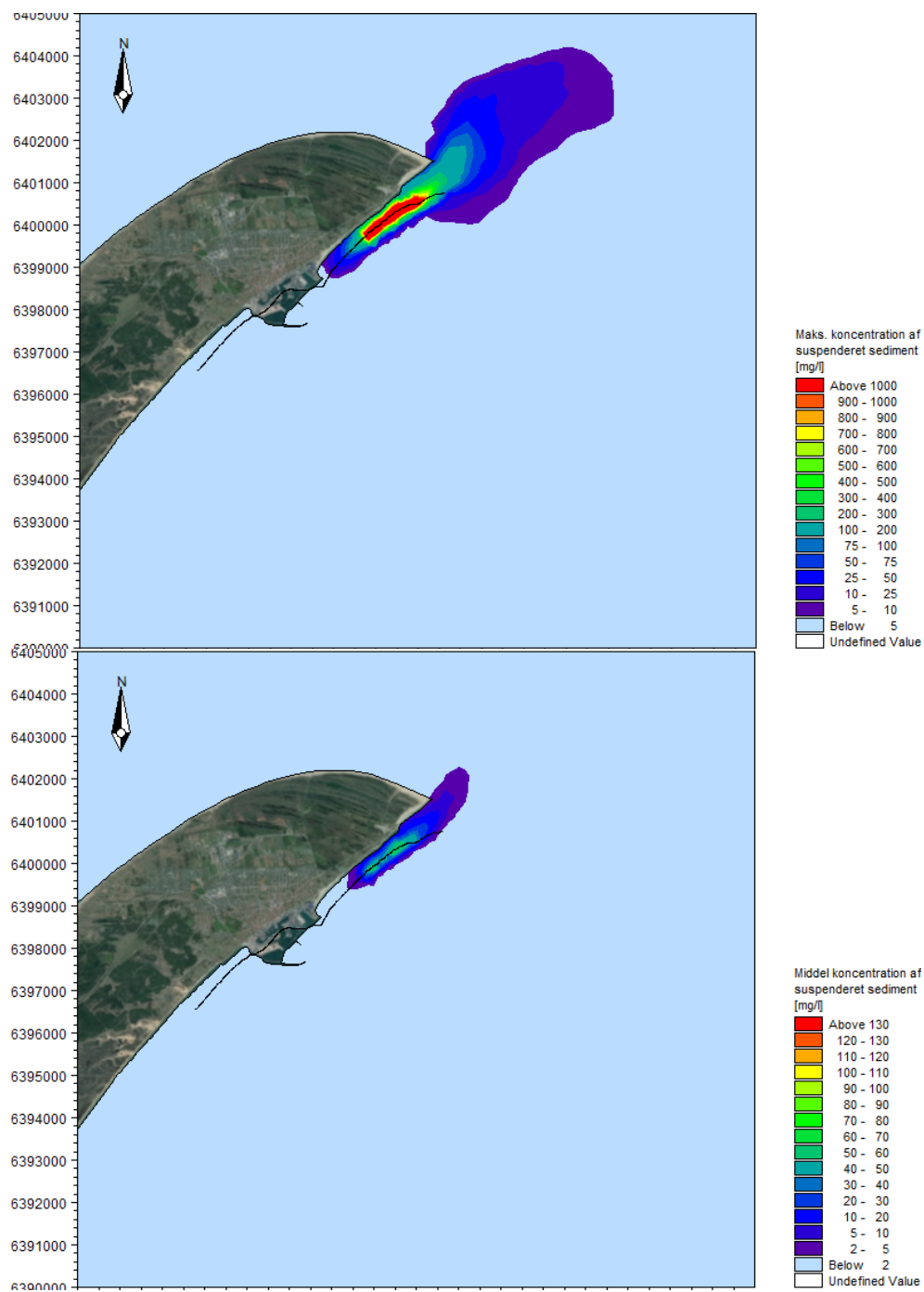
Figur 8-34. Scenarie 2a med kystnær fodring via rainbowing med et skib syd for Skagen Havn for det hydrodynamiske scenarie med *nordgående strøm* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.



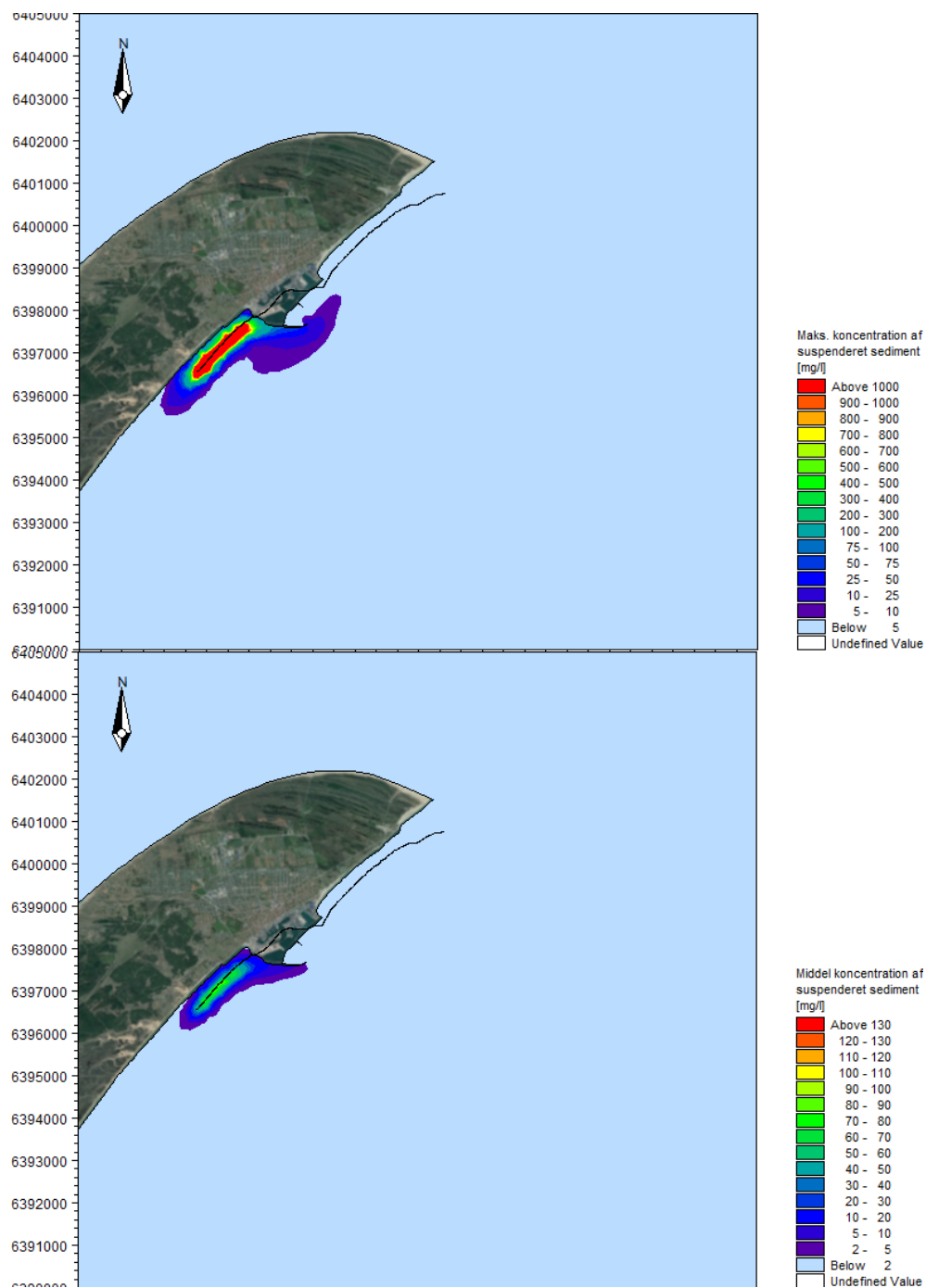
Figur 8-35. Scenarie 2a med kystnær fodring via rainbowing med et skib *nord for Skagen Havn* for det hydrodynamiske scenarie med *sydgående strøm* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.



Figur 8-36. Scenarie 2a med kystnær fodring via rainbowing med et skib syd for Skagen Havn for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (øverst) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (nederst). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.



Figur 8-37. Scenarie 2a med kystnær fodring via rainbowing med et skib *nord for Skagen Havn* for det hydrodynamiske scenarie med *stille vejr* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (øverst) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (nederst). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekuren.



Figur 8-38. Scenarie 2a med kystnær fodring via rainbowing med et skib syd for Skagen Havn for det hydrodynamiske scenarie med *stille vejr* med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer (øverst) og middel koncentrationer gennem fodringsperioden (nederst). Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.

Generelt vil kystnær fodring ved klappning af materialet give anledning til højere maksimale koncentrationer sammenlignet med, når fodringen gennemføres ved rainbowing, mens middeldkoncentrationen gennem fodringsperioden er lavere når fodringen gennemføres ved klappning fremfor rainbowing.

Estimatet for koncentrationen af suspenderet sediment under de eksisterende forhold, se afsnit 8.2.6, viser, at der regelmæssigt kan forekomme relativt høje naturlige bølgeinducerede suspenderede sedimentkoncentrationer på over 110.000 mg/l helt tæt ved kysten, og op til ca. 50 – 100 mg/l (gennemsnitskoncentration) indenfor fem meter vanddybden afhængig af bølgehøjden, dvs. højere koncentrationer sammenlignet med den tilførte koncentration ved sandfodring jf. ovenstående figurer. Hertil skal det dog nævnes, at den høje naturlige bølgeinducerede koncentration af suspenderet sediment oftest forekommer i vintermånederne, hvor der typisk er flere storme, hvorimod sandfodringen foregår i sommermånederne, hvor der kan forventes en middeldkoncentration af suspenderet sediment på op til ca. 7 mg/l for bølger op til $H_{m0} = 2,0$ meter.

Samlet vurdering: Som følge af kystnær fodring er der meget stor sandsynlighed for, at der vil forekomme en ændring og dermed påvirkning af den suspenderede sedimentkoncentration. Påvirkningens udbredelse er lokal, da sedimentfanen kan spredes op til ti kilometer langs kyststrækningen. Påvirkningen er midlertidig i op til 28 døgn, da sedimentkoncentrationen vil falde til det naturlige niveau i løbet af 24 timer, efter den kystnære fodring er afsluttet. Som følge af den naturligt høje forekomst af suspenderet sediment, vurderes påvirkningsgraden at være meget lille. Konsekvensen vurderes derfor som ubetydelig, og indvirkningen på det suspenderede sediment er ikke væsentlig.

8.4.7 Sedimentation på havbunden

Ved kystnær fodring og strandfodring sker der en stor aflejring af sediment på havbunden umiddelbart på den lokalitet hvor sandfodringen foregår. Sedimentationen er vurderet i afsnit 8.4.1 om Kystprofilen. Herudover, vil der ske sedimentation af det sediment, som i en fane transporteres væk fra sandfodringsområdet, dvs. af sedimentspildet.

Strandfodring

Ved strandfodring sker der en stor aflejring af sediment på havbunden umiddelbart på den lokalitet hvor strandfodringen foregår. Sedimentationen er vurderet i afsnit 8.4.1 om Kystprofilen. Herudover, vil der ske sedimentation af det sediment, som i en fane transporteres væk fra strandfodringsområdet, dvs. af sedimentspildet.

I det følgende beskrives resultaterne for simulering af sedimentation i forbindelse med strandfodring, der er udarbejdet i forbindelse med udarbejdelse af miljøkonsekvensrapporten for kystbeskyttelsen på strækningen Lodbjerg – Nymindegab¹²⁴, og som jf. afsnit 8.4.6 også er repræsentativ for strækningen ved Skagen. Aflejringen af sedimentspildet vil være størst i umiddelbar nærhed til fodringslokaliteten.

Det fremgår af resultaterne for simuleringen ved Lodbjerg - Nymindegab, der er foretaget for hovedstrækningen Sdr. Holmsland Tange, at der kan aflejres op mod ti centimeter fra sedimentspildet ved strandfodring, uanset skibets lastekapacitet og strømscenarie ved en normal kampagne. Der kan ske strandfodring på 15,8 km langs Sdr. Holmslands Tange, hvor sedimentationen kan spredes op til 20 km. Det skal nævnes, at de maksimale aflejringstykkelser forekommer forholdsvis lokalt og indenfor selve fodringsområdet. Nedstrøms for strandfodringen i sedimentfanen er aflejringstykkelserne væsentligt lavere. Idet strækningen for strandfodring ved Sdr. Holmslands Tange er væsentlig længere end ved Lønstrup, forventes sedimentationens udbredelse at være kortere.

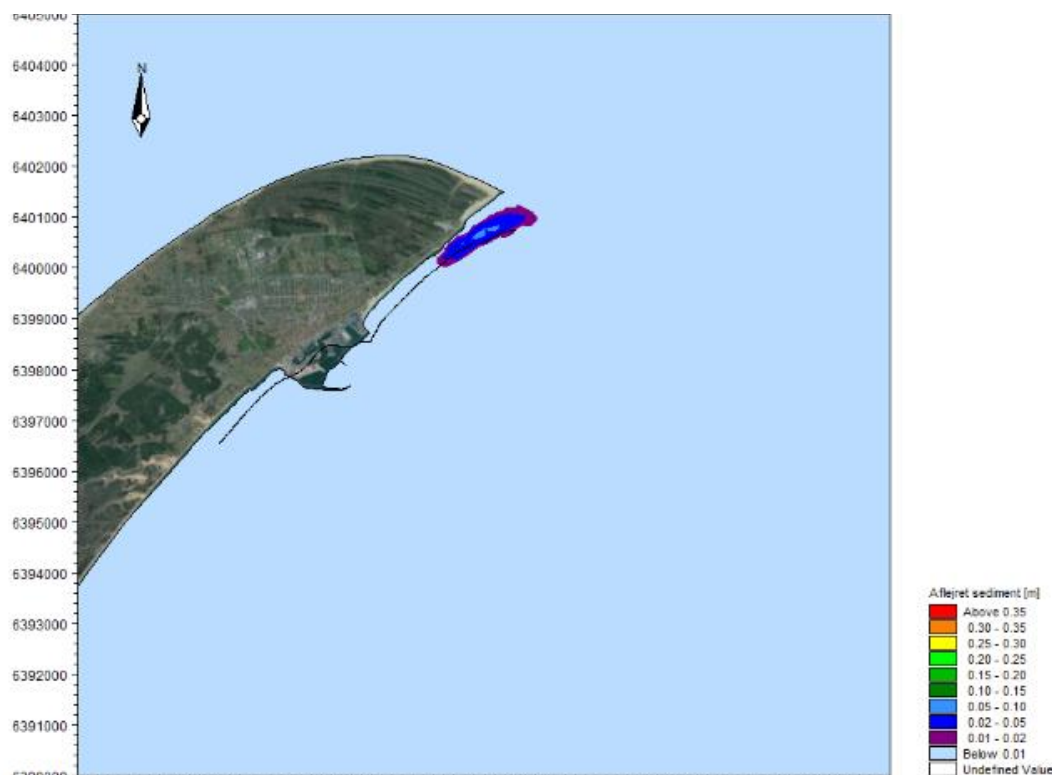
Samlet vurdering: Samlet set vurderes det, at der med meget stor sandsynlighed vil forekomme en påvirkning af sedimentation på havbunden som følge af sedimentspredning fra strandfodring.

¹²⁴ Rambøll, Miljøkonsekvensrapport for kystbeskyttelse Lodbjerg – Nymindegab, 2020

Påvirkningen fra sedimentation vil være lokal, da sedimentationen er størst tæt på lokaliteten, hvor der strandfodres, og mindre i sedimentfanens udstrækning på op til 20 km langs kysten. Påvirkningsgraden vil være lille, da en aflejring på ti centimeter anses at ligge inden for den naturlige variation af havbundens beliggenhed. Varigheden vurderes at være midlertidig, da strandfodringen foregår over en periode på minimum 6,5 døgn, og sedimentet hurtigt omlægges. Samlet vurderes konsekvensen af sedimentspredning fra sandfodringen som ubetydelig, da den ikke vil have indvirkning på bundforholdene. Konsekvensen er derfor ikke væsentlig.

Kystnær fodring

I det følgende beskrives resultaterne for simulering af sedimentation i forbindelse med kystnær fodring. Figur 8-39 og Figur 8-40, som viser eksempler på aflejringen af sedimentspildet vil være størst i umiddelbar nærhed til den kystnære fodring.



Figur 8-39. Aflejringstykkelser ved kystnær fodring nord for Skagen Havn via rainbowing med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.



Figur 8-40. Aflejringsstykkelse ved kystnær fodring nord for Skagen Havn via rainbowing med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Den sorte linje parallel med kystlinjen markerer seks meter dybdekurven.

Nedenstående Tabel 8-9 opsummerer modelresultaterne af aflejring af suspenderet sediment for scenarie 1a og 2a for kystnær fodring.

Fodringsscenarie	Strømscenarie	Maks. sedimenteret lagtykkelse uden for fodringsområdet [cm]	
		N	S
1a 3 skibe á 2.000 m³ klapning	Nordgående	7,0	7
	Sydgående	8,5	10,5
	Stille	6,1	9
2a 1 skib á 6.000 m³ rainbowing/klapning	Nordgående	6,3	6,0
	Sydgående	7,2 (2,5)	10,0
	Stille	7,0	8,7

Tabel 8-9. Modelresultater for aflejring af suspenderet sediment fra kystnær fodring. N: fodringen foretages nord for Skagen Havn. S: fodringen foretages syd for Skagen Havn. Værdier i () gælder for indsejlingsområdet til Skagen Havn, hvor der for nogle scenarier forekommer en lokal påvirkning.

Modelresultaterne viser, at aflejringsstykkelsen af det sedimenterede materiale kan være op mod 10,5 centimeter ved klapning med tre skibe i scenariet med sydgående strøm hvor der klappes syd for havnen. Det skal nævnes, at de maksimale aflejringsstykkelser forekommer forholdsvis lokalt og indenfor selve fodringsområdet. Nedstrøms for sandfodringen i sedimentfanen er aflejringsstykkelserne væsentligt lavere.

Samlet vurdering: Samlet set vurderes det, at der med meget stor sandsynlighed vil forekomme en påvirkning af sedimentation på havbunden som følge af sedimentspredning fra den kystnære fodring. Da sedimentfanen kan strække sig 10 kilometer op langs kysten, vil der kunne ske en aflejring med lokal udbredelse. Påvirkningsgraden vil være lille, da en aflejring på ca. ti centimeter anses for at ligge inden for den naturligt forekommende variation på havbunden. Varigheden af påvirkningen vil være midlertidig, da det sedimenterede materiale vil blive omlejret i løbet af kort tid, som følge af den naturlige dynamik på havbunden. Samlet vurderes konsekvensen af sedimentspredning fra sandfodringen som ubetydelig, da den ikke vil have indvirkning på bundforholdene. Konsekvensen er derfor ikke væsentlig.

8.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af kystdynamik, strømning og sedimentation.

8.6 Kumulative effekter

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter, hvis aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensning vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringen. Det vurderes derfor, at der ikke i den anledning vil forekomme kumulative effekter, som overstiger de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

Den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil, ifølge VVM-redegørelse for etape 3 udvidelsen¹²⁵, medføre lokale påvirkninger på strømforholdene på strækningen. Ændringerne i strømforhold er størst omkring etape 3 opfyldningens nordøstlige hjørne, hvor der vil forekomme en lille lokal forøgelse i strømhastigheden ud til en på ca. 700 – 800 meter søværts for eksisterende mole.

Jf. VVM-redegørelsen for Etape 3 udvidelsen vil en øget lævirkning nedsætte den nordgående transport, mens den sydgående transport er uændret. Lævirkningen kan forårsage kystfremrykning umiddelbart nord for havnen, og på baggrund modelberegninger i VVM-redegørelse er det vurderet, at kysten på længere sigt vil flytte frem med ca. 20 meter nær havnen, og at fremrykningen vil kunne ses i en afstand af ca. 600 meter fra havnen. Den skønnede kystfremrykning er illustreret i Figur 8-41.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM-redegørelse for etape 3 udvidelsen¹²⁶ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment udenfor havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejlløbet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og kystfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

¹²⁵ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering



Figur 8-41. Skønnet fremtidig kystlinje optegnet i forhold til den eksisterende vist i baggrundsbilledet. Blå: Ny ligevægt. Rød: Ændringer på kort sigt hvor fremrykning nær havnen kompenseres af tilbagerykning mellem havnen og sydligste kystbeskyttelse.¹²⁶

Da det er vurderet, at den planlagte kystbeskyttelses påvirkning på strømforholdene er begrænset, vurderes det, at der ikke vil være en kumulativ effekt på strømforholdene. Ved udbygning af stranden nord for havnen, kan den planlagte kystbeskyttelse være med til at understøtte udviklingen, da en del af sandet fra sandfodringen transporteres til området, hvor det aflejres. Suspendet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under sandfodringen. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der er vurderet.

8.7 Sammenfattende vurdering

Den samlede konsekvens for kystprofilen vurderes som væsentlig, da sandfodringen er med til at stoppe den naturlige udvikling af kysten afhængigt af, hvor sandfodringen foregår. Da standsning af den naturlige udvikling er formålet med kystbeskyttelsen, vurderes indvirkningen som positiv og væsentlig for både strandfodring og kystnær fodring.

Konsekvensen af sandfodringen på grund af ændringer i sammensætningen af sedimentet vurderes som begrænset, da fodringssandet ikke adskiller sig væsentligt fra de observerede middelskørrelser på strækningen, og den samlede indvirkning vurderes derfor som ikke væsentlig.

Den kystnære fodring vil ændre udformning af kystprofilen umiddelbart efter fodringen, så en del af bølgerne (de større bølger) vil bryde over den nye revle. Kystbeskyttelsen medfører at bølgerne bryder tidligere og længere ude i kystprofilen, mens bølgenes oprindelige struktur dog ikke påvirkes, hvorfor konsekvensen for bølgeforholdene vurderes som begrænset. Det vurderes derfor samlet set, at der ikke vil være en væsentlig indvirkning på bølgeforholdene.

Desuden vurderes det, at den påførte variation i kystprofilen ved kystnær fodring, ligger inden for den naturlige variation i revlerne på kysten, hvormed virkningen på strømmen ikke nødvendigvis

¹²⁶ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

er større end de naturlige variationer, der kan forekomme ved kraftige storme, hvorfor konsekvensen vurderes som begrænset. Det vurderes dermed, at der ikke vil være en væsentlig indvirkning på strømforholdene som følge af kystbeskyttelsen.

Den tilførte mængde sand og ændring af kystprofilets udformning kan påvirke sedimenttransporten. Det vurderes, at den ekstratilførte variation i kystprofilet ved kystnær fodring ligger inden for den naturlige variation i revlerne på kysten, hvormed virkningen på sedimenttransporten ikke nødvendigvis er større end de naturlige variationer, der kan forekomme ved kraftige storme, hvorfor konsekvensen vurderes som begrænset. Det vurderes derfor, at der ikke vil være en væsentlig indvirkning på sedimenttransporten som følge af kystbeskyttelsen.

Sedimentspildet fra enten strand- eller kystnær fodring kan spredes i en sedimentfane, som kan strække sig ca. 10 kilometer langs kyststrækningen, og der kan ske en aflejring med lokal udbredelse. Påvirkningsgraden vil være lille, da en aflejring på ca. 10 centimeter anses at ligge inden for den naturlige variation af havbundens niveau. Varigheden af påvirkningen vil være midlertidig, da det sedimenterede materiale vil indgå i den naturlige variation af havbundens niveau, som kan ændre sig over en tidevandsperiode, dvs. inden for et døgn. Samlet vurderes konsekvensen af sedimentspredning og sedimentation fra sandfodringen som ubetydelig, da den ikke vil have indvirkning på bundforholdene. Konsekvensen er derfor ikke væsentlig.

Sedimentation ved havneindsejlingen til Skagen Havn som følge af sedimentspredning fra den kystnære fodring vil ligge inden for den naturlige aflejring og vurderes at påvirke indsejlingsforholdene til havnen.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til kystdynamik, strømning og sedimentation er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Kystprofilet					
Kystnær fodring	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Væsentlig
Strandfodring	Meget stor	Lokal	Moderat	Lang	Væsentlig
Sedimentforhold					
Bundsediment	Meget stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
Strandsediment	Meget stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
Bølger og strøm					
Bølger	Stor	Lokal	Moderat	Lang	Begrænset
Strømforhold	Moderat	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Sedimenttransport	Moderat	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Sedimentation ved Skagen Havn	Meget lille	Lokal	Lille	Lang	Ubetydelig
Suspenderet sediment					
Strandfodring	Meget stor	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
Kystnærfodring	Meget stor	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
Sedimentation på havbunden					
Strandfodring	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Kystnær fodring	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig

Tabel 8-10. Opsummering af miljøpåvirkninger i forhold til kystdynamik, strømning og sedimentation forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

9. VAND

Kapitlet beskriver påvirkningen af vandkvalitet samt vandforekomster omfattet af vandplanlægning samt af Danmarks Havstrategi, i forbindelse med kystbeskyttelse af strækningen ved Skagen.

9.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet på baggrund af data fra publikationer og databaser, der omfatter kortlægning og overvågning af havmiljøet i Danmark. Det drejer sig om:

- NOVANA havrapporter udarbejdet af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) for Miljøstyrelsen
- MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-21¹²⁷
- Vandområdeplan for Jylland og Fyn 2015-21 fra juni 2016
- Basisanalyse for Danmarks Havstrategi fra 2012
- Basisanalyse for Danmarks Havstrategi II fra april 2019¹²⁸

Der er yderligere indhentet overvågningsdata for vandkemi samt temperatur og salinitet fra en af Miljøstyrelsens aktive marine målestationer i Ålbæk Bugt ud for Frederikshavn. Desuden indgår modelsimuleringer for suspenderet sediment og undervandsstøj i vurderingsafsnittet.

Det vurderes, at det tilgængelige grundlag for at vurdere påvirkninger af vandkvalitet samt vandforekomster omfattet af vandplanlægning samt af Danmarks Havstrategi er tilstrækkeligt.

9.2 Eksisterende forhold

I det følgende er eksisterende forhold for vandkvalitet samt vandforekomster omfattet af vandplanlægning samt af Danmarks Havstrategi, beskrevet på baggrund af eksisterende data.

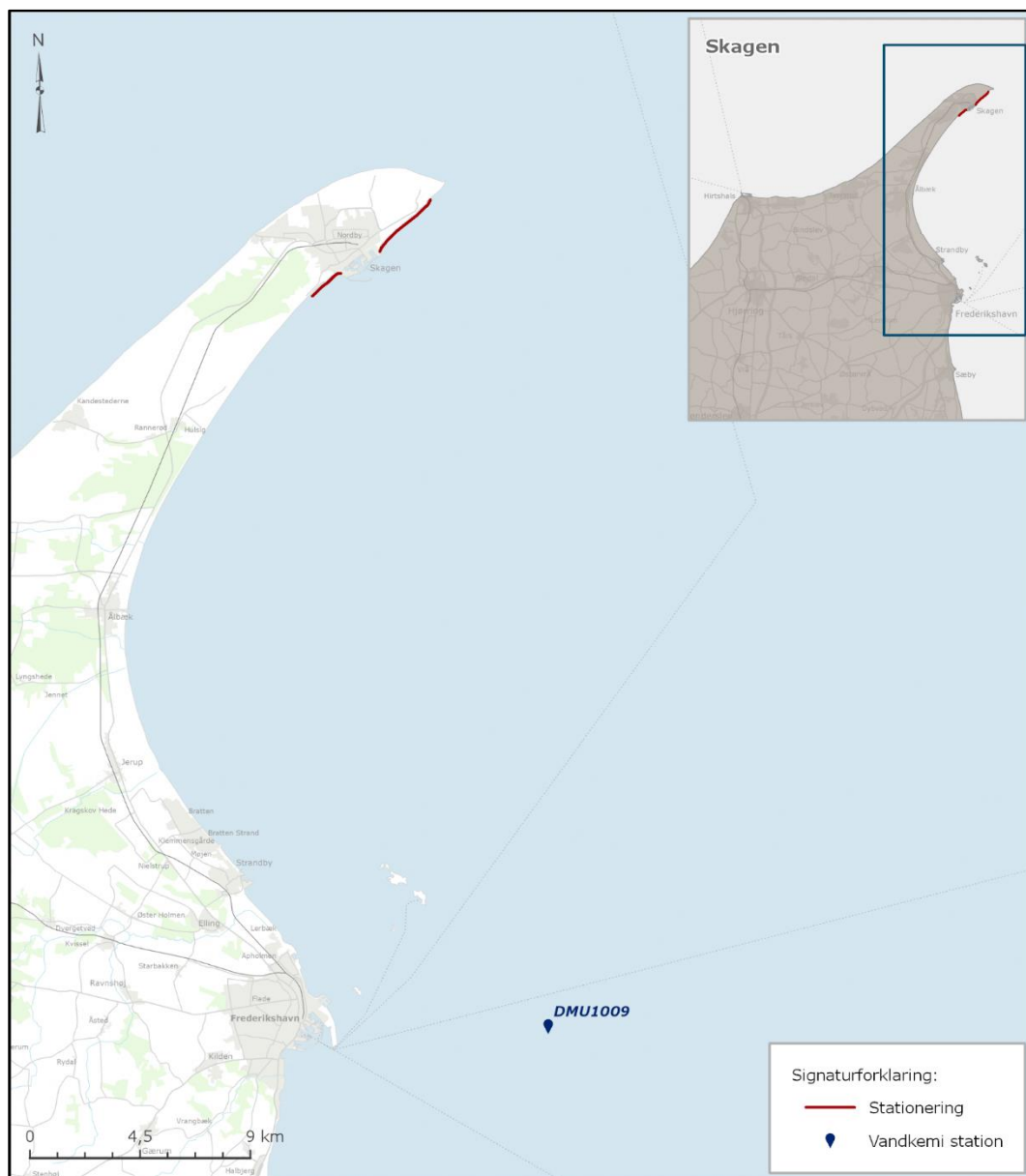
9.2.1 Vandkvalitet

I forbindelse med den nationale overvågning af det marine miljø (NOVANA) registreres forskellige vandkemiske parametre, som kan benyttes til at karakterisere den generelle vandkvalitet i et givent vandområde. Vandkvaliteten bestemmes af de hydrografiske forhold og af afstrømningen af næringsstoffer fra land.

På strækningen ved Skagen findes ingen kystnære aktive NOVANA stationer. I stedet anvendes den aktive NOVANA station, DMU1009 i Aalbæk Bugt, hvor der foreligger en lang tidshistorik på dataserien (1989-2019). Station DMU1009 er beliggende ud for Frederikshavn ca. 32 km syd for strækningen ved Skagen (Figur 9-1). Her er der i perioden 1989-2019 indsamlet vandprøver til vandkemiske målinger samt foretaget profilmålinger af bl.a. salinitet og temperatur. Der er indhentet data fra Miljøstyrelsen på salinitet, temperatur samt total kvælstof- og total fosforkoncentration for stationen.

¹²⁷ Miljø- og fødevareministeriet, MiljøGIS for vandområdeplaner <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandram-medirektiv2-bek-2019>

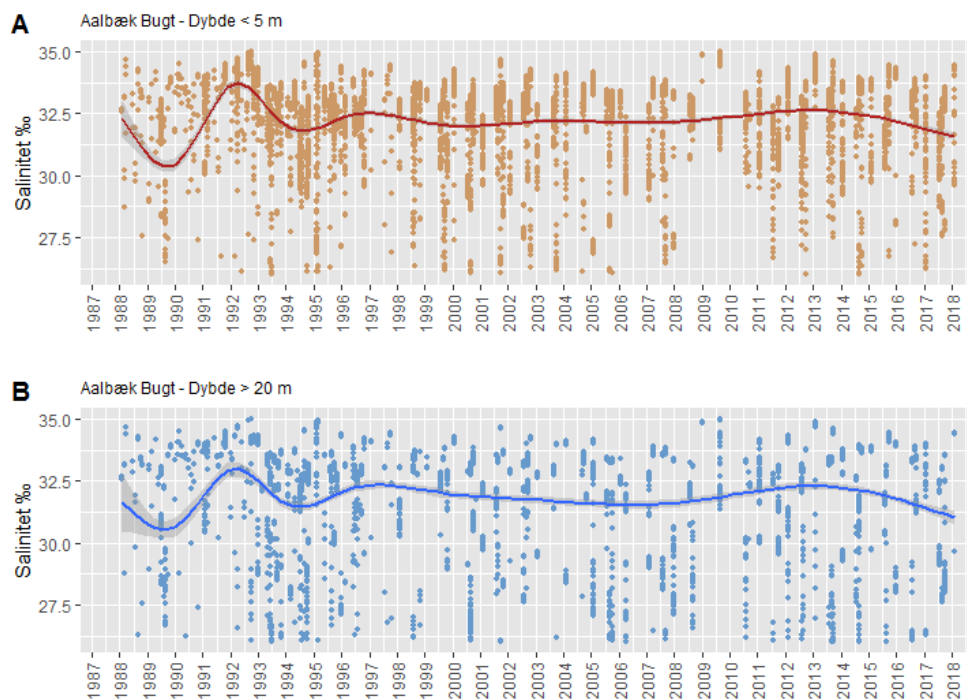
¹²⁸ Miljø- og fødevareministeriet, 2019, Danmarks Havstrategi II. Første del. God Miljøtilstand, Basisanalyse, Miljømål. https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Natur/Havstrategi/HSII_foerste_del_-_endelig_udgave.pdf



Figur 9-1. NOVANA station DMU1009 ud for Frederikshavn ca. 32 km syd for strækningen ved Skagen.

Salinitet

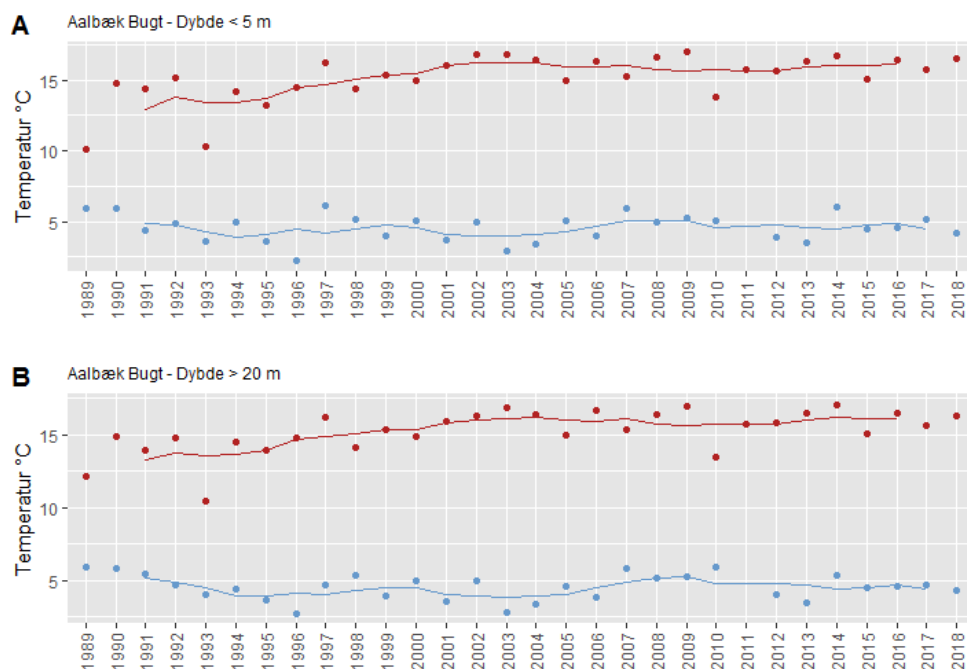
Salinitet (‰) er vist for perioden 1988-2018 for vanddybder <5 meter og >20 meter (Figur 9-2). Alle målinger fremgår som punkter for at vise spredningen inden for det enkelte år, mens det femårige løbende gennemsnit er vist som en streg med konfidensintervaller. Den gennemsnitlige salinitet i overfladevandet (<5 meter) ligger mellem ca. 31 og 32,5 ‰ og tilsvarende for bundvandet (>20 meter).



Figur 9-2. Salinitet på station DMU1009 (Miljøstyrelsens station i Aalbæk Bugt) hhv. på dybder <5 meter (A) og >20 meter (B). Punkter viser samtlige målinger inden for det enkelte år, mens det femårige løbende gennemsnit er vist som en streg med konfidensintervaller (markeret med mørkegrå).

Temperatur

Figur 9-3 viser temperatur for perioden 1989-2018 for vanddybder <5 meter og >20 meter. Der er med punkter angivet gennemsnit for målinger i hhv. sommer (juli - september) og vinter (december - februar), mens det femårige løbende gennemsnit er vist som en streg.



Figur 9-3. Temperatur på station DMU1009 (Miljøstyrelsens station i Aalbæk Bugt) hhv. på dybder <5 meter (A) og >20 meter (B). Punkter angiver gennemsnit for målinger i hhv. sommer (juli - september, med rød farve) og vinter (december - februar, med blå farve), mens det femårige løbende gennemsnit er vist som en streg.

Gennemsnitstemperaturen for sommerperioden ligger omkring 16 °C for både overflade og bundvand, mens gennemsnitstemperaturen for vinterperioden ligger omkring 5 °C i begge dybder.

Springlag

Ved en lagdeling af vandsøjlen, også kaldet et springlag, kan der være tale om en lagdeling på grund af forskelle i saltholdighed (en såkaldt haloklin) og/eller forskelle i vandtemperatur (termoklin) mellem overfladevandet og bundvandet. Springlaget begrænser eller stopper iltudvekslingen fra fotosyntetiserende alger i overfladevandet ned til bundvandet, samt udvekslingen af næringsstoffer fra bundvandet op til overfladevandet.

Ud fra data indhentet for station DMU 1009 ses det af målinger for salinitet og temperatur, at der hvert år opstår springlag i vandsøjlen på målestationen på grund af forskelle mellem salinitet og temperatur i hhv. overfladevandet og bundvandet. Vanddybden på målestationen er dog væsentligt større (>20 meter) end i området ved Skagen, hvor der foretages kystbeskyttelse (0-6 meter). Det vurderes at lagdelingen på strækningen ved Skagen vil være begrænset på grund af opblanding af vandsøjlen fra vind- og bølgepåvirkninger.

Iltforhold

Et springlag kan være meget markant, hvilket ofte ses i de indre danske farvande med iltvind i bundvandet til følge (< 4 mg/l ilt). Der kræves ofte en større storm for at vandsøjlen igen er opblandet. For målestation DMU1009 viser data i perioden 1989-2018 ikke iltkoncentrationer <4 mg/l i bundvandet (>20 meter). Det vurderes at der heller ikke optræder iltvind på strækningen langs Skagen, da iltkoncentrationen i bundvandet vil være højere end 4 mg/l på de lavere vanddybder (< 6 meter), hvor der foretages kystnær fodring, på grund af opblanding af vandsøjlen fra vind- og bølgepåvirkninger.

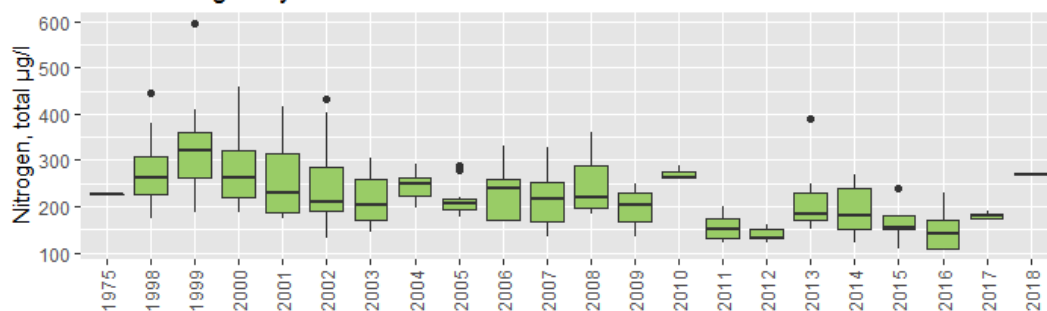
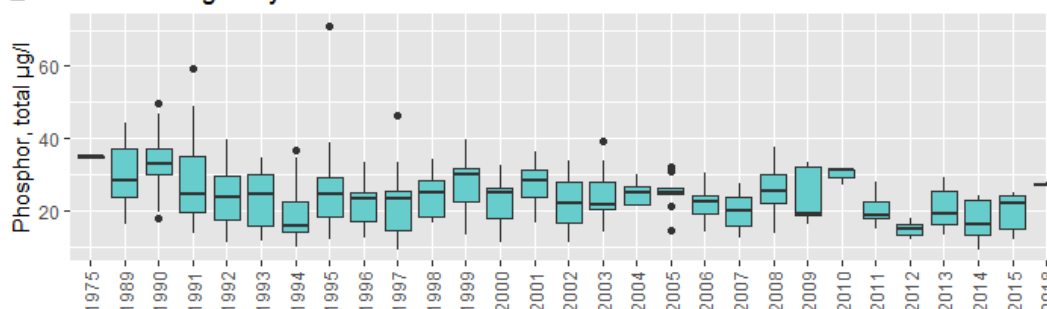
Kvælstof og fosfor

Koncentrationen af total kvælstof (TN, µg/l) og total fosfor (TP, µg/l), svarende til både opløst og partikelbundet N og P, for station DMU1009 i perioden 1989-2018 er vist på Figur 9-4. Data er præsenteret som et kassedigram (boksplo). Kassens øvre og nedre grænse viser øvre (75 %) og nedre (25 %) kvartil, og kassen deles af en streg ved medianen. De lodrette streger på hver side af kassen angiver de ydre værdier, mens yderpunkterne i målingerne (såkaldte outliers) vises som punkter.

De gennemsnitlige koncentrationer af total kvælstof (TN) og fosfor (TP) er sammenlignelige med landsgennemsnittet i 2006 for åbne havområder på ca. 200-400 µg/l for TN og ca. 20-40 µg/l for TP¹²⁹. I løbet af et år vil næringsstofkoncentrationen variere med de højeste værdier i slutningen af vinterperioden, hvor afstrømningen fra land har ført næringsstofferne ud i havmiljøet.

I takt med at lyset vender tilbage i starten af foråret, stiger produktionen af fytoplankton, den såkaldte forårsopblomstring som forbruger næringsstofferne til deres vækst. Dermed falder koncentrationen af kvælstof og fosfor i foråret, og vil forblive lav hen over sommermånederne, hvor vækst af fytoplankton er begrænset af mængden af næringsstoffer i vandet.

¹²⁹ Dahl, K. & Josefson, A.B. (red.) 2009: Marine områder 2007. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 113 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 707. <http://www.dmu.dk/Pub/FR707.pdf>

A Aalbæk Bugt - Dybde < 10 m**B Aalbæk Bugt - Dybde < 10 m**

Figur 9-4. Total kvælstof- (A, µg/l) og fosforkoncentration (B, µg/l) på station DMU1009 (Miljøstyrelsens station i Aalbæk Bugt) på dybder <10 meter. Kassens øvre og nedre grænse viser øvre (75 %) og nedre (25 %) kvartil, og kassen deles af en streg ved medianen. De lodrette streger på hver side af kassen angiver de ydre værdier, mens outliers vises som punkter.

Fytoplankton

Mængden af fytoplankton i vandet måles som klorofylindhold i vandet, da fytoplankton indeholder klorofyl, som gør dem i stand til at fotosyntetisere og bidrage til primærproduktionen i havets fødekæde. Koncentration af klorofyl (Chl a) på station DMU1009 har set for året 2018 ligget mellem 0,6 – 5,4 µg/l, med et årsgennemsnit på 3,17 µg/l. Koncentrationen af klorofyl var størst i september måned 2018 (5,4 µg/l) og lavest i august måned 2018 (0,6 µg/l).

Klorofylindholdet er ikke et mål for næringsstoffer i sig selv, men højt klorofylniveau indikerer eutrofiering. Når der er mange næringsstoffer i vandsøjlen, vil der være et højt indhold af hurtigt voksende fytoplankton og dermed en høj koncentration af klorofyl. Dermed stiger næringsbelastningen, også kaldet eutrofieringsgraden, i et område i takt med tilførslen af næringsstoffer og væksten af hurtigvoksende fytoplankton. Eutrofiering er en betegnelse for stigninger i tilførsel af næringsstoffer, primært kvælstof og fosfor, som fører til vækst af f.eks. fytoplankton i et givent vandområde.

9.2.2 Vandforekomster omfattet af vandplanlægning

EU's Vandrammedirektiv har til formål at beskytte og forbedre vandkvaliteten i vandløb og søer, overgangsvande (flodmundinger, laguner, etc.) kystvande samt grundvand i alle EU-lande. Vandrammedirektivet finder også anvendelse på overgangsvande og kystfarvande op til 1-sømilgrænsen med hensyn til økologisk tilstand og 12-sømilgrænsen (dvs. territorialfarvand) med hensyn til kemisk tilstand.

Vandområder

Havet ud til 1-sømile grænsen ved strækningen ved Skagen hører under vandområdedistrikt Jylland og Fyn, som er opdelt i forskellige hovedvandoplande og kystvandoplande. Strækningen ved Skagen hører under hovedvandopland 1.1 Nordlige Kattegat og Skagerrak, kystvando Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt (225), hvilket er nærmere beskrevet i Vandområdeplan for Jylland og Fyn 2015-21¹³⁰. Kortmateriale for vandområdeplanen fremgår af MiljøGIS¹³¹.

Økologisk tilstand

Miljømålet for vandområdet langs strækningen ved Skagen er god økologisk tilstand senest i 2021. Den økologiske tilstand i vandområdeplanerne beskrives ud fra tilstanden af kvalitetselementerne:

- Klorofyl (fytoplankton)
- Ålegræs
- Bundfauna beskrevet ved anvendelse af DKI (det danske bundfaunaindeks)

Hvert kvalitetselement kan opnå enten høj, god, moderat, ringe eller dårlig økologisk tilstand, og den samlede økologisk tilstand er målt ud fra det kvalitetselement med den laveste tilstand. Grænsen for god økologisk tilstand ligger ved overgangen fra moderat til god økologisk tilstand, der er fastsat for de enkelte vandområder i BEK 1001 af 29/06/2016¹³².

Kvalitetselementer til vurdering af økologisk tilstand

- Kvalitetselementet klorofyl (fytoplankton) er et mål for sammensætningen, tætheden og biomassen af fytoplankton i vandsøjlen, og dermed et mål for mængden af næringsstoffer i vandsøjlen. Når der er mange næringsstoffer i vandsøjlen, svarende til en høj eutrofieringsgrad, vil der være et højt indhold af hurtigt voksende fytoplankton og dermed en høj koncentration af klorofyl.
- Kvalitetselementet ålegræs vurderes ud fra dybdeudbredelsen for ålegræs, som i høj grad bestemmes af sigtddyben i vandsøjlen og dermed af eutrofieringsgraden, idet sigtddyben begrænses af mængden af fytoplankton.
- Kvalitetselementet bundfauna beskrevet ved anvendelse af DKI-metoden beskriver, hvordan tilstanden af bundfauna er i det pågældende område. DKI kan variere mellem 0, hvor der ikke er bundfauna til stede, og tæt på 1, hvor der er et højt antal af bundfaunaarter, herunder også arter, som er følsomme overfor eutrofiering.

Den samlede økologiske og kemiske tilstandsklasse for vandområdet Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt (225) langs strækningen ved Skagen fremgår af Figur 9-5. Den økologiske tilstand på strækningen er ringe, hvilket skyldes, at den økologiske tilstandsklasse for ålegræs er ringe. Dermed er dybdegrænsen for ålegræs lavere end grænsen på 9,0 meter for god økologisk tilstand, som er fastlagt for området i BEK 1001 af 29/06/2016¹³³. Som nærmere beskrevet i kapitel 13 *Marin bundfauna* er der ikke registreret ålegræs ved Skagen siden det landsdækkende udbrud af

¹³⁰ Miljø- og Fødevareministeriet, SVANA (2016). Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn

¹³¹ Miljø- og Fødevareministeriet, MiljøGIS for vandområdeplaner, <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandram-medirektiv2-bek-2019>

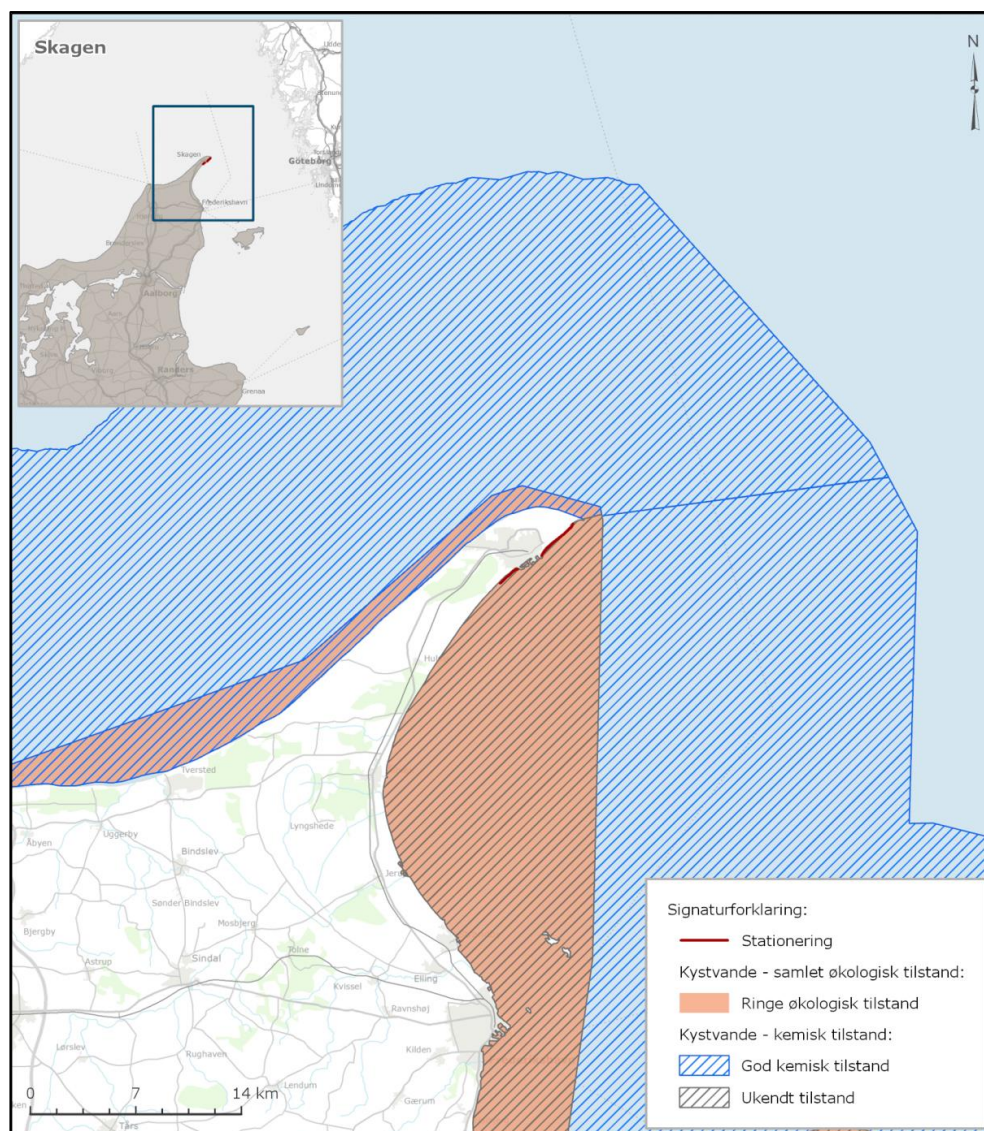
¹³² Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder, BEK nr 1001 af 29/06/2016, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=181970>

¹³³ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder, BEK nr. 1001 af 29/06/2016, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=181970>

ålegræssyge 1930'erne. Generelt er ålegræs stort set ikke vendt tilbage i det nordlige Kattegat efter sygdommen. Den økologiske tilstand for klorofyl er god, mens den økologiske tilstand for bundfauna er moderat.

Kemisk tilstand

Den kemiske tilstand af kystvande ud til 1-sømile grænsen, samt til 12-sømile grænsen (kemisk tilstand), inddeles i hhv. god, ikke god eller ukendt kemisk tilstand. I vurderingen af den kemiske tilstand indgår de såkaldte prioriterede stoffer. Prioriterede stoffer er i vandrammedirektivet defineret som stoffer, der udgør en særlig væsentlig risiko for vandmiljøet. I EU-regi er der i dag udvalgt 45 prioriterede stoffer. I vurderingen af den økologiske tilstand indgår øvrige miljøfarlige forurenede stoffer, som omfatter nationalt udvalgte stoffer.



Figur 9-5 Samlet økologisk tilstand (1 sømil) og kemisk tilstand (12 sømil) for kystvande i forhold til vandområdeplanen for Jylland og Fyn 2015-21 for strækningen ved Skagen. Baseret på MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-21, juni 2016¹³⁴.

¹³⁴ Miljø- og Fødevareministeriet, MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021, <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>

Det danske overvågningsprogram omfatter i overensstemmelse med vandrammedirektivet de prioriterede stoffer, der udledes i danske vandområder, samt øvrige miljøfarlige forurenende stoffer, der udledes i signifikante mængder. Et vandområde har god kemisk- og økologisk tilstand, når de målte stofkoncentrationer ikke overskrider de fastsatte miljøkvalitetskrav. Et miljøkvalitetskrav er den koncentration af et stof, som af hensyn til beskyttelsen af menneskers sundhed og miljøet, ikke må overskrides. For kystvande omfatter tilstand- og risikovurderingen miljøfarlige forurenende stoffer målt i sediment, muslinger og fisk¹³⁵.

Den kemiske tilstandsklasse for Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt (225) ud for strækningen ved Skagen ud til 1-sømile grænsen er ukendt, mens den kemiske tilstand fra 1-sømil ud til 12-sømile grænsen er god på baggrund af god kemisk tilstand for muslinger.

9.2.3 Vandforekomster omfattet af Danmarks Havstrategi

Formålet med EU's havstrategidirektiv fra 2008 er at sikre et godt havmiljø i Danmark og i Europa ved at opnå god miljøtilstand senest i 2020¹³⁶.

Gyldighed

Danmarks Havstrategi gælder for havområder fra tidevandsgrænsen og til 200-sømilegrænsen, og dækker derfor samtlige danske farvande (territorialfarvande og inden for EØZ'en). Havstrategiloven finder dog ikke anvendelse på havområder, der strækker sig ud til 1 sømil fra basislinjen (kystvande) i det omfang, de er omfattet af lov om vandplanlægning¹³⁷, og indsatser, der indgår i en vedtaget Natura 2000-plan efter miljømålsloven¹³⁸. En nærmere gennemgang af havstrategidirektivet og snitfladen til øvrig lovgivning fremgår af afsnit 6.1.12 *Lov om havstrategi* i Kapitel 6 om *Lovgivning og planlægning*.

Deskriptorer

Havstrategidirektivet beskriver 11 deskriptorer, der bruges til at opnå en god miljøtilstand for havmiljøet (Tabel 9-1). Deskriptorerne omfatter både receptorer og påvirkningskilder, der bruges til at klarlægge den menneskelige påvirkning af marine økosystemer. Kombinationen af årsag og effekt er beskrevet i mere generelle termer, og Havstrategidirektivet indeholder ikke klare kriterier til at definere en "god" miljøtilstand. EU-Kommissionen har derfor udarbejdet en liste med detaljerede kriterier og metodiske standarder, der kan hjælpe medlemsstater med at sikre deres arbejde med at opnå en god miljøtilstand, også kaldet GES¹³⁹ og ¹⁴⁰.

Havstrategidirektivet er implementeret i dansk lovgivning via Bekendtgørelse af lov om havstrategi¹⁴¹. Der er udarbejdet en basisanalyse i 2012 for den danske havstrategi, som beskriver miljøtilstanden og en definition af god miljøtilstand for hver deskriptor¹⁴². Basisanalysen er revideret i

¹³⁵ Basisanalyse for Vandområdeplaner 2015-2021. <https://mst.dk/media/118754/bilag-1-basisanalyse-19-2.pdf>

¹³⁶ Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2008/56/EF af 17. juni 2008 (Havstrategidirektivet), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0056>

¹³⁷ Lovbekendtgørelse nr. 126, (26/01/2017), »Bekendtgørelse af lov om vandplanlægning, nr. 126 af 26/01/2017,« 2017, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2017/126>.

¹³⁸ Lovbekendtgørelse nr. 119, (26/01/2017), »Bekendtgørelse af lov om miljømål m.v. for internationale naturbeskyttelsesområder (Miljømålsloven), nr. 119 af 26/01/2017,« 2017, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2017/119>.

¹³⁹ European Commission, Our Oceans, Seas and Coasts - Achieve Good Environmental Status, http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/index_en.htm

¹⁴⁰ Kommissionens afgørelse (EU) 2017/848. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/index_en.htm

¹⁴¹ Miljø- og Fødevarerministeriet, Bekendtgørelse af lov om havstrategi, LBK nr 1161 af 25/11/2019, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2019/1161>

¹⁴² Naturstyrelsen, Danmarks Havstrategi Basisanalyse, <https://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/Basisanalyse.pdf>

løbet af 2018, og første del er udkommet i april 2019¹⁴³. I henhold til artikel 17 skal der hvert sjette år udarbejdes en opdatering af havstrategierne, herunder basisanalysen, beskrivelsen af god miljøtilstand, overvågningsprogrammet og af de tiltag, der udføres.

Deskriptor	Beskrivelse af god miljøtilstand	Relevante tilstandskriterier	Nuværende miljøtilstand for farvandet Kattegat ¹⁴³
D1 Biodiversitet	Biodiversiteten opretholdes, og tætheden af arter svarer til de fremherskende fysiografiske, geografiske og klimatiske forhold.	- Dødelighed fra bifangst er under grænsen for trusler mod bestandsstørrelsen for hver art - Tæthed af populationer og populationens sammensætning påvirkes ikke negativt af menneskelige aktiviteter - Habitatets udbredelse og tilstand understøtter arternes behov i deres forskellige livsstadier	Kan ikke vurderes pga. manglende tærskelværdier for bl.a. fugle, fisk og pelagiske habitater, se a) nedenfor.
D2 Ikke-hjemmehørende arter	Ikke-hjemmehørende arter indført ved menneskelige aktiviteter ligger på niveauer, der ikke ændrer økosystemerne i negativ retning.	Antallet af nyligt indførte ikke-hjemmehørende arter via menneskelige aktiviteter minimeres og reduceres om muligt til ingen.	Kan ikke vurderes pga. manglende tærskelværdier.
D3 Erhvervs-mæssigt udnyttede fiskebestande	Populationerne af alle fiske- og skaldyrarter, der udnyttes erhvervsmæssigt, ligger inden for sikre biologiske grænser og udviser en alders- og størrelsesfordeling, der er betegnende for en sund bestand.	- Dødeligheden for populationer af kommercielle fiskearter ligger på eller under grænsen for maksimum sustainable yield (MSY)¹⁴⁴. - Gydebiomassen for kommercielle fiskearter er større end grænsen for produktion af MSY. - Alders- og størrelsesfordeling af individer indikerer en sund bestand med en stor andel af gamle/store individer	Ikke god
D4 Havets fødenet	Alle elementer i havets fødenet, i den udstrækning de er kendt, er til stede og forekommer med normal tæthed og diversitet og på niveauer, som er i stand til at sikre en langvarig artstæthed og opretholdelse af arternes fulde reproduktionsevne.	- Fødenettets artssammensætning og arternes udbredelse påvirkes ikke negativt af menneskelige aktiviteter - Tætheden af arter og størrelsesfordelingen af arter i fødenettet påvirkes ikke negativt af menneskelige aktiviteter - Fødenettets produktivitet påvirkes ikke negativt af menneskelige aktiviteter	Ikke god, afhængig af tilstand under deskriptor 1, se a) nedenfor.
D5 Eutrofiering	Menneskeskabt eutrofiering så vidt muligt er minimeret, navnlig de negative virkninger heraf, såsom tab af biodiversitet, forringelse af økosystemet, skadelige algeopblomstringer og iltmangel på havbunden.	- Næringsstofniveauer og klorofyll (Chl a) koncentrationer er ikke på niveauer, som indikerer eutrofiering - Algeopblomstringer er ikke på niveauer, som indikerer eutrofiering - Iltindholdet er ikke under koncentrationer, hvor bundfauna påvirkes negativt, som følge af eutrofiering	Ikke god, se b) nedenfor.
D6 Havbundens integritet	Havbundens integritet er på et niveau, der sikrer, at økosystemernes struktur og funktioner bevares, og at især benthiske økosystemer ikke påvirkes negativt.	Omfanget af habitattab som følge af menneskelig aktivitet, og graden af negative effekter herfra, overskrider ikke en given andel af den naturlige udbredelse af habitatet i det givne vurderingsområde	Kan ikke vurderes pga. manglende tærskelværdier. Herunder mangler der opgørelser af, hvilke fysiske forstyrrelser, der påvirker havbundens habitater negativt.
D7 Hydrografiske ændringer	Permanent ændring af de hydrografiske egenskaber påvirker ikke de marine økosystemer i negativ retning.	Rumlig udbredelse og fordeling af permanent ændring af hydrografiske forhold (f.eks. ændringer i bølgeaktivitet, strømme, salthol-	Kan ikke vurderes pga. manglende tærskelværdier.

¹⁴³ Miljø- og Fødevarerministeriet, Basisanalyse for Danmarks Havstrategi II, https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Natur/Havstrategi/HSII_foerste_del_-_endelig_udgave.pdf

¹⁴⁴ Maximum sustainable yield betegner den maksimale mængde fisk, der i gennemsnit kan fanges per år, hvis fiskeriet skal være bæredygtigt.

Deskriptor	Beskrivelse af god miljøtilstand	Relevante tilstandskriterier	Nuværende miljøtilstand for farvandet Kattegat ¹⁴³
		dighed, temperatur) på havbunden og i vandsøjlen, der især er forbundet med fysisk tab af den naturlige havbund	
D8 Forurenende stoffer	Koncentrationer af forurenende stoffer ligger på niveauer, der ikke medfører forureningsvirkninger.	- Koncentration af forurenende stoffer ligger ikke over fastlagte grænseværdier - Forurenende stoffers negative påvirkning af tilstanden af arter eller habitater minimeres og om muligt undgås helt.	Ikke god. Gælder specifikt for koncentrationer af PBDE og kviksølv samt i forhold til negative effekter af forurenende stoffer på arter.
D9 Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum	Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum overstiger ikke de niveauer, der er fastlagt i fællesskabslovgivningen eller andre relevante standarder.	Niveauer af forurenende stoffer i spiselige dele af marine fisk, skaldyr og planter som fanges eller dyrkes naturligt, overskrider ikke fastlagte grænseværdier	God økologisk tilstand er opnået for de fleste stoffer, på nær dioxin og PCB (hvilket primært relaterer sig til Østersøen)
D10 Marint affald	Egenskaberne ved og mængderne af affald i havet skader ikke kyst- og havmiljøet.	Sammensætningen, mængden og udbredelsen af marint affald, herunder mikroaffald, ligger på en grænse, som ikke udgør en skade for det kystnære og marine miljø	Kan ikke vurderes pga. manglende tærskelværdier.
D11 Undervandsstøj	Indførelsen af energi, herunder undervandsstøj, befinder sig på et niveau, der ikke påvirker havmiljøet i negativ retning.	Udbredelse i tid og sted samt lyd-niveau for menneskabte impulsløde, samt kontinuert lavfrekvent støj, overskrider ikke grænser, som påvirker marine dyr på populationsniveau.	Kan ikke vurderes pga. manglende tærskelværdier.

a) For Nordsøregionen (inkl. Kattegat): Marsvin og spættet sæl vurderes at være i gunstig bevaringsstatus, mens bevaringsstatus for gråsæl er ugunstig. Tærskelværdier mangler for biodiversitet for fugle og fisk.

b) For Kattegat: HELCOMs samlede vurdering viser, at der er dårlig tilstand i de danske åbne havområder i Kattegat. Kattegat er dog et af de danske havområder, der er tættest på at være i god tilstand. For de enkelte kriterier er opnået god miljøtilstand i Kattegat for total kvælstof, klorofyl a og sigtddybde. Områder indenfor en sømil varetages af vandrammedirektivet, og her er tilstanden ringe for Kattegat ud for strækningen ved Skagen, som beskrevet i afsnit 9.2.2 om vandområdeplaner.

Tabel 9-1. Beskrivelse af deskriptorer i Danmarks Havstrategi samt kriterier for opnåelse af god miljøtilstand og den nuværende miljøtilstand for de enkelte deskriptorer baseret på udkast til Basisanalyse for Danmarks Havstrategi II¹⁴⁵.

Samlet set definerer den danske havstrategi miljøtilstanden i Kattegat som ikke-god og de mest signifikante menneskeskabte belastninger relaterer sig til eutrofiering, forurenende stoffer, ikke-hjemmehørende arter og støj¹⁴⁵.

9.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke realiseres. Ved 0-alternativet forventes ingen påvirkninger af strømningsforhold, eller vandområder omfattet af vandplanlægning og Danmarks Havstrategi på strækningen ved Skagen, som ikke allerede sker.

9.4 Vurdering af påvirkninger

Den planlagte kystbeskyttelse kan potentielt medføre påvirkninger af følgende:

- Vandkvalitet
- Vandforekomster omfattet af vandplanlægning
- Vandforekomster omfatter af Danmarks Havstrategi

Vurderingerne er foretaget for scenarier, hvor sandfodringen kan foregå som strandfodring eller kystnær fodring i form af rainbowing eller klappning. Sandfodringen ved Skagen er planlagt til at

¹⁴⁵ Miljø- og Fødevarerministeriet, Basisanalyse for Danmarks Havstrategi II, https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Natur/Havstrategi/HSII_foerste_del_-_endelig_udgave.pdf

foregå langs kysten nord og syd for Skagen som kampagner i op til fire år ud af den femårige periode eller som en samlet kampagne i ét år for perioden 2020-24, som beskrevet i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3.

9.4.1

Vandkvalitet

Sandfodringens potentielle påvirkning af vandkvaliteten består i ændring af indholdet af næringsstoffer og fytoplankton i vandsøjlen.

Næringsstoffer

Ved sandfodring kan der potentielt tilføres næringsstoffer med fodringssandet. Desuden kan udledning af kvælstofholdige gasser (NO_x) fra skibes og maskiners udstødning også potentielt påvirke indholdet af næringsstoffer.

Som beskrevet i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3 er fodringssandet rent sand med et lavt indhold af organisk stof, og bidraget af næringsstoffer fra selve fodringssandet ved enten klapning, rainbowing eller strandfodring vurderes derfor at være ubetydeligt i forhold til bidraget fra afstrømningen fra land, som er den største kilde til udledning af næringsstoffer til havmiljøet. I indvindings-tilladelsen for Skagens Rev¹⁴⁶, beskrives sedimentet i ansøgningsområdet som *"rent, med et lavt indhold af organisk stof og det formodes derfor, at koncentrationerne af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer svarer til det naturlige baggrundsniveau. Påvirkningen af vandkvaliteten, som følge af sedimentspild vurderes generelt lav, lokal og i en kortvarig periode og samlet set af ubetydelig negativ grad."*

Udledning af NO_x fra skibe og maskiner i forbindelse med kystbeskyttelse kan afsættes som deposition på havoverfladen. I kapitel 10 *Luft* er den maksimalt kumulerede kvælstofdeposition for kystbeskyttelsen angivet til at være op til 0,5 kg N/ha/år. Den gennemsnitlige kvælstofdepositionen til de danske farvande er på ca. 6,9 kg N/ha/år (beregnet for 2016)¹⁴⁷, og projektet bidrager dermed med ca 7% i forhold til baggrundsbelastningen.

Bidraget af næringsstoffer fra skibe og maskiners udstødning af NO_x vurderes derfor at være ubetydeligt i forhold til bidraget fra afstrømningen fra land, som er den største kilde til udledning af næringsstoffer til havmiljøet med en belastning af kvælstof fra land til vandområde 225 ved Skagen på over 1000 tons N/år jf. basislinjen fra 2012¹⁴⁸.

Samlet vurdering: Sandsynligheden, for at sandfodringen vil påvirke indholdet af næringsstoffer, er stor, da sandfodringen med sikkerhed vil foregå. Sandfodringen vil påvirke indholdet af næringsstoffer i vandsøjlen lokalt, da fodringen foregår på en kort strækning ved Skagen. Varigheden af påvirkningen fra sandfodringen vil være lang, da der løbende sandfodres langs strækningen, hvor næringsstofferne vil indgå i det marine økosystem. Påvirkningsgraden vil dog være meget lille, da fodringssandet består af rent, veliltet sand med et lavt indhold af organisk stof, og da kvælstofdepositionen på vandoverfladen fra skibe og maskiner er ubetydelig. Konsekvensen for indholdet af næringsstoffer i vandsøjlen ved sandfodring vurderes derfor samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på indholdet af næringsstoffer i vandsøjlen.

¹⁴⁶ Tilladelse til indvinding af råstoffer i område 558-DA Skagen Rev, 5. juli 2018. <https://mst.dk/media/150784/tilladelse.pdf>

¹⁴⁷ Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, nr. 264, 2018, Atmosfærisk deposition 2016, NOVANA.

¹⁴⁸ Miljø- og Fødevareministeriet, SVANA, 2016. Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn <https://mst.dk/media/122170/revideret-jylland-fyn-d-28062016.pdf>

Fytoplankton

I forbindelse med sandfodring kan sedimentfaner med høje koncentrationer af suspenderet stof potentielt påvirke lysnedtrængning i vandsøjlen, og dermed påvirke lystilgængeligheden for fytoplankton, som kan føre til en reduktion af primærproduktionen. Omvendt kan en forøgelse af næringsstoffer i vandsøjlen føre til en øget forekomst af fytoplankton.

Som beskrevet i foregående afsnit om næringsstoffer vurderes, at sandfodringen kun vil føre til ingen eller en ubetydelig øgning af havvandets indhold af næringsstoffer, som derfor heller ikke vurderes at have betydning for mængden af fytoplankton.

Den langsgående nettosandtransport ved Skagen er begrænset sammenlignet med sandtransporten på Vestkysten, og ligger mellem 0 – 4.000 m³ årligt i sydgående retning og 800 – 41.600 m³ årligt i nordgående retning. Under eksisterende forhold kan der i perioder være høje koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen i forbindelse med storme (67 mg/l), mens den typiske naturlige middelkoncentration (baggrundskoncentration) af suspenderet sediment ved Skagen kystnært anslås til at være ca. 0-7 mg/l (se Tabel 8-5 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*).

Modellering af spredning af suspenderet sediment fra rainbowing og klapning ved Skagen viser at sedimentfanens udbredelse sker langs med kysten, enten mod nord eller syd alt efter strømrretningen, og primært vil forekomme inden for otte meter dybdekurven (se kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Varigheden af udbredelsen for koncentrationer af suspenderet sediment på 10 mg/l i vandsøjlen i forbindelse med sandfodring er modelleret til at være maksimalt otte døgn ud af de 33 døgn, hvor der kystnær fodres (se Tabel 8-8 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Dermed vil en eventuel lysbegrænsning af fytoplankton som følge af suspenderet sediment i vandsøjlen forekomme lokalt og i få døgn, hvilket vil være ubetydeligt for primærproduktionen langs strækningen ved Skagen.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at sandfodring vil påvirke mængden af fytoplankton i vandsøjlen er lille, da sandfodringen ikke vil påvirke indholdet af næringsstoffer væsentligt. Påvirkningen af fytoplankton i vandsøjlen som følge af tilførsel af næringsstoffer og ændring af lysgennemtrængning ved sandfodring vil ske lokalt, da fodringen foregår på en kort strækning ved Skagen. Varigheden af påvirkningen er lang, da der løbende foretages sandfodring langs strækningen, og bidraget af næringsstoffer vil indgå i det marine økosystem. Graden af påvirkning af indholdet af fytoplankton i vandsøjlen vil være meget lille, da hverken indholdet af næringsstoffer eller lystilgængeligheden på sigt vurderes at blive mærkbart ændret som følge af sandfodringen. Konsekvensen som følge af sandfodring vurderes dermed samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på indholdet af fytoplankton i vandsøjlen.

9.4.2 Vandforekomster omfattet af vandplanlægning

Ved den planlagte kystbeskyttelse kan der potentielt ske en påvirkning af klorofyl (fytoplankton) og bundfauna i kystvand Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt (225) ud for Skagen, der har betydning for om der opnås god økologisk og kemisk tilstand. Påvirkning af klorofyl (fytoplankton) og bundfauna er også vurderet under hhv. vandkvalitet i afsnittet ovenfor og i kapitel 13 *Marin bundfauna*.

Vurdering af påvirkning af kystvandets økologiske tilstand

Påvirkningen af den samlede økologiske tilstand vurderes på baggrund af påvirkningerne på kvalitetselementerne klorofyl (fytoplankton) og bundfauna.

Klorofyl (Fytoplankton)

Påvirkningen af kvalitetselementet klorofyl (fytoplankton) er enslydende med vurderingen for fytoplankton foretaget for vandkvalitet i afsnit 9.4.1. Afstrømning fra land er ubetinget den største kilde til udledning af næringsstoffer til havmiljøet, og dermed til produktion af fytoplankton i de kystnære områder, herunder også ved strækningen ved Skagen.

Da påvirkningen af fytoplankton er vurderet som ubetydelig i ovenstående afsnit om vandkvalitet, vurderes det ligeledes, at påvirkningen af kvalitetselementet klorofyl (fytoplankton) for Vandområdeplaner er ubetydelig, da sandfodringen hverken vil føre til en højere eller lavere forekomst af fytoplankton i havvandet. Den planlagte kystbeskyttelse vil derfor heller ikke påvirke muligheden for at bevare eller opnå god økologisk tilstand for klorofyl (fytoplankton) i vandområdet ved Skagen.

Bundfauna

Som nærmere beskrevet i kapitel 13 *Marin bundfauna* er det vurderet, at den planlagte sandfodring ikke vil resultere i væsentlige påvirkninger af bundfaunaen ved Skagen, der betegnes som et Venussamfund, og at konsekvensen af sandfodring derfor er begrænset for bundfaunaen både for årlige kampanjer eller én samlet kampagne i perioden 2020-24. Opnåelse af god miljøtilstand for bundfauna er i høj grad betinget af iltforholdene på havbunden. Eutrofiering kan føre til høj forekomst af fytoplankton, som efterfølgende kan give et stort iltforbrug og risiko for iltvind ved havbunden, når fytoplankton sedimenterer og nedbrydes. Igen er det afstrømningen af næringsrigt overfladevand fra land, som er mest betydende for tilstanden af bundfaunasamfundet.

Kystnær fodring ved Skagen foregår fra otte meter dybdekurven og indtil 150 meter landværts for fem meter dybdekurven, som beskrevet i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3. Zonen betegnes som påvirkningszonen. Ved fodring med 60.000 m³ sand vil 2 % af påvirkningszonen blive dækket med sand én gang i perioden, ved fodringer hvert andet år med 120.000 m³ tildækkes 5 % af påvirkningszonen, og ved én kampagne i perioden med 300.000 m³ tildækkes 12 % af påvirkningszonen (se kapitel 13 *Marin bundfauna*). Samtidig er habitattabet midlertidigt, og udgør en ubetydelig del af Venussamfundets udbredelse, og rekolonisering kan starte så snart sandfodringen er færdig. Som beskrevet i kapitel 13 om *Marin bundfauna* vil de hurtigvoksende arter kunne være genetablerede inden for et år efter sandfodringen, mens genetableringstiden for de længere levende arter såsom muslinger og sømus er på 2-5 år¹⁴⁹. På baggrund af det begrænsede habitattab samt genetableringstiden vurderes påvirkningen at være ubetydelig for bundfauna på strækningen ved Skagen og for Venussamfundet som helhed.

Forøgelsen af suspenderet sediment i vandsøjlen ved sandfodring i form af kystnær fodring og strandfodring vurderes ikke at begrænse bundfaunaen (se kapitel 13 *Marin bundfauna*). Som beskrevet i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation* kan der naturligt forekomme koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen på 0-7 mg/l samt op til 67 mg/l i perioder med storm. Modelscenarier for koncentrationer af suspenderet stof som følge af sandfodring viser, at varigheden for hhv. 10 mg/l og 50 mg/l er på maksimalt otte og syv døgn i stille vejr (se Tabel 8-8, hvilket vurderes at være ubetydeligt for den marine bundfauna ved Skagen. Samtidig vurderes substratændringer i forbindelse med sandfodring også at være uden betydning for bundfauna, da fodringssandet ikke afviger væsentligt fra sedimentet i påvirkningszonerne (se kapitel 13 *Marin bundfauna*).

¹⁴⁹ Essink. (1999). Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. Journal of Coastal Conservation 5: 69-80.

Ud fra de begrænsede påvirkninger, der er beskrevet for fytoplankton i afsnit 9.4.1 og 9.4.2 og for bundfaunaen i kapitel 13 *Marin bundfauna*, vurderes det derfor her, at sandfodringen ikke vil påvirke muligheden for at bevare eller opnå god økologisk tilstand på strækningen ved Skagen.

Ålegræs

Som nærmere beskrevet i kapitel 13 *Marin bundfauna* er der ikke registreret ålegræs ved Skagen siden det landsdækkende udbrud af ålegræssyge 1930'erne. Arten er generelt fraværende i stort set hele det nordlige Kattegat. Det vurderes at de helt lokale påvirkninger fra sandfodring omkring Skagen i form af sedimentspredning og aflejring af sediment ikke udgør en væsentlig påvirkning af muligheden for genindvandring af ålegræs i vandområdet og dermed muligheden for at opnå god økologisk tilstand for ålegræs i kystvand Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt (225) ud for Skagen.

Samlet vurdering: Der er en meget lille sandsynlighed for, at sandfodringen vil påvirke muligheden for at opnå god økologisk tilstand. Påvirkningen fra sandfodringen vil være af lokal udbredelse, da sandfodringen foregår på en kort strækning ved Skagen. Varigheden af påvirkningen er lang, da der løbende sandfodres på strækningen, og bidraget af næringsstoffer vil indgå i det marine økosystem, ligesom genetableringstiden for de længere levende arter af bundfauna er 3-5 år. Påvirkningsgraden vurderes imidlertid som meget lille, da der ikke vurderes at være væsentlige påvirkninger fra sandfodring på fytoplankton eller bundfauna. Konsekvensen af sandfodring vurderes på baggrund af ovenstående at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på muligheden for at opnå god økologisk tilstand for kystvandene langs strækningen.

Vurdering af påvirkningen af kystvandets kemiske tilstand

Spredning af forurenende stoffer i form af miljøfremmede stoffer i forbindelse med sandfodring er meget usandsynlig. Det skyldes, at sand til sandfodring primært stammer fra sandindvindingsområder. I forbindelse med indvindingstilladelsen for Skagens Rev, hvor fodringssandet ved Skagen stammer fra, har Miljøstyrelsen vurderet, at der er tale om rene materialer¹⁵⁰. Da påvirkning fra miljøfremmede stoffer dermed ikke er sandsynlig, vil sandfodringen heller ikke påvirke den kemiske tilstand indenfor 12 sømil-zonen langs strækningen ved Skagen.

9.4.3

Vandforekomster omfattet af Danmarks Havstrategi

Den planlagte kystbeskyttelse i form af sandfodring kan påvirke en række af de deskriptorer, der indgår i Havstrategien. Det vil især være fysisk forstyrrelse af havbunden (indbygning af sand), suspenderet sediment, sedimentation på havbunden og tilstedeværelse af skibe, der potentielt kan medføre en påvirkning af deskriptorerne, som er opført i Tabel 9-2.

Deskriptor	Fysisk forstyrrelse af havbunden	Suspenderet sediment	Sedimentation på havbunden	Tilstedeværelse af skibe
D1 Biodiversitet	x	x	x	x
D2 Ikkehjemmehørende arter				x
D3 Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande	x	x	x	x
D4 Fødenet	x	x	x	x
D5 Eutrofiering	x	x	x	
D6 Havbundsintegritet	x	x	x	
D7 Hydrografiske ændringer		x		

¹⁵⁰ Miljø- og Fødevarerministeriet, Tilladelse til indvinding af råstoffer i område 558-DA Skagen Rev, 5. juli 2018.
<https://mst.dk/media/150784/tilladelse.pdf>

Deskriptor	Fysisk forstyrrelse af havbunden	Suspenderet sediment	Sedimentation på havbunden	Tilstedeværelse af skibe
D8 Forurenende stoffer	x	x	x	
D9 forurenende stoffer i fisk og skaldyr	x	x	x	
D10 Marint affald				x
D11 Energi og støj				x

Tabel 9-2. Mulige påvirkninger fra sandfodring på havstrategidirektivets deskriptorer.

Flere af deskriptorerne vurderes også i andre afsnit og kapitler, herunder vandkvalitet (afsnit 9.4.1), *Marin bundfauna* (kapitel 13), *Fisk* (kapitel 14), *Havpattedyr*, *havfugle*, *marine beskyttede områder* og *marine bilag IV-arter* (kapitel 15). Beskrivelserne herunder er derfor til dels baseret herpå og vurderingerne gælder for både kampagner hvert andet år med 120.000 m³ og én fodring i perioden med 60.000 m³ samt for én samlet kampagne med 300.000 m³ i perioden 2020-24.

D1 Biodiversitet, D4 Fødenet og D6 havbundsintegritet

Deskriptorerne D1 biodiversitet, D4 fødenet og D6 havbundsintegritet knytter sig alle til biologisk diversitet i havmiljøet, herunder fordelingen af arter og artsrigdommen. De beskrives derfor samlet.

Målene for at opnå en god miljøtilstand for de tre deskriptorer er overordnet set at opretholde den biologiske diversitet, arterne, populationen og habitatniveauerne, samt at sikre, at økosystemernes strukturer og funktioner bevares. Den fysiske forstyrrelse af havbunden, suspenderet sediment og sedimentation på havbunden ved sandfodring er beskrevet og vurderet i forhold til vandkvalitet (afsnit 9.4.1), *Marin bundfauna* (kapitel 13), *Fisk* (kapitel 14) samt *Havpattedyr*, *havfugle*, *marine beskyttede områder* og *bilag IV-arter* (kapitel 15).

Vurderingerne viser, at fysisk forstyrrelse af havbunden ikke medfører væsentlig påvirkning af vandkvaliteten, bundfauna, fisk samt havpattedyr og havfugle.

Fysisk forstyrrelse af havbunden samt habitattab i forhold til deskriptor 6, havbundsintegritet, vurderes ikke at være væsentlig. Det skyldes at der ikke er tale om et permanent tab af havbund i påvirkningszonen ved sandfodring, som beskrevet for bundfauna ovenfor, samt at sandfodringen foregår i et dynamisk system, hvor havbunden naturligt omlejres ved strøm og bølgeaktiviteter, og hvor der naturligt forekommer en kystnær transport af sand. Som vist i Tabel 13-5 i kapitel 13 om *Marin bundfauna* vil der være tale om en direkte overdækning af op til 12 % af påvirkningszonen, når der foretages kystnær fodring. Habitattabet i forbindelse hermed er ikke permanent, da der sker en genindvandring af bundfauna efter fodringen. Som beskrevet i *Væsentlighedsvurderingen* i bilag 9 vil der heller ikke ske påvirkninger fra fysiske forstyrrelse af havbunden eller tab af habitat i de marine habitatnaturtyper i Natura 2000-områderne omkring strækningen ved Skagen.

For suspenderet sediment og sedimentation heraf, viser vurderingerne for vandkvaliteten, bundfauna, fisk samt havpattedyr og havfugle ligeledes at sandfodring ikke vil medføre væsentlig påvirkning, da koncentrationerne af suspenderet sediment ligger indenfor de naturligt forekomende koncentrationer på strækningen ved Skagen (0-7 mg/l, og op til 67 mg/l i forbindelse med storme, se Tabel 8-5 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Samtidig vil varigheden af koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen på 10 mg/l i forbindelse med kystnær fodring være på maksimalt otte døgn ud af de 33 døgn, hvor der fodres, hvilket vurderes at

være ubetydeligt for den marine fauna ved Skagen. Sedimentationen er desuden maksimalt ti centimeter, hvilket er lavere end de naturlige bundændringer på strækningen, som kan være op til 20 cm og op til 60 cm i forbindelse med en storm (se afsnit 8.2.4 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*).

Eftersom påvirkningen på de enkelte trofiske¹⁵¹ niveauer i havets fødenet kun påvirkes i lille grad og på lokalt niveau, vurderes det, at påvirkningen af selve fødenettet eller biodiversiteten i det kystnære miljø langs strækningen heller ikke vil blive påvirket i højere grad af de nævnte faktorer. Der vil ikke være påvirkninger på marine habitatnaturtyper ved sandfodring, eller ske et permanent tab af havbund ved sandfodring og samlet vurderes det derfor at havbundens integritet ikke vil påvirkes.

Påvirkninger fra visuel forstyrrelse, luftbåren støj og undervandsstøj i forbindelse med aktiviteterne er beskrevet og vurderet i kapitel 14 *Fisk* og 15 *Havpattedyr, havfugle, marine beskyttede områder og bilag IV-arter*. Vurderingerne viser, at tilstedeværelsen af skibe udgør en lille og lokal påvirkning for fisk, havpattedyr eller havfugle. For undervandsstøj er det vurderet, at grænserne for midlertidig eller permanent høreskade hos fisk ikke overskrides, og det samme gør sig gældende for havpattedyr, når det antages, at de ikke bliver i området under støjpåvirkningen, men svømmer væk fra støjpåvirkningen.

Sandfodring vurderes derfor på baggrund af ovenstående ikke at påvirke målet om opnåelse af god miljøtilstand for deskriptorerne D1, D4 og D6.

D2 Ikkehjemmehørende arter

Risiko for indførsel af ikkehjemmehørende arter (invasive arter) med sandfodringsskibenes ballastvand anses for usandsynlig. Ved sandfodring foregår sejladsen primært mellem indvindingsområderne og kyststrækningerne, hvor der sandfodres, og medfører derfor ikke risiko for indførsel af invasive arter.

Risikoen opstår kun, hvis de skibe, der anvendes til sandfodringen, har opholdt sig i andre dele af verden, og dermed kan risikere at have invasive arter i deres ballastvand eller som fastsiddende planter og dyr (skibsbegrøning) på skibenes yderside. I forhold til ballastvand er skibene omfattet af Ballastvandkonventionen¹⁵², der har til formål at forhindre spredningen af skadelige havorganismer fra en region til en anden ved at etablere standarder og procedurer til håndtering og kontrol af skibes ballastvand og sedimenter. Konventionen kræver bl.a., at skibe skal have en plan for håndtering af ballastvand og implementere planen efter den er godkendt af myndighederne. Skibene skal føre en fortegnelse over ballastvand, hvor det registreres, når ballastvand tages om bord, cirkuleres eller behandles i forbindelse med håndtering, samt når det udledes til havet.

I forhold til skibsbegrøning, har IMO udstedt en række ikke-bindende dokumenter (guidelines), i et forsøg på at nedbringe risikoen for overførsel af invasive arter via skibsbegrøning¹⁵³.

På baggrund heraf vurderes risikoen for indførsel af invasive arter i forbindelse med sandfodring at være ubetydelig og dermed ikke at påvirke målet om opnåelse af god miljøtilstand for deskriptor D2.

¹⁵¹ Organismer på samme trin i en fødekæde tilhører det samme trofiske niveau, Fødekæden planter – planteædere – rovdyr udgør tre trofiske niveauer.

¹⁵² IMO. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM).

¹⁵³ IMO International Maritime Organization. Resolution MEPC.207(62) 2011. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Biofouling/Pages/default.aspx>

D3 Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande

Målene for en god miljøtilstand for D3 Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande er at holde gydebiomassen på et bæredygtigt niveau¹⁵⁴ og at kommercielt fiskeri skal udføres efter princippet om maksimalt bæredygtigt udbytte.

Påvirkningerne af bundfauna og fisk fra fysiske forstyrrelser af havbunden, suspenderet sediment, sedimentation og undervandsstøj er allerede vurderet under den kombinerede vurdering af påvirkningerne af deskriptorerne D1 biodiversitet, D4 fødenet og D6 havbundsintegritet, hvor potentielle påvirkninger vurderes at være uden betydning for at kunne opnå de fastsatte miljømål. Derfor vurderes det heller ikke her, at sandfodring vil påvirke målene om opnåelse af god miljøtilstand for D3 kommercielle fisk og skaldyr.

D5 Eutrofiering

Miljømålet for D5 Eutrofiering er, at mængderne af næringsstoffer i vandsøjlen i åbne, danske farvande skal svare til de accepterede koncentrationer af næringsstoffer, som er defineret i Vandrammedirektivet¹⁵⁴.

Som beskrevet i afsnit 9.4.1 om vandkvalitet og afsnit 9.4.2 om vandområdeplaner vil der ikke ske påvirkninger af vandkvaliteten i form af frigivelse af næringsstoffer fra fodringssandet, da det vurderes at bestå af rent sand med et lavt indhold af organisk stof. Derfor vurderes sandfodring heller ikke her at påvirke målene om opnåelse af god miljøtilstand for D5 Eutrofiering.

D7 Hydrografiske ændringer

Deskriptoren D7 hydrografiske ændringer omfatter fysiske parametre så som temperatur, saltholdighed, turbiditet¹⁵⁵, strømforhold og bølgepåvirkning, og omhandler permanente ændringer i de hydrografiske forhold med fokus på ændringer i vandsøjlen, ved havbunden og bentiske habitat-typer. Målene for god miljøtilstand for D7 hydrografiske ændringer, er at sikre, at en permanent ændring af hydrografiske forhold ikke har en negativ effekt på økosystemer i havet.

Sandfodringen vil, som tidligere beskrevet i afsnit 9.4.1 og 9.4.2, ikke påvirke vandets turbiditet, eller klarhed, i form af suspenderet sediment, da koncentrationerne som følge af sandfodring ikke adskiller sig væsentligt fra naturligt forekommende koncentrationer. Desuden er forekomsten af suspenderet sediment på grund af sandfodring kortvarig og lokal.

Permanente ændringer af de hydrografiske egenskaber omfatter fysisk tab af habitat, som kan påvirke de marine økosystemer i negativ retning. Det fysiske tab af habitat fra den planlagte sandfodring vil være lokal og af kort varighed, og grundet indvirkning fra de naturlige strøm- og sedimentforhold vurderes ændringen af havbunden at være midlertidig. Som vist i Tabel 13-5 i kapitel 13 *Marin bundfauna* vil der være tale om en direkte overdækning af op til 12 % af påvirkningszonen, når der foretages kystnær fodring. Habitattabet i forbindelse hermed er ikke permanent, da der sker en genindvandring af bundfauna efter fodringen. Som beskrevet i kapitel 13 *Marin bundfauna* vil sandfodringen ikke føre til væsentlige påvirkninger af den marine bundfauna, da det maksimalt er 12 % af påvirkningszonen som tildækkes med sand, og aktiviteten resulterer ikke i fysiske tab af havbund, men i stedet en fysisk forstyrrelse. Desuden vurderes de marine habitat-typer i Natura 2000-områder ved Skagen ikke at blive påvirket af fysisk forstyrrelse eller habitattab i forbindelse med sandfodring, som beskrevet i *Væsentlighedsvurderingen* i bilag 9.

¹⁵⁴ Naturstyrelsen, 2012b. Danmarks Havstrategi, Miljømålsrapport

¹⁵⁵ Turbiditet er et udtryk for vandets uklarhed, som hænger sammen med mængden af partikler i vandet, herunder suspenderet sediment.

Potentielle påvirkninger fra sandfodring på deskriptor D7 vurderes kun at forekomme i meget lille grad og lokalt, og være kortvarige og ubetydelige set i forhold til de naturligt dynamiske forhold på lokaliteten grundet strøm- og bølgeforhold, som hurtigt vil eliminere en eventuel lokal påvirkning af den hydrografiske tilstand.

På grundlag af ovenstående vurderes det, at sandfodring ikke vil påvirke målene om opnåelse af god miljøtilstand for D7 Hydrografiske tilstand.

D8 Forurenende stoffer og D9 Forurenende stoffer i fisk og skaldyr

Spredningen af forurenende stoffer i form af miljøfarlige stoffer i forbindelse med sandfodringen er meget usandsynlig. Det skyldes, at materialer til sandfodring primært stammer fra sandindvindingsområder. I forbindelse med tilladelser til anvendelse af sand fra områderne har Miljøstyrelsen vurderet, at der er tale om rene materialer. Påvirkning fra miljøfremmede stoffer og forurenende stoffer i fisk og skaldyr som følge af sandfodring vurderes derfor ikke at påvirke målene om opnåelse af god miljøtilstand for deskriptorerne D8 og D9.

D10 Marint affald

Påvirkninger fra marint affald i forbindelse med sandfodring er meget usandsynlige. Affald som vil blive genereret ombord på skibene, der deltager i sandfodringen, vil blive håndteret i overensstemmelse med gældende nationale og internationale regulativer og standarder, herunder bekendtgørelse om udtømning af affald fra skibe og platforme¹⁵⁶. På baggrund af ovenstående vurderes påvirkning fra marint affald som følge af sandfodring derfor ikke at påvirke målet om opnåelse af god miljøtilstand for deskriptor D10.

D11 Energi og støj

Påvirkninger fra undervandsstøj i forbindelse med sandfodring er beskrevet og vurderet i kapitel 14 *Fisk* og kapitel 15 *Havpattedyr, havfugle, marine beskyttede områder og bilag IV-arter*. Vurderingerne viser som nævnt under D1, D4 og D6 ovenfor, at undervandsstøj ikke vil udgøre en væsentlig påvirkning for fisk eller havpattedyr. På baggrund heraf vurderes det at målene om opnåelse af god miljøtilstand for D10 energi og støj ikke vil blive påvirket af sandfodringen.

Samlet vurdering for Danmark Havstrategi

Sandsynligheden for at sandfodring vil påvirke muligheden for at opnå god miljøtilstand for kystvandene langs strækningen ved Skagen vurderes samlet set som lille. Det skyldes at påvirkningerne fra sandfodringen på de enkelte deskriptorer vurderes at være ubetydelige til begrænsede. Påvirkningen vil være af lokal udbredelse, da der sandfodres på en kort strækning ved Skagen. Påvirkningsgraden vurderes som meget lille til lille da det vurderes, at der ikke vil være væsentlige påvirkninger af de enkelte trofiske niveauer i den marine fødekæde, at der ikke vil ske væsentlige ændringer af vandkvaliteten, og at der ikke vil forekomme permanente tab af havbund. Varigheden af påvirkningen vil være lang, hvilket bl.a. skyldes at genetableringstiden for bundfauna er 3-5 år. Konsekvensen af sandfodring for opnåelse af god økologisk tilstand for de enkelte deskriptorer vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig til begrænset, og sandfodring langs strækningen ved Skagen vil ikke påvirke muligheden for at opnå målene om god miljøtilstand for Havstrategiens deskriptorer.

9.5

Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af vandkvalitet, vandområdeplaner og havstrategiinteresser.

¹⁵⁶ Miljø- og Fødevarerministeriet, Bekendtgørelse om udtømning af affald fra skibe og platforme, BEK nr. 537 af 22/05/2017, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=190203>

9.6 Kumulative effekter

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter, hvis aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter i forhold til vandkvalitet, vandområdeplaner eller havstrategiinteresser i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte Etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM for Etape 3 udvidelsen¹⁵⁷ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment udenfor havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og kystfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset¹⁵⁸ og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i bilag 4 om *sedimentation, hydraulik og morfologi*. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter vandkvalitet, vandområdeplaner eller havstrategiinteresser i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

9.7 Sammenfattende vurdering

Sammenfattende vurderes det at kystbeskyttelse i form af kystnær fodring og strandfodring ikke vil føre til væsentlige påvirkninger af vandkvalitet, vandområder omfattet af vandplanlægning eller af Danmarks Havstrategi langs strækningen ved Skagen.

Konsekvensen for indholdet af næringsstoffer i vandsøjlen ved sandfodring vurderes at være ubetydelig, da fodringssandet består af rent, veliltet sand med et lavt indhold af organisk stof, og da kvælstofdepositionen på vandoverfladen fra skibe og maskiner er ubetydelig.

Konsekvensen for fytoplankton i vandsøjlen som følge af tilførsel af næringsstoffer og ændring af lysgennemtrængning ved sandfodring vurderes at være ubetydelig, da indholdet af fytoplankton i vandsøjlen vil være meget lille, da hverken indholdet af næringsstoffer eller lystilgængeligheden på sigt vurderes at blive mærkbart ændret som følge af sandfodringen.

Konsekvensen af sandfodring for opnåelse af god miljøtilstand for de enkelte deskriptorer i Danmarks Havstrategi vurderes at være ubetydelig til begrænset, da det vurderes, at der ikke vil være væsentlige påvirkninger af de enkelte trofiske niveauer i den marine fødekæde, at der ikke vil ske væsentlige ændringer af vandkvaliteten, og at der ikke vil forekomme permanente tab af havbund. Konsekvensen af sandfodring for opnåelse af god miljøtilstand for de enkelte deskriptorer vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig til begrænset, og sandfodring langs strækningen ved Skagen vil ikke påvirke muligheden for at opnå målene om god miljøtilstand for Havstrategiens deskriptorer.

¹⁵⁷ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

¹⁵⁸ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til vandkvalitet, vandområdeplaner og havstrategiinteresser er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Vandkvalitet					
Næringsstoffer	Stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
Fytoplankton	Lille	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
Vandforekomster omfattet af vandplanlægning					
Samlet økologisk tilstand	Meget lille	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
Kemisk tilstand	-	-	-	-	-
Vandområder omfattet af Danmarks Havstrategi					
Samlet vurdering for alle deskriptorer	Lille	Lokal	Meget lille - Lille	Lang	Ubetydelig - Begrænset

Tabel 9-3. Opsummering af miljøpåvirkninger på vandkvalitet, vandområdeplaner og havstrategiinteresser forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

10. LUFT

Kapitlet beskriver påvirkningen af luftkvalitet og deposition af kvælstof i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen.

10.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er analyseret, beskrevet og vurderet på baggrund af følgende:

- Entreprenørmaskiners emissioner er beregnet ud fra krav til typegodkendelse Trin IIIB i bekendtgørelse om begrænsning af luftforurening fra mobile ikke-vejgående maskiner mv.
- Emissionen fra skibe er beregnet ud fra AIS-data (positionsdata for skibe) og antagelser om skibenes ballast, last, brændstofforbrug samt skibsstørrelser. Der blev taget udgangspunkt i skibe anvendt til strandfodring af Vestkysten i 2017/2018. I konsultation med en ekstern ekspert blev skibene defineret til at være tier III-skibe. Den beregnede NO_x-udledning fra skibene svarer derfor til den for tier III-skibe.
- Immissioner fra entreprenørmaskiner og skibe er beregnet ved hjælp af OML-modellen.
- Beregnede immissioner er holdt op imod EU's og Arbejdstilsynets grænseværdier for beskyttelse af menneskers sundhed.
- Deposition af kvælstof fra luften i omgivende områder er beregnet med metoden udviklet af DCE til brug med OML-modellen.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af luften er tilstrækkeligt, idet der bl.a. er foretaget en række antagelser, som betyder, at der anvendes worst case betragtninger.

Worst-case

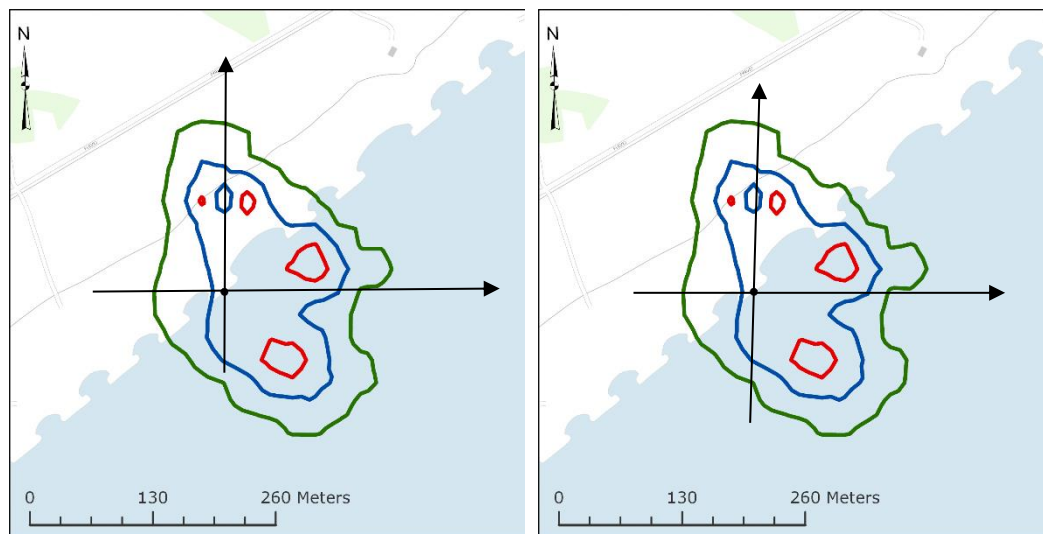
Der er i *projektbeskrivelsen* i kapitel 3 beskrevet to eksempler på anvendelse af entreprenørmaskiner i kombination med eller uden skibe ved gennemførelse af den planlagte kystbeskyttelse. Scenarierne, der ligger til grund for beregningerne af immissioner for CO, NO_x og partikler, omfatter to udvalgte scenarier, der vurderes at repræsentere worst-case. Worst case er ved strandfodring, da der anvendes entreprenørmaskiner, hvilket ikke er tilfældet ved kystnær fodring. De to scenarier omfatter:

Scenarie 1: Skib med lastekapacitet på 2.000 m³ samt to gravemaskiner og en gummiged på land.

Scenarie 2: Skib med lastekapacitet på 6.000 m³ samt to gravemaskiner og en gummiged på land.

Til beregningerne er der kun regnet med brugen af ét skib pr. scenarie, selvom der for det enkelte scenarie kan anvendes flere. Det skyldes, at et skib, der fodrer den samlede mængde, udlægger den samme mængde emissioner som f.eks. tre skibe, der sejler det samme antal gange til og fra kysten.

Der er stor forskel på, hvor meget sand, der skal fodres på de enkelte delstrækninger og dermed også på tidsperioden med aktiviteter. Beregningerne udføres derfor under den worst-case antagelse, at der sandfodres over et helt år, så alle vejsituationer indgår i beregningen af immissionskoncentrationer. Den beregnede immissionskoncentration kan præsenteres med isokurver, som vist på Figur 10-1, hvor nulpunktet kan være et hvilket som helst sted på kystlinjen langs strækningen.

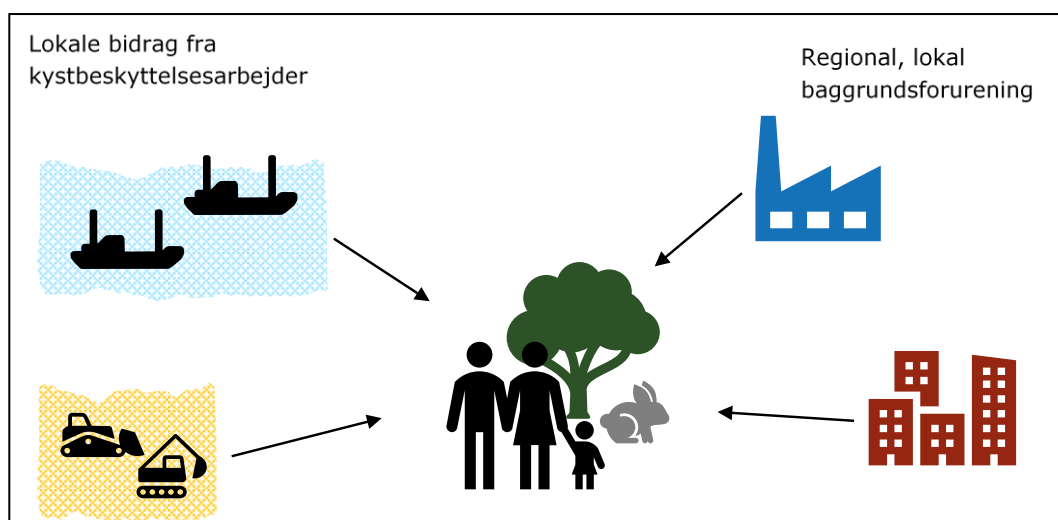


Figur 10-1. Eksempel på beregningsresultat for NO₂ koncentrationer ved anvendelse af scenarie 1 (til venstre) og scenarie 2. Den grønne kurve viser maksimaludbredelsen af NO₂-immission op til 100 µg/m³, den blå kurve 150 µg/m³ og den røde kurve 200 µg/m³. De to akser udtrykker en x- og en y-akse med beregningens nulpunkt i punktet (0,0), som er vist med en sort prik.

Figuren kan herefter flyttes langs kysten, og det kan konstateres, om der ligger boliger indenfor koncentrationskurverne. Som en worst-case betragtning findes den længste afstand fra kysten for hver immissionskoncentrationskurve, hvorefter afstandene for hver kurve kan indtegnes som linjer op langs kysten.

10.2 Eksisterende forhold

Kystdirektoratet har igennem mange år gennemført kystbeskyttelse på strækningen ved Skagen. Indsatsen, der har omfattet brug af skibe og entreprenørmaskiner og andet materiel, har derfor bidraget til den samlede luftforurening langs kysten. Figur 10-4 er en visuel fremstilling af bidrag til den samlede luftkvalitet i lokalområdet.

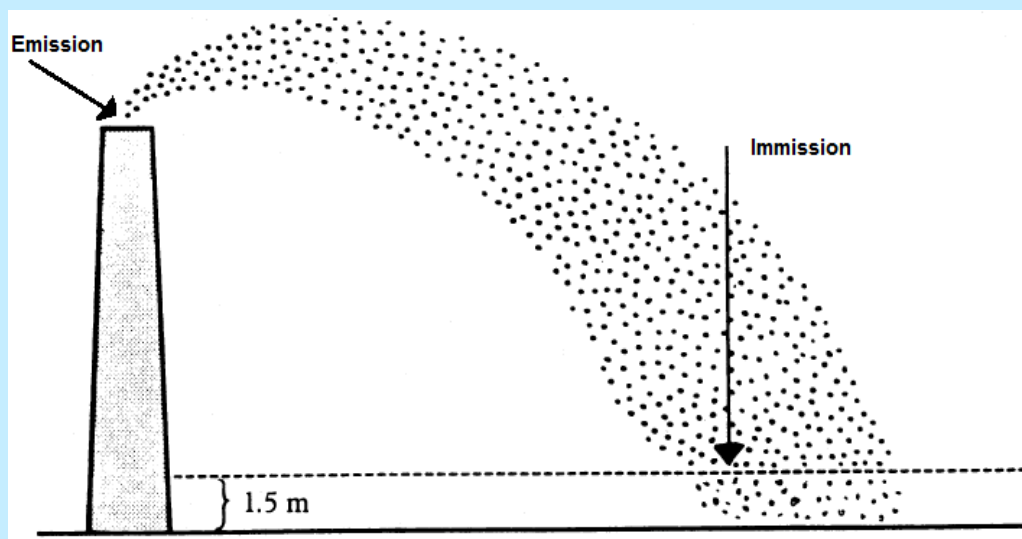


Figur 10-2. Illustration af at den samlede luftkvalitet består af flere enkeltbidrag.

I kapitlet anvendes begreberne emission og immission, der er illustreret i Figur 10-3.

Definitioner

I beskrivelsen af luft bruges betegnelserne emission og immission. De to begreber er illustreret i figuren herunder. Emissionen er den mængde stof, der udledes pr. tidsenhed. Immissionen er den koncentration af stoffet, der på et givet tidspunkt findes i omgivelserne. Som standard beregnes immissionen i en højde på 1,5 meter over jorden. Ved betegnelsen immissionskoncentrationsbidrag forstås en enkelt eller en gruppe af kilders bidrag til koncentrationen i omgivelserne¹⁵⁹.



I forbindelse med sandfodring vil skibe og entreprenørmaskiner med dieselmotorer give anledning til lokal luftforurening. Forureningen består primært af:

- NOX (Nitrogenoxider)
- CO (Kulilte)
- Partikler (støv)
- UHC og HC (uforbrændte kulbrinter)
- CO₂ (Kuldioxid)
- SOX (Svovloxider)
- Lugt

Her er der fokuseret på NO_x, CO og partikler, som er de væsentligste forureningsparametre fra de anvendte skibe og maskiner i forbindelse med gennemførelse af kystbeskyttelsen.

Figur 10-3. Illustration af de to begreber, emission og immission¹⁵⁹.

10.2.1 Luftkvalitet ved Skagen

Målinger af luftkvaliteten i Danmark kan findes på DCEs (Nationalt center for miljø og energi under Aarhus Universitet) hjemmeside¹⁶⁰. DCE har angivet luftens indhold af NO₂ og partikler på et Danmarkskort¹⁶¹ (jf. Figur 10-4 til Figur 10-6), hvoraf det fremgår, at luftens indhold af NO₂ ved Skagen ligger i intervallet 6,5 – 7,6 µg/m³, som er højere end en stor del af den øvrige kyststrækning i Jylland.

Danmarkskortet over partikler mindre end 2,5 µm (jf. Figur 10-5) viser, at koncentrationerne er højest i det sydlige Danmark og falder mod nord. Det tyder på, at der er kilder til emissioner af

¹⁵⁹ Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 2 2001, Luftvejledningen

¹⁶⁰ Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab. Overvågning af luftkvalitet med målinger. <http://envs.au.dk/videnudveksling/luft/maaling/>

¹⁶¹ Aarhus Universitet, DCE – National center for miljø og energi. <http://lpdv.spatialsuite.dk/spatialmap?>

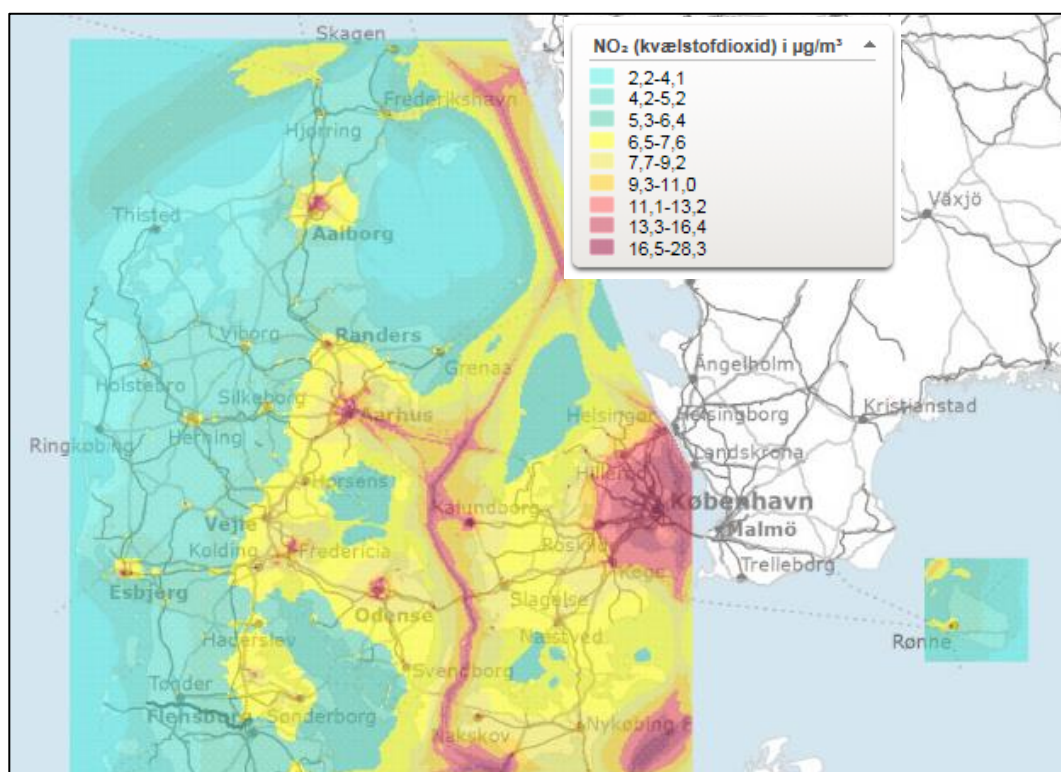
partikler mindre end 2,5 μm syd for den danske grænse. Langs kyststrækningen er der også fallende koncentrationer mod nord.

Danmarkskortet over partikler mindre end 10 μm (jf. Figur 10-6) viser, at koncentrationerne er højest mod vest og sydøst. Ved Skagen ligger intervallet på 11,5 – 12,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De høje koncentrationer skyldes sandsynligvis skibstrafik og saltpartikler i luften ved havene.

Ved Skagen er der aflæst værdierne angivet i Tabel 10-1.

Stof	Baggrundskoncentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO₂	6,5 – 7,6
Partikler < 2,5 μm	6,5 – 7,2
Partikler < 10 μm	11,5 – 12,2

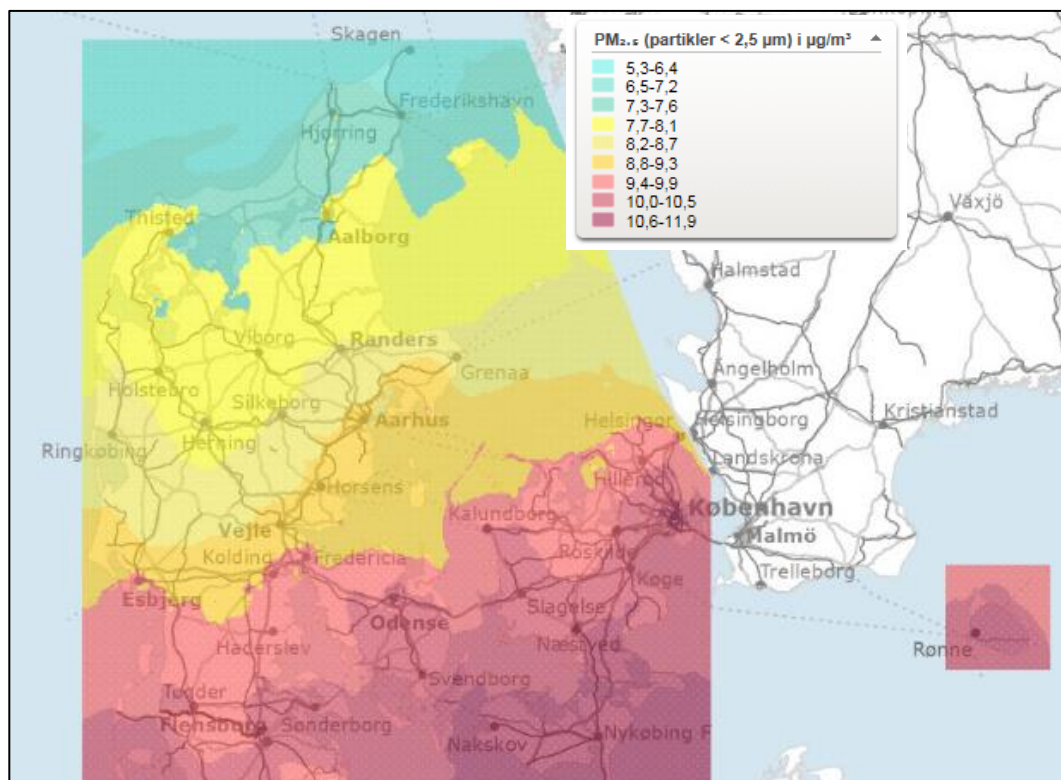
Tabel 10-1. Baggrundskoncentrationen ved Skagen¹⁶².



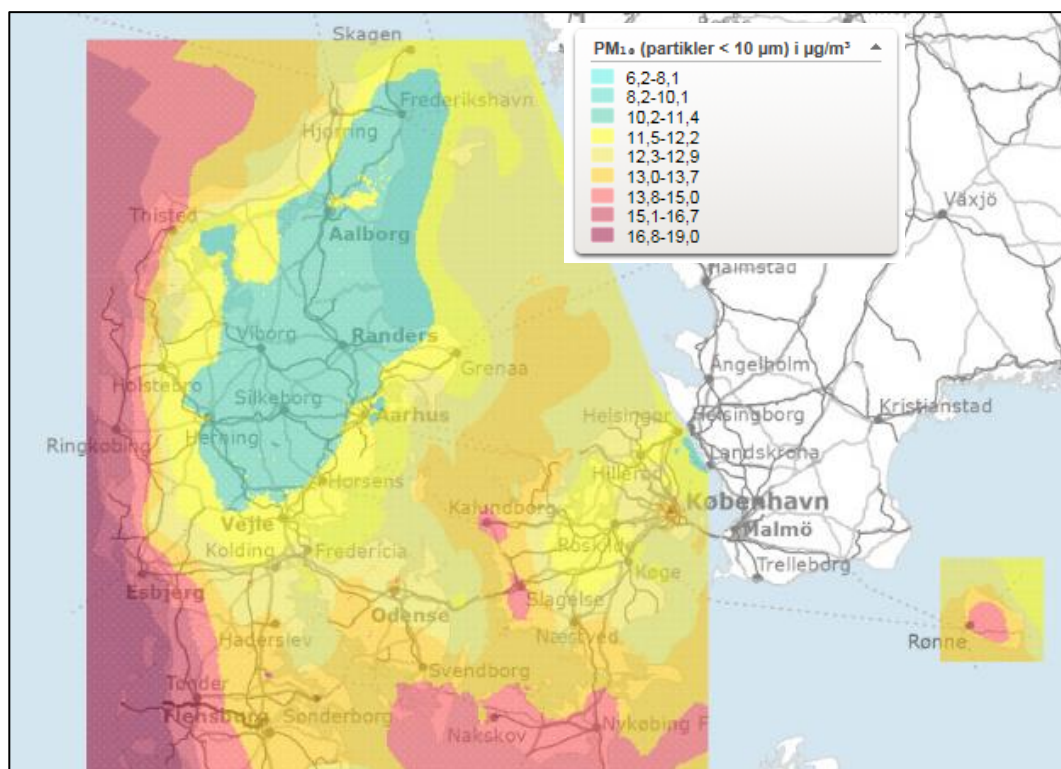
Figur 10-4. Luftens indhold af NO₂ i 2012.¹⁶³

¹⁶² Aarhus Universitet, DCE – National center for miljø og energi. <http://lpdv.spatialsuite.dk/spatialmap?>

¹⁶³ Aarhus Universitet, DCE – National center for miljø og energi. <http://lpdv.spatialsuite.dk/spatialmap?>



Figur 10-5. Luftens indhold af partikler mindre end 2,5 µm i 2012.¹⁶⁴



Figur 10-6. Luftens indhold af partikler mindre end 10 µm i 2012.¹⁶⁴

¹⁶⁴ Aarhus Universitet, DCE – National center for miljø og energi. <http://lpdv.spatialsuite.dk/spatialmap?>

10.2.2 Grænseværdier for luftkvalitet

Der er tre overordnede EU-rammer for det internationale samarbejde om begrænsning af luftforurening: Luftkvalitetsdirektivet, NEC-direktivet og LRTAP-konventionen¹⁶⁵.

I luftkvalitetsdirektivet er der fastsat grænseværdier for koncentrationen af bestemte stoffer, og der er krav om, at luftforureningen skal måles. Luftkvalitetsdirektivets formål er at sikre, at den luft vi indånder, er så ren, at den ikke udgør et sundhedsproblem. Derfor står der en række målestationer forskellige steder i Danmark. Luftkvalitetsdirektivet er indarbejdet i den danske luftkvalitetsbekendtgørelse¹⁶⁶.

NEC-direktivet (National Emission Ceilings Directive) fastlægger nationale emissionslofter og fortæller hvor meget Danmark må udlede af hvert stof fra og med 2010. Danmark har også en forpligtigelse under Konventionen for Langtransporteret grænseoverskridende luftforurening (LRTAP-konventionen) til at overholde de samme emissionslofter som fastsat i NEC-direktivet fra og med 2010.

Derudover findes der under arbejdsmiljølovgivningen grænseværdier for den luft, som det tillades at indånde i forbindelse med udførelse af arbejde. Grænseværdierne stammer fra EU direktiver og er indarbejdet i Arbejdstilsynets bekendtgørelse om grænseværdier for stoffer og materialer¹⁶⁶. EUs¹⁶⁶ og Arbejdstilsynets¹⁶⁷ grænseværdier for NO₂, CO og partikler er præsenteret i Tabel 10-2.

Stof	EU's luftkvalitetgrænseværdi	Arbejdstilsynets grænseværdi
Nitrogendioxid, NO₂	200 µg/m ³ , 1 time, må ikke overskrides mere end 18 gange pr. kalenderår	0,96 mg/m ³ : Gennemsnitskoncentration over otte timer 2x0,96 mg/m ³ : Korttidsværdi, koncentrationen må aldrig overskrides i en tidsperiode over 15 minutter. 4 mg/m ³ Loftsgrenseværdi, der aldrig må overskrides
Carbonmonoxid, CO	10 mg/ m ³ , daglig maksimal 8-timers middelværdi	23 mg/m ³ : Gennemsnitskoncentration over otte timer 2x23 mg/m ³ : Korttidsværdi, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides
Partikler, PM10	50 µg/m ³ , 1 døgn må ikke overskrides mere end 35 gange pr. kalenderår	Mineralsk inert støv: 10 mg/m ³ : Gennemsnitskoncentration over otte timer 2x10 mg/m ³ : Korttidsværdi, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides Mineralsk inert respirabelt støv: 5 mg/m ³ : Gennemsnitskoncentration over otte timer 2x5mg/m ³ : Korttidsværdi, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides

Tabel 10-2. Oversigt over EU's og Arbejdstilsynets grænseværdier for beskyttelse af menneskers sundhed.

¹⁶⁵ Miljø- og fødevareministeriet, International regulering af luftforurening. <https://mst.dk/luft-stoej/luft/international-regulering-af-luftforurening/>

¹⁶⁶ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse nr. 1472 af 12. december 2017 om vurdering og styring af luftkvaliteten, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/1472>

¹⁶⁷ Beskæftigelsesministeriet. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 698 af 28/05/2020, bilag 2 om grænseværdier for stoffer og materialer, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/698>

10.2.3 Emissioner fra skibe

Skibsfarten omkring Danmark er international og sejler oftest i internationalt farvand, hvorfor den kun er omfattet af internationale miljøregler, der er væsentligt svagere end f.eks. EU's regulering af andre sektorer som f.eks. biler og andre motorkøretøjer.

I "International Maritime Organization" (IMO), der er FNs organisation for søfart, kan Danmark og de andre lande aftale fælles regler for begrænsning af skibsfartens luftforurening. Det betyder bl.a. at Nordsøen og Østersøen er såkaldte SECA eller svovl emissions kontrollerede områder, fra engelsk Sulphur Emission Controlled Area (SECA), der forbyder skibe at udlede svovlækvivalent over 0.1%, medmindre de anvender en EGCS (scrubber).

Da Danmark adskiller Nord- fra Østersøen sejler alle skibe i internationalt farvand omkring Danmark eller i Dansk farvand, på svovlfattigt brændsel såsom marin gasolie (MGO). MGO er rensat for svovl og har dermed et meget lavt udslip af svovl. Reguleringen af SOx-emissionerne fra skibe i Nordsøen på 0.1% trådte i kraft fra 1. januar 2015. For at begrænse emission af NOx skal alle skibe, der sejler i Nordsøen og som er bygget efter 2021 reducere NOx-emissionerne med 80% i forhold til det nuværende emissionsniveau¹⁶⁸. Emissionsniveauet bestemmes ud fra tier III-kurven, der bestemmer udledningen af NOx afhængigt af skibets motorstørrelse og motorhastighed ved anvendelse af marin dieselolie. Skibe bygget før 2021 men efter 2010 skal følge den såkaldte tier II kurve for at bruge marin dieselolie. Skibe bygget efter 1999 og før 2011 skal følge den såkaldte tier I kurve. Hvor tier I og II er globale regler udstedt af IMO, er tier III-kurverne kun et krav gældende i særlige områder, fra 2021 bl.a. dansk farvand.¹⁶⁹ IMO-aftalens krav om begrænsning af skibes luftforurening er implementeret i dansk ret i svovl-bekendtgørelsen.

Beregningerne er foretaget på baggrund af data for emissioner fra skibe og maskiner under forskellige aktiviteter ved anvendelse af de to scenarier for sandfodring, der er beskrevet i afsnit 3.7. De detaljerede beregninger fremgår af bilag 6 om *Emissioner - resultater*.

Der er beskrevet to scenarier for aktiviteter med skibe, der hver især kan udføres som kystnær fodring eller strandfodring (betegnet a eller b). Emissionerne for perioden 2020-24 er angivet i Tabel 10-3.

	CO ₂ , kg	SO _x , kg	HC, kg	CO, kg	NO _x , kg	NO ₂ , kg	Partikler, kg
Scenarie 1a	339.200	200	300	300	5.300	2.700	200
Scenarie 1b	408.600	400	500	500	10.000	5.000	300
Scenarie 2a	228.900	200	200	200	3.600	1.800	100
Scenarie 2b	277.000	200	200	200	4.400	2.200	100

Tabel 10-3. Samlede emissioner fra skibe ved strandfodring og kystnærfodring i perioden 2020-24.

¹⁶⁸ Søfartsstyrelsen, 2019, New sulphur requirements are you in compliance?

<https://www.dma.dk/Vaekst/MiljoeKlima/Svovl/Documents/SECA%20Enforcement%20Pamphlet.pdf>

¹⁶⁹ Søfartsstyrelsen, Kvælstofoxid (NO_x), <https://www.sofartsstyrelsen.dk/Vaekst/MiljoeKlima/KvaelstofOxid>

10.2.4 Emissioner fra entreprenørmaskiner

Brændstoffet, der anvendes i entreprenørmaskiner, er diesel. Ved forbrænding i en dieselmotor udledes kulilte, nitrogenoxider, svovl, flygtige organiske stoffer og partikler.

Emissioner fra entreprenørmaskiner, dvs. mobilt men ikke vejgående udstyr, er reguleret via en typegodkendelsesordning¹⁷⁰. På baggrund af maskinens motoreffekt fastsætter typegodkendelsen grænseværdier for indholdet af forurenende stoffer i udstødningsen, kaldet emissionsfaktorer. Jo nyere en godkendelsesnorm maskinerne opfylder, des mindre emissioner udleder de.

Der er beskrevet to scenarier for aktiviteter med entreprenørmaskiner på land kombineret med et skib. Emissioner fra entreprenørmaskinerne i de to scenarier er samlet i Tabel 10-4.

	CO ₂ , kg	CO, kg	NO _x , kg	Partikler, kg
Eksempel 1b	70.820	429	245	4
Eksempel 2b	70.820	429	245	4

Tabel 10-4. Oversigt over de samlede emissioner fra entreprenørmaskiner fordelt på scenarier.

10.2.5 Deposition af kvælstof

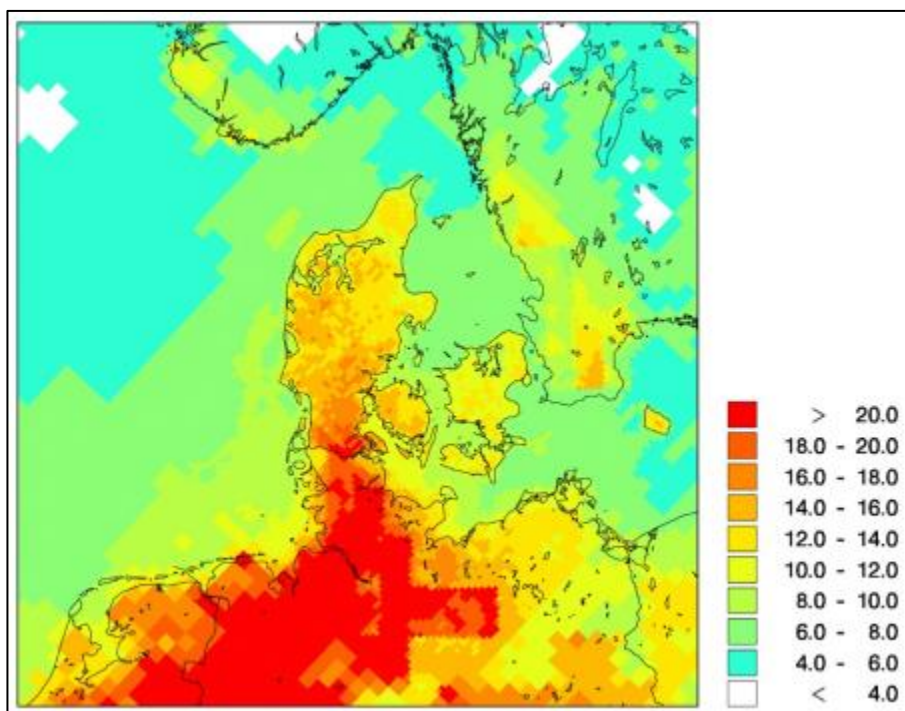
Den form for luftforurening, der for tiden har størst betydning for den danske natur, er nedfaldet af atmosfærisk kvælstof i form af ammoniak, ammonium og andre kvælstofforbindelser. Over 50% af de danske naturområder modtager mere kvælstof end de kan tåle¹⁷¹. Derfor foretager de lokale myndigheder en konkret vurdering af de enkelte naturområders tålegrænser med baggrund i beregninger. DCE, Nationalt center for miljø og energi har foretaget en modelberegning af den samlede årlige deposition af kvælstof¹⁷², jf. Figur 10-7. Ved Skagen aflæses baggrundsdepositionen til 6,0-8,0 kg N/ha¹⁷³.

¹⁷⁰ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse nr. 1019 af 01/10/2019 om henlæggelse til Miljøstyrelsen af opgaver og tilsyn vedrørende Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EU) 2016/1628/EU af 14. september 2016 om krav vedrørende emissionsgrænser for forurenende luftarter og partikler for og typegodkendelse af forbrændingsmotorer til mobile ikke-vejgående maskiner, om ændring af forordning (EU) nr. 1024/2012 og (EU) nr. 167/2013 og om ændring og ophævelse af direktiv 97/68/EF, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1019>

¹⁷¹ Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab. Kvælstofnedfald: Hvilke mekanismer indgår? <https://envs.au.dk/faglige-omraader/luftforurening-udledninger-og-effekter/effekt-af-luftforurening/effekt-paa-natur-og-vandmiljoe/kvaelstof/>

¹⁷² Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, nr. 264, 2018, Atmosfærisk deposition 2016, NOVANA.

¹⁷³ Aarhus Universitet, DCE – National center for miljø og energi. <http://lpdv.spatialsuite.dk/spatialmap?>



Figur 10-7. Den samlede deposition af kvælstofforbindelser beregnet for 2016. Depositionen angiver en middelværdi for felterne. For felter med både vand- og landoverflade vises altså en middeldeposition for de to typer af overflade. Depositionen er givet i kg N/ha. Gitterfelterne er på 6 x 6 km undtagen for den yderste del af domænet, hvor gitterfelterne er på 17 km x 17 km¹⁷⁴.

10.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres i perioden 2020-24. Ved 0-alternativet vil der ikke forekomme emissioner fra entreprenørmaskiner på stranden eller skibe i forbindelse med kystbeskyttelsen. Der vil derfor være et mindre fald i emissioner lokalt, set i forhold til de eksisterende forhold, som vil have en positiv effekt på omgivelserne.

10.4 Vurdering af påvirkninger

Den planlagte kystbeskyttelse kan medføre:

- Påvirkning af luftkvaliteten
- Deposition i omgivelserne
- Lugtgener

Vurderingen af påvirkningerne sker i det følgende ved beregning af immissionskoncentrationen og depositionen i nærtliggende områder ved hjælp af OML-modellen. NO₂, CO og partiklers indflydelse på sundhed beskrives og vurderes nærmere i kapitel 20 *Befolkning og menneskers sundhed*.

10.4.1 Luftkvalitet

Vurdering af påvirkningen af luftkvalitet sker gennem beregning af immissionskoncentrationer. Det vurderes i den forbindelse, at en worst-case betragtning udgøres af en kombination af entre-

¹⁷⁴ Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, nr. 264, 2018, Atmosfærisk deposition 2016, NOVANA.

prenørmaskiner og skibe, der udfører strandfodring. Der er i beregningen anvendt worst-case betragtninger, hvor der ikke er taget højde for de konkrete topografiske og lokale vindforhold på strækningen, hvilket kunne ændre spredningen af emissionerne.

OML-beregninger

Immissionskoncentrationen i omgivelserne er beregnet med den meteorologiske spredningsmeteorologiske model OML (=Operationelle Meteorologiske Luftskvalitetsmodeller), der er udviklet af DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet.

Resultater af OML-beregningerne for immissionen af CO, NO₂ og partikler er præsenteret i Tabel 10-5 til Tabel 10-7, der viser beregningerne for de to scenarier og om grænseværdierne overskrides.

	Scenarie 1	Scenarie 2
EU's luftgrænseværdi	CO: 10 mg/m³, daglig maksimal otte timers middelværdi	
Beregnet CO koncentration (8 timers glidende middelværdi) mg/m³	0,9	0,9
Afstand til nulpunkt*, m	100	100
Retning i forhold til beregnings nord, grader	140	140
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor EU's luftgrænseværdi er overholdt på land	Overholdes i alle beregningspunkter	Overholdes i alle beregningspunkter
Arbejdstilsynets grænseværdi	CO: 23 mg/m³, Gennemsnitskoncentration over 8 timer	
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor Arbejdstilsynets grænseværdi er overholdt	Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,9 mg/m ³ . Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter	Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,9 mg/m ³ . Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter

Tabel 10-5. Oversigt over immissionskoncentrationen af CO beregnet for de to scenarier. * Nulpunktet er beregningsens nulpunkt og kan være et tilfældigt sted langs kysten.

	Scenarie 1	Scenarie 2
EU's luftgrænseværdi	NO₂: 200 µg/m³ (timemiddelværdi). Må ikke overskrides mere end 18 gange pr. kalenderår	
Beregnet NO₂ koncentration (19 største timemiddeldkoncentration) µg/m³	290	290
Afstand til nulpunkt*, m	100	100
Retning i forhold til beregnings nord, grader	140	140
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor grænseværdien er overholdt på land	Overholdes fra imellem 100 og 150 meter fra nulpunktet.	Overholdes fra imellem 100 og 150 meter fra nulpunktet.
Arbejdstilsynets grænseværdi	NO₂: 0,96 mg/m³, Gennemsnitskoncentration over 8 timer	
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor grænseværdien er overholdt på land	Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,25 mg/m ³ . Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter	Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,25 mg/m ³ . Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter

	Scenarie 1	Scenarie 2
Arbejdstilsynets korttidsværdi	NO₂: 2x0,96 mg/m³, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides	
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor grænseværdien er overholdt på land	Korttidsværdien kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale timemiddelkoncentration beregnet til 0,35 mg/m ³ . Da den maksimale timemiddelkoncentration ikke overskrider grænsen for korttidsværdien, vurderes korttidsværdien at være overholdt i alle beregningspunkter	Korttidsværdien kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale timemiddelkoncentration beregnet til 0,35 mg/m ³ . Da den maksimale timemiddelkoncentration ikke overskrider grænsen for korttidsværdien, vurderes korttidsværdien at være overholdt i alle beregningspunkter

Tabel 10-6. Oversigt over immissionskoncentrationen af NO₂ beregnet for de to scenarier. * Nulpunktet er beregningens nulpunkt og kan være et tilfældigt sted langs kysten. Afstanden angiver i hvilken afstand fra nulpunktet grænseværdien overholdes.

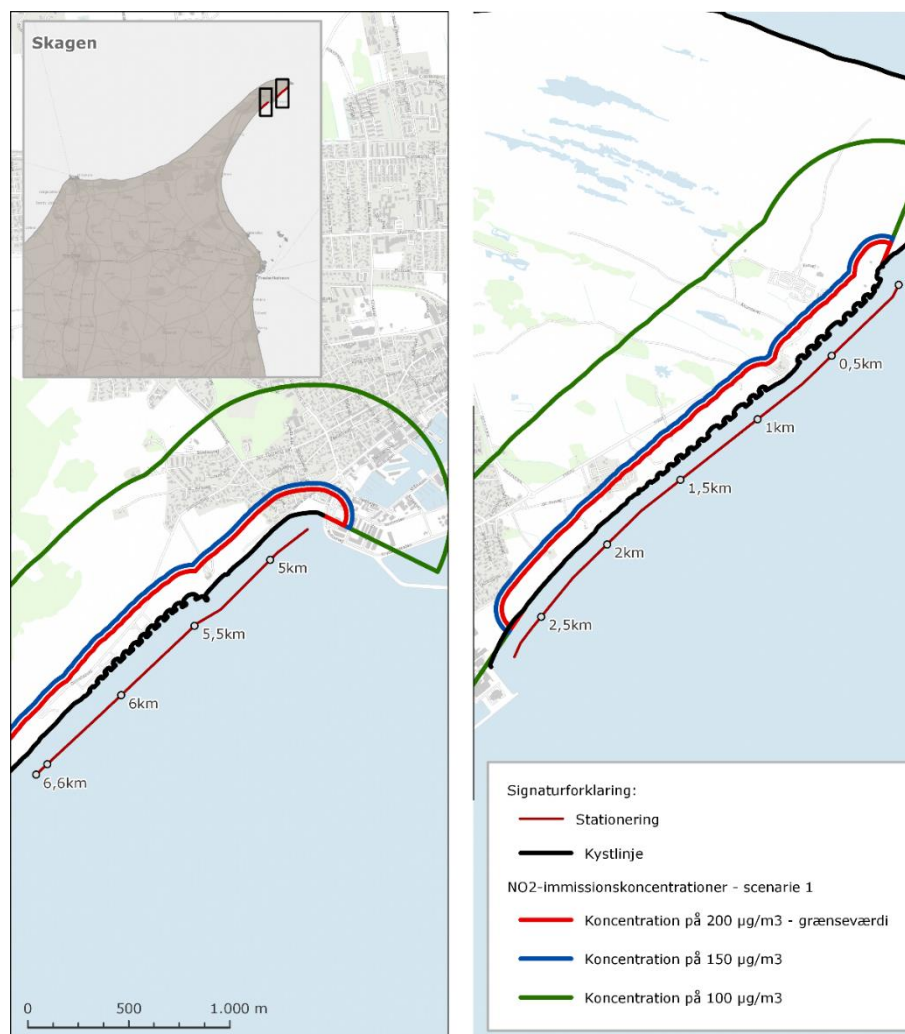
	Scenarie 1	Scenarie 2
EU's luftgrænseværdi	Partikler (PM10): 50 µg/m³ (døgnmiddelværdi). Må ikke overskrides mere end 35 gange pr. kalenderår	
Beregnet partikelkoncentration (36 største døgnmiddeldkoncentration) µg/m³	1,8	1,8
Afstand til nulpunkt*, m	100	100
Retning i forhold til beregningsnord	70	70
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor grænseværdien er overholdt på land	Overholdes i alle beregningspunkter	Overholdes i alle beregningspunkter
Arbejdstilsynets grænseværdi	Mineralsk støv (inert): 10 mg/m³. Gennemsnitskoncentration over otte timer Mineralsk støv (inert og respirabelt): 5 mg/m³. Gennemsnitskoncentration over otte timer	
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor grænseværdien er overholdt på land	Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,007 mg/m³. Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter	Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises i OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,007 mg/m³. Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter

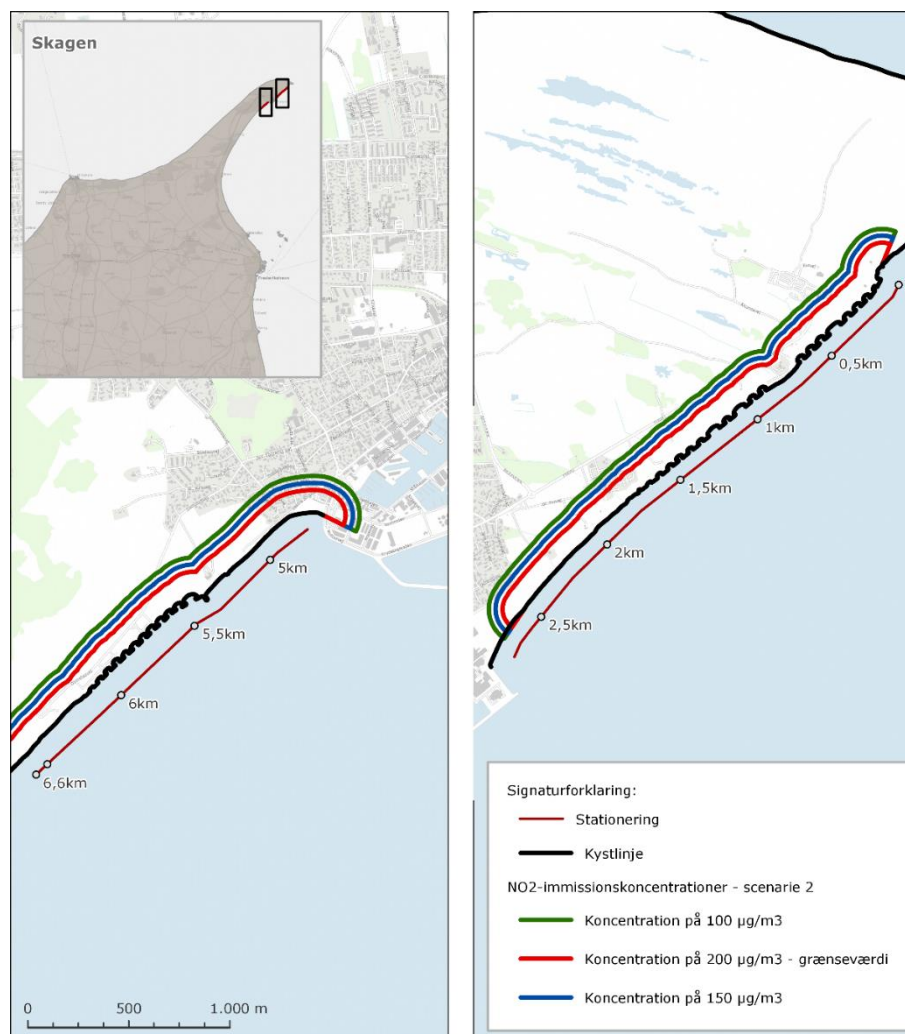
Tabel 10-7. Oversigt over immissionskoncentrationen af partikler beregnet for de to scenarier. * Nulpunktet er beregningens nulpunkt og kan være et tilfældigt sted langs kysten. Afstanden angiver i hvilken afstand fra nulpunktet grænseværdien overholdes.

Det fremgår af Tabel 10-5 til Tabel 10-7, at den beregnede NO₂-immission overskrider EU's luftgrænseværdier, men overholder Arbejdstilsynets grænseværdier samt, at immissionskoncentrationerne af CO og partikler overholder grænseværdierne.

Figur 10-8 og Figur 10-9 viser en visuel fremstilling af NO₂-immissionskoncentrationen for scenarie 1 og 4 på strækningen. Den røde linje viser, hvor den beregnede NO₂ koncentration netop er 200 µg/m³, som er EU's luftgrænseværdi. Immissionskoncentrationen af NO₂ medfører i nogle beregningspunkter nogle få døgn om året en overskridelse af EU's luftgrænseværdier, men overholder Arbejdstilsynets grænseværdier. Påvirkningsgraden af NO₂ vurderes derfor at være moderat men kortvarig. Konsekvensen er derfor begrænset.

Immissionskoncentrationer af CO og partikler overholder både EU's luftgrænseværdier og Arbejdstilsynets grænseværdier. Påvirkningsgraden af CO og partikler vurderes derfor at være meget lille og med ubetydelige konsekvenser.

Figur 10-8. NO₂-immissionskoncentrationer fra anvendelse af scenarie 1.



Figur 10-9. NO₂-immissionskoncentrationer fra anvendelse af scenarie 2.

Den beregnede 19. største timemiddelkoncentration for NO₂ koncentration ligger langt under Arbejdstilsynets grænseværdier, og koncentrationen vurderes derfor ikke at være kritisk. De beregnede koncentrationer i nærheden af arbejdsområdet vurderes desuden at være konservative, idet det er forudsat, at halvdelen af NO_x er oxideret til NO₂ i beregningspunkterne. Udledningen fra en dieselmotor består typisk af 80 – 90 % NO og 10 – 20 % NO₂. I atmosfæren iltes NO til NO₂. I beregninger antages det normalt, at maksimalt 50 % af den samlede koncentration af NO_x foreligger som NO₂ i receptorpunkterne.

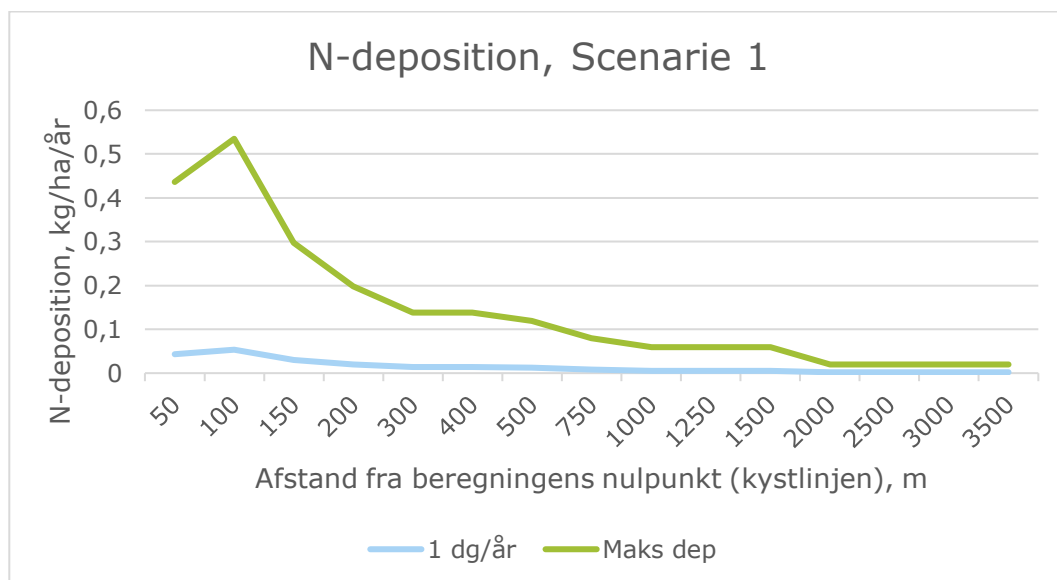
Da omdannelsen fra NO til NO₂ tager nogle minutter, er det en konservativ antagelse, at halvdelen af NO_x er oxideret til NO₂ for beregningspunkter tæt på kilden, dvs. inden for de første par hundrede meter. Det er desuden antaget, at alle entreprenørmaskiner arbejder med en gennemsnitlig motorbelastning på 80 %, hvilket også vurderes at være konservativt. Konsekvensen for luftkvaliteten vurderes derfor samlet set at være begrænset, og der er dermed ikke nogen væsentlige indvirkninger på luftkvaliteten. På grund af de konservative forudsætninger, og at konsekvensen for luftkvalitet vurderes at være begrænset, vurderes der ikke at være behov for afværgetiltag.

Samlet vurdering: Der vil med meget stor sandsynlighed forekomme en påvirkning af luftkvaliteten som følge af immissioner af bl.a. NO₂, CO og partikler fra entreprenørmaskiner og skibe i forbindelse med sandfodring. Påvirkningen er lokal, da luftkvaliteten ændres omkring de lokaliteter, hvor arbejdet gennemføres. Påvirkningen af luftkvaliteten vurderes at være midlertidig, da den er tilknyttet den op til otte uger lange periode, hvor der kystbeskyttes. Graden af påvirkning vurderes at være lille, da beregningerne af immissionskoncentrationerne viser, at NO₂ kun overskrider EU's luftgrænseværdier nogle få døgn om året, mens arbejdet finder sted, mens Arbejdstilsynets grænseværdier og grænseværdierne for CO og partikler overholdes. Samlet set vurderes indvirkningen på luft dermed ikke at være væsentlig.

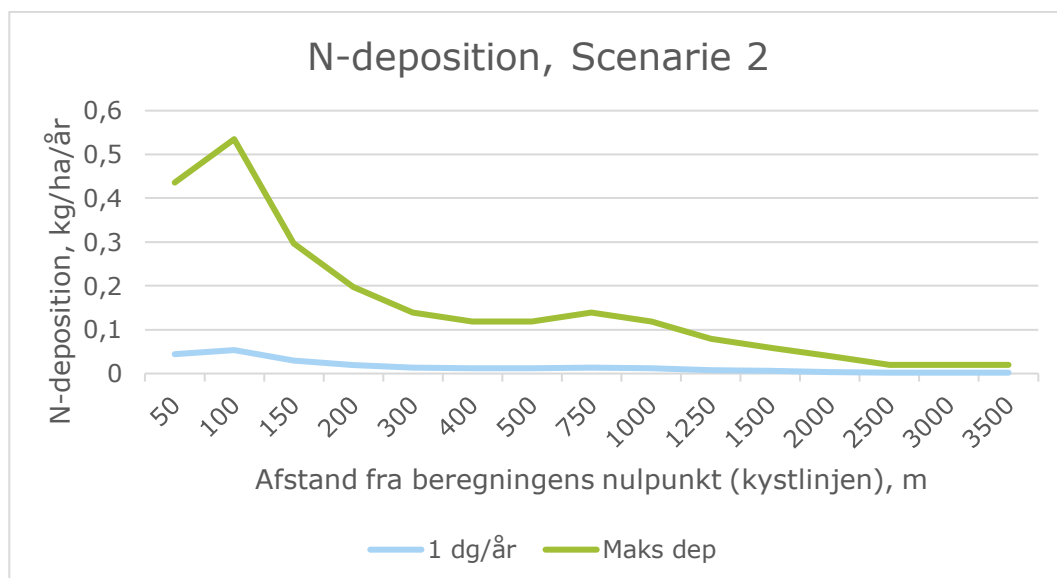
10.4.2 Deposition i omgivelserne

Luftforureningen fra skibe og entreprenørmaskiner kan medføre, at der fra luften sker deposition af bl.a. kvælstof (N) i omgivelserne langs de strækninger, hvor der gennemføres kystbeskyttelse. Emissionen af såvel NO som NO₂ fra skibe og maskiner bidrager til N-depositionen, der kan have betydning for naturområderne, der behandles nærmere i kapitel 16 *Natur på land*.

Resultaterne af OML-beregningerne for deposition er nedenfor præsenteret for de to worst-case scenarier som funktion af afstanden til aktiviteterne, jf. Figur 10-10 og Figur 10-11.



Figur 10-10 Beregnet maksimal N-deposition som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt under anvendelse af scenarie 1. Den blå kurve viser N-depositionen fra aktiviteter på et areal på 100x100 meter og den grønne kurve viser den maksimale kumulerede N-deposition over en strækning på 1.000 meter på begge sider af arealet.



Figur 10-11 Beregnet maksimal N-deposition som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt under anvendelse af scenarie 2. Den blå kurve viser N-depositionen fra aktiviteter på et areal på 100x100 meter og den grønne kurve viser den maksimale kumulerede N-deposition over en strækning på 1.000 meter på begge sider af arealet.

Resultaterne kan også præsenteres som den maksimale kumulerede N-deposition for hvert scenarie, jf. Tabel 10-8 eller som isokurver, jf. Figur 10-10.

	Maksimal kumuleret N-deposition kg/ha/år	Afstand fra nulpunkt til beregningspunkt, m	Retning fra nord, grader
Scenarie 1	0,53	70	70
Scenarie 2	0,53	70	70

Tabel 10-8 Oversigt over den maksimalt beregnede N-deposition for de to scenarier i ét beregnings-punkt.

Resultaterne skal herefter sammenholdes med baggrundsbelastningen i det enkelte naturområde samt dets tålegrænse jf. kapitel 9 *Vand* og kapitel 16 *Natur på land*, hvor der er foretaget en vurdering af kvælstofdepositionen på havet og i naturområder.

10.4.3 Lugtgener

Organisk materiale i det indvundne sand til sandfodring kan medføre lugtgener, når sandet fordeles på stranden ved strandfodring og det organiske materiale går i forrådnelse. Af VVM-redegørelserne for forskellige indvindingsområder^{175 176 177 178 179}, fremgår det, at indvindingsområderne er fattige på fauna og vegetation, da de ligger i områder med stærke strømforhold. Indvindingsområderne er desuden bl.a. valgt ud fra, at der er en lav mængde organisk materiale i det indvundne sand, da sand til sandfodring forringes af organisk indhold.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at strandfodring vil medføre lugtgener, vurderes at være lille. En eventuel påvirkning vil være kortvarig og lokal, da det organiske materiale relativt hurtigt omsættes, og lugten kun udbredes omkring den aktuelle lokalitet, hvor der er strandfodret. På-

¹⁷⁵ Kystdirektoratet, Miljøredegørelse for indvinding af sand til kystfodring Indvindingsområde 562-AE, Thyborøn, 7. oktober 2013.

¹⁷⁶ Kystdirektoratet, Indvinding af sand til kystfodring, VVM-redegørelse, Ansøgningsområde 3-1, 14. marts 2013.

¹⁷⁷ Kystdirektoratet, Indvinding af sand til kystfodring, VVM-redegørelse, Ansøgningsområde 3-2 14. marts 2013.

¹⁷⁸ Kystdirektoratet, Indvindingsområde 562-AD, Ferring VVM-redegørelse for indvinding af sand til kystfodring, oktober 2013.

¹⁷⁹ Kystdirektoratet, Ansøgningsområde 578-AA Husby Klit, VVM-redegørelse for indvinding af sand til kystfodring, februar 2014

virkningsgraden vurderes at være lille, da der kun er små mængder af organisk stof i det indvundne sand set i forhold til lugten fra organisk materiale, som naturligt forekommer som opskyl på stranden. Konsekvensen vurderes at være ubetydelig, og der vil ikke forekomme væsentlige lugtemissioner i forbindelse med sandfodringen.

10.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af luft.

10.6 Kumulative effekter

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne fra den planlagte kystbeskyttelse forstærkes i forhold til luft. Der forventes dog at forekomme en mindre kumulativ effekt med en forventet øget skibstrafik ifm. udvidelsen af Skagen Havn, den øvrige skibstrafik, trafikken på land samt øvrige kystbeskyttelsesprojekter i nærheden af kyststrækningen, men den vurderes ikke at være væsentlig.

10.7 Sammenfattende vurdering

Af immissionskoncentrationsberegningerne fremgår det, at NO₂ overskrider EU's luftgrænseværdier få døgn om året, men overholder Arbejdstilsynets grænseværdier. CO og partikler overholder grænseværdierne. Påvirkningen af luftkvaliteten er tilknyttet arbejdet med kystbeskyttelsen, hvormed påvirkningen er midlertidig. Konsekvensen for luftkvaliteten vurderes at være begrænset.

I tilfælde af, at der kommer organisk materiale med fodringssandet ind på stranden, kan der forekomme kortvarige lugtgener. Sandsynligheden vurderes dog som lille, da sandet indvindes, hvor der er et lavt indhold af organisk materiale. I tilfælde af lugtgener vil generne ikke være fremmed for kysten, da det er normalt at organisk materiale skylles ind på stranden, hvorefter materialet afgiver lugt. Konsekvensen vurderes derfor at være ubetydelig.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til luft er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelses påvirkning.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Luftkvalitet	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Lugtgener	Lille	Lokal	Lille	Kortvarig	Ubetydelig

Tabel 10-9. Opsummering af miljøpåvirkninger på luft forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

11. KLIMA

Kapitlet beskriver den planlagte kystbeskyttelses påvirkning af klimaet og behovet for at tilpasse kystbeskyttelsen til de kommende klimaændringer ved Skagen.

11.1 Metode

Beskrivelse og vurdering af klimaets forventede udvikling, klimapåvirkninger og behovet for klimatilpasning for kystbeskyttelsen er analyseret, beskrevet og vurderet på baggrund af følgende:

- Litteratur og data om klimaets generelle udvikling, herunder FN og DMUs klimascenarier
- Oplysninger vedrørende emissioner i Danmark
- Oplysninger om klimaets forandringer som en konsekvens af CO₂-udledningen, havspejlstigninger, tidevand og vind samt vandstande^{180 181}
- Oplysninger om landhævning¹⁸²
- Klimaændringers effekt på kysten, Kystdirektoratet¹⁸³

Grundlaget for at vurdere klimaets påvirkning på kystbeskyttelsen vurderes at være tilstrækkeligt.

11.2 Eksisterende forhold

I det følgende beskrives klimaudviklingen og den klimapåvirkning, der har relevans for kystbeskyttelsen. Klimaudviklingen beskrives med udgangspunkt i den eksisterende viden med fokus på de faktorer, som har størst betydning for kystbeskyttelsen ved Skagen.

11.2.1 Klimaudvikling

Temperaturen i Danmark er steget med 1,5 grader siden 1873. I samme periode er nedbøren steget med 15 %, og vindforhold og vandstande har også ændret sig. Den globale gennemsnits-temperatur er siden 1880 steget med ca. 0,85 grader¹⁸⁴.

Hovedparten af den globale opvarmning skyldes menneskers aktiviteter. Især udslip af CO₂ fra afbrænding af kul, olie og gas, men også fældning af skove og udslip af andre drivhusgasser. Drivhusgasser er betegnelsen for luftarter, der tilbageholder jordens varmestråling. Luftarterne forekommer naturligt i atmosfæren, men koncentrationen er vokset drastisk og forårsager derved en global opvarmning af jorden. Gasserne dækker over kuldioxid (CO₂), CFC-gasser, kvælstofilter (NO_x), methan (CH₄) og ozon (O₃)¹⁸⁵.

Fremtidens klima

Vurderingen af de nuværende og fremtidige klimaforandringer er baseret på de scenarier, som også anvendes af FN's klimapanel IPCC. Klimamodellerne er simuleringer, og dermed er de forbundet med en vis uforudsigelighed og usikkerhed. Modellerne bliver løbende forbedret og tilrettet. De nuværende klimamodeller viser, at det er meget usandsynligt, at jordens opvarmning de

¹⁸⁰ Kystdirektoratet, 2018, Højvandsstatistikker 2017. Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet. 86 s.

¹⁸¹ DMI, Fremtidige klimaforandringer i Danmark. Danmarks Klimacenter rapport nr. 6 2014. Klima-, energi-, og bygningsministeriet.,

Naturstyrelsen (2014): Analyse af IPCC delrapport 2 – Effekter, klimatilpasning og sårbarhed

¹⁸² Kystdirektoratet, Landbevægelser i Danmark, <http://soeterritoriet.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html> (10.11.2018)

¹⁸³ Klimaændringers effekt på kysten, Kystdirektoratet, Jensen, J., Knudsen, S. B., 2007

¹⁸⁴ Hoegh-Guldberg, O. et al. 2014: The Ocean. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1655-1731.

¹⁸⁵ Kystdirektoratet, 2007 Jensen, J., Knudsen, S. B., Klimaændringers effekt på kysten

sidste 100 år alene skyldes naturlig udvikling. Det baseres bl.a. på, at den bedste overensstemmelse mellem modelsimuleringer og observationer opnås, når menneskeskabte og naturlige faktorer sammenholdes¹⁸⁶.

DMI har estimeret de klimaforandringer, som Danmark står over for frem mod slutningen af det 21. århundrede, på grundlag af den seneste viden fra FN's klimapanel og egne klimasimuleringer¹⁸⁷. Tabel 11-1 angiver de formodende klimaændringer frem til år 2100 i form af scenarier, der skildrer konsekvenserne ved forskellige temperaturstigninger.

Klimaændringer frem til 2100	A1B	A2	B2	EU2c
Temperatur				
Årsmiddeltemperatur	+ 2,2	+ 3,1	+ 2,2	+ 1,4
Vintertemperatur	+ 3,3	+ 3,1	+ 2,1	+ 2,2
Sommertemperatur	+ 1,2	+ 2,8	+ 2,0	+ 1,3
Nedbør				
Årsnedbør	+ 22 %	+ 9 %	+ 08 %	0 %
Vinternedbør	+ 20 %	+ 43 %	+ 18 %	+ 1 %
Sommernedbør	+ 16 %	- 15 %	- 7 %	- 3 %
Maximum døgnnedbør		+ 21 %	+ 20 %	+ 22 %
Vind				
Middelvind over hav	+ 4 %	+ 4 %	+ 2 %	+ 1 %
Maksimal stormstyrke	+ 4 %	+ 10 %	+ 1 %	+ 1 %
Tabellen viser de beregnede danske klimaændringer udtrykt som ændring i forhold til perioden 1961-90 for de fire klimascenarier. Tallene for A1B-scenariet er beregnet med en nyere version af DMIs regionale klimamodel (HIRHAM5), end den der er brugt til at beregne tallene for de øvrige scenarier (HIRHAM4). Desuden bygger tallene for A1B på den globale klimamodel ECHAM5, hvor de øvrige bygger på HadAM3H.				

Tabel 11-1. Klimaændringer frem til år 2100 for de fire nationale klimascenarier. Tallene er sat i forhold til perioden 1961-1990¹⁸⁸.

Ifølge prognoserne¹⁸⁹ vil Danmark i fremtiden få et varmere klima med generelt mere nedbør samt flere og mere ekstreme vejrhændelser, herunder storme. Især spår modellerne, at Danmark kan forvente mere regn om vinteren, og om sommeren vil der formentlig optræde både længere tørkeperioder og kraftigere regnskyl. Temperaturen i landet vil stige; særligt forventes mildere vintre, mens somrene bliver varmere, og der kan forekomme flere og længere hede- og varmebølger.

Påvirkning af kysten

Klimaet har afgørende betydning for forholdene ved kysten. Da kysten ved Skagen er en naturlig erosionskyst, vil den, uden kystbeskyttelse, rykke tilbage som den har gjort det i århundreder. Hastigheden for tilbagerykning, og dermed også den kystbeskyttelse, der er nødvendig for at holde tilbagerykningen i ro, vil være afhængig af klimaudviklingen.

¹⁸⁶ Klimaændrings effekt på kysten, Kystdirektoratet, Jensen, J., Knudsen, S. B., 2007

¹⁸⁷ DMI (2014): Fremtidige klimaforandringer i Danmark. Danmarks Klimacenter rapport nr. 6 2014. Klima-, energi-, og bygningsministeriet.

¹⁸⁸ Klimatilpasning, www.klimatilpasning.dk

¹⁸⁹ IPCC report Ocean <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/the-ocean/>

Storme, ekstreme højvande, bølgestørrelser og -retning, havstrømme og globale havstigninger spiller alle en rolle for behovet for kystbeskyttelse, da forskellene vil påvirke erosionsraten¹⁹⁰. De forhold, der især påvirker kystens udvikling, er udviklingen i vindforholdene og havvandstanden.

Vindforhold

Fremtidige klimaforandringer forventes også at ændre på de typiske vindmønstre, som de kendes i dag. De formodede fremtidige ændringer af vindmønstre er dog sværere at kortlægge, end det for eksempel er tilfældet for klimaparametre som temperatur og nedbør. DMI kan dermed ikke med sikkerhed forudsige en klar stigning i middelvinden og ekstremvinde, da data for vindstyrke og retning og de anvendte målemetoder er for usikre til at fastlægge en global eller regional tendens. Der vil dog sandsynligvis ses en stigning i stormstyrken specielt over Nordsøen, men der vil ikke nødvendigvis kunne ses flere storme^{191 192}.

Stigning i havvandstanden

At vandstanden i havene stiger, er en af de faktorer, der påvirker erosionen og landskabet ved Vestkysten. Vandstanden er betydende for, hvor i selve kystprofilet bølgeenergien bliver afsat og for erosionsraten på kysten. Derudover stiger sandsynligheden for oversvømmelse af oplandet med stigende havvandsstand¹⁹³.

Middelvandstanden varierer over længere perioder som resultat af eustatiske og isostatisk ændringer. Eustatiske variationer relaterer sig til ændringer i verdenshavenes vandmasser og volumen og er derfor globale ændringer. Langvarige vandstandsændringer, der resulterer i en stigende middelhavvandstand, er et af resultaterne af udledningen af drivhusgasser globalt. Isostatisk variationer relaterer sig derimod til lokale eller regionale landhævninger eller landsænkninger.

Stigninger i havvandstanden er en afledt konsekvens af den globale opvarmning, hvor både smeltende ismasser og termisk ekspansion bidrager til forhøjede middelvandstande. Havet vil derfor ikke stige jævnt over hele kloden¹⁹⁴. Der er dog en betydelig usikkerhed i forhold til hvor meget og hvor hurtigt havvandstande reelt vil stige.

Den sandsynlige stigning i den globale, og dermed den danske gennemsnitlige vandstand, baserer sig på forskellige klimascenarier, som tager udgangspunkt i udviklingen af drivhusgassernes koncentration i atmosfæren¹⁹⁴. Prognoser, som angiver DMI's bedste bud på vandstandsstigningerne omkring Danmark frem til år 2100, er illustreret i Figur 11-1. Det bemærkes, at processen ikke er lineær, men forventes at accelerere fremadrettet¹⁹⁵.

¹⁹⁰ Jensen, J., Knudsen, S. B., Kystdirektoratet, 2007, Klimaændringers effekt på kysten

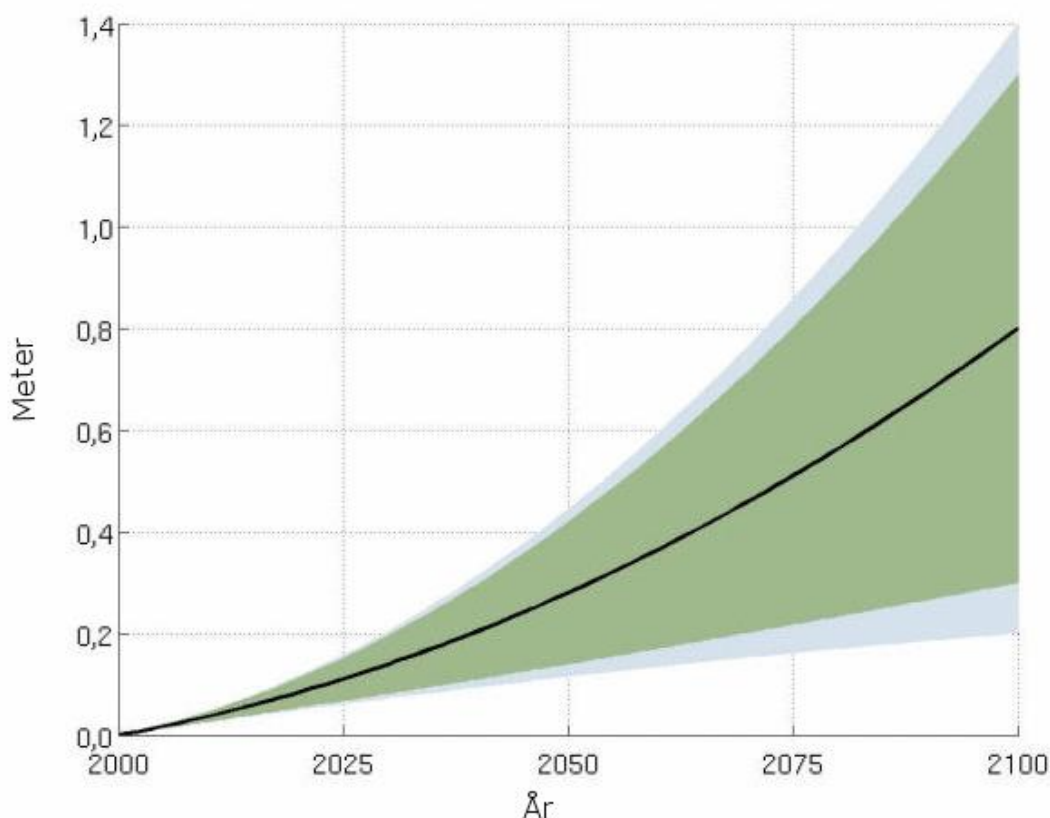
¹⁹¹ DMI, Fremtidige klimaforandringer i Danmark. Danmarks Klimacenter rapport nr. 6 2014. Klima-, energi-, og bygningsministeriet.

¹⁹² Woth, K.; Weisse, R. & von Storch, H., Dynamical modelling of North Sea storm surge extremes under climate change conditions – an ensemble study

¹⁹³ Jensen, J., Knudsen, S. B., Kystdirektoratet, 2007, Klimaændringers effekt på kysten

¹⁹⁴ Naturstyrelsen, 2014: Analyse af IPCC delrapport 2 – Effekter, klimatilpasning og sårbarhed

¹⁹⁵ DMI, 2012: Globale ændringer, <https://www.dmi.dk/da/hav-og-is/fremtidens-vandstand/globale-aendringer/>



Figur 11-1. Vandstandsstigninger de næste 100 år i meter. Her ses bort fra landhævning. Den sorte kurve viser middelværdien, mens det grønne og blå areal viser usikkerheden henholdsvis globalt og omkring Danmark¹⁹⁶.

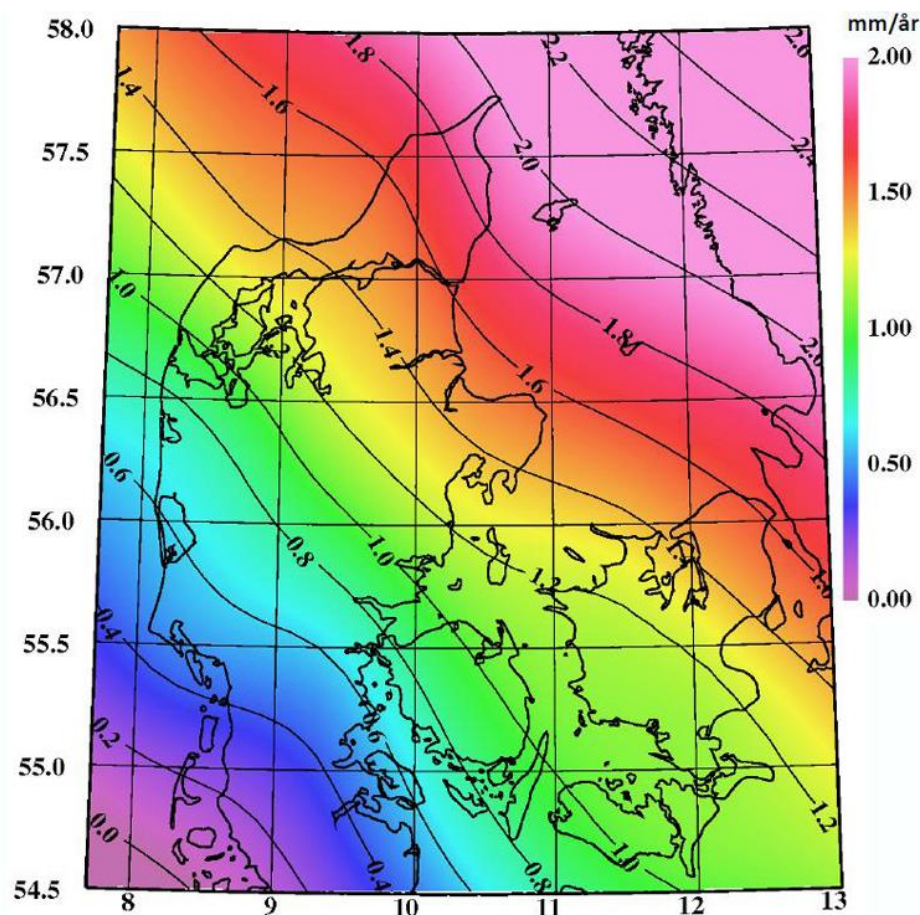
Den gennemsnitlige årlige havspejlsstigning forventes i omegnen af 0,32 cm/år¹⁹⁶. For Danmark gælder det, at der sker en generel landhævning og lokale sætninger, hvorfor havvandsstigningen vil have en varierende effekt på kyststrækningerne i forskellige dele af Danmark.

Relativ landhævning

Den generelle landhævning, der sker i store dele af Danmark, skyldes, at landskabet blev "trykket ned" under iskappen i sidste istid, og at det i dag hæver sig igen, efter at istykket er forsvundet. En havspejlsstigning vil derfor have mindre effekt i Nordøstdanmark, hvor landhævningen er størst, mens den falder mod sydvest. I Nordjylland vil landhævningen resultere i en konstant eller let faldende vandstand, indtil landhævningen opvejes af den klimabetingede havspejlsstigning.

Figur 11-2 angiver de absolutte vertikale landbevægelser i Danmark. For strækningen ved Skagen er den gennemsnitlige absolutte rate for landhævning 2 mm om året, og de kan dermed ikke opveje stigningen i havspejlet.

¹⁹⁶ DMI, 2012: Globale ændringer <https://www.dmi.dk/da/hav-og-is/fremtidens-vandstand/globale-aendringer/>



Figur 11-2. Landbevægelser i Danmark¹⁹⁷

11.2.2 Klimapåvirkning fra emissioner

Drivhusgasser forekommer naturligt i atmosfæren og kan absorbere den infrarøde stråling, der udsendes fra jordens overflade og hvormed atmosfæren opvarmes. Drivhusgasserne er altså grundlaget for, at opstår en drivhuseffekt og årsagen til, at jorden ikke er kold og ubeboelig for mennesker og levende organismer.

Hvert år udleder menneskene store mængder drivhusgasser verden over. De vigtigste er kuldioxid (CO_2), metan (CH_4), lattergas (N_2O) og de industrielt fremstillede F-gasser som for eksempel freon og CFC. Ved tilførsel af menneskeskabte drivhusgasser rykkes balancen mellem indgående og udgående stråling, og der opstår højere temperaturer. Nogle drivhusgasser absorberer stråling bedre end andre, fordi det sker ved et bredere spekter af bølglængder. For at tage højde for forskelle i absorptionsevne, er "Global Warming Potential" (GWP) introduceret, der sammenligner alle drivhusgasserne med CO_2 , som har et globalt opvarmningspotentiale på 1.

Det globale opvarmningspotentiale sættes i relation til en tidsperiode, fordi drivhusgassernes levetid i atmosfæren varierer meget. Der findes derfor forskellige GWP-værdier for forskellige tidshorisonter, og i takt med at der kommer ny viden, bliver drivhusgassernes GWP justeret. Ved at multiplicere udledningen af de enkelte drivhusgasser med deres GWP bliver udledningerne omregnet til CO_2 -ækvivalenter, som er en fælles enhed for drivhusgasser. Den samlede danske

¹⁹⁷ Kystdirektoratet, 2011: Landbevægelser i Danmark <http://soeterritoriet.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html> (10.11.2018)

udledning var i 2017 på 88.949.000 ton CO₂-ækvivalenter¹⁹⁸. Klimaet påvirkes i vid udstrækning af menneskets aktiviteter, som medfører en stigende udledning af drivhusgasser, herunder især kuldioxid (CO₂) og metan (CH₄). Danmark har i kraft af sit EU-medlemskab påtaget sig at reducere udledningen af drivhusgasser med 20 % i år 2020, i forhold det udledte niveau i 2005¹⁹⁹.

Tabel 11-2 viser en opgørelse over udledninger af drivhusgasser i Danmark i perioden fra 2000 til 2017. Udslip af drivhusgasser fra husholdninger var i 2017 8,4 mio. ton CO₂-ækvivalenter. Bidraget fra husholdninger har været svagt faldende i perioden 2000 til 2017. Erhvervene udledte i alt 80,6 mio. ton CO₂-ækvivalenter, hvoraf 39,7 mio. ton CO₂-ækvivalenter var udslip fra dansk opererede skibe, fly og køretøjers bunkring i udlandet.

	2000	2010	2015	2016	2017	For- deling i 2017	Ændring 2016 til 2017
	1.000 ton CO ₂ -ækvivalenter					%	
I alt inkl. Udslip i udland mv., ekskl. Forbrænding af biomasse	92.415	110.4078	85.020	89.961	88.949	100	- 1,1
Husholdninger	10.672	9.840	8.409	8.375	8.393	9,4	0,2
Brancher i alt	81.743	91.567	76.611	81.585	80.555	90,6	- 1,3
<i>Heraf dansk opererede skibe, fly og køretøjers bunkring i udlandet</i>	<i>19.743</i>	<i>37.453</i>	<i>35.864</i>	<i>38.852</i>	<i>39.732</i>	<i>44,7</i>	<i>2,3</i>
Landbrug, skovbrug og fiskeri	13.970	12.582	12.151	12.315	12.524	14,1	1,7
Råstofindvinding	2.833	2.204	1.887	1.785	1.824	2,1	2,2
Industri	9.408	6.015	5.811	6.004	6.116	6,9	1,9
Forsyningsvirksomhed	26.444	23.763	12.179	12.620	11.211	12,6	- 17,7
Bygge og anlæg	1.078	1.529	1.433	1.478	1.497	1,7	1,3
Handel og transport mv.¹	26.558	43.730	41.662	44.859	45.851	51,5	2,2
Øvrige brancher²	1.452	1.743	1.489	1.525	1.533	1,7	0,5
Brancher i alt ekskl. Bunkerting i udlandet	62.000	54.114	40.747	42.733	40.823	45,9	-4,5
¹ Udslip forårsaget af dansk opererede skibe, fly og køretøjers bunkring i udlandet indgår i handel og transport mv. ² Øvrige brancher omfatter: Information og kommunikation, finansiering og forskning, ejendomshandel og udlejning af erhvervsejendomme, boliger, erhvervsservice, offentlig administration, undervisning og sundhed samt kultur, fritid og anden service.							

Tabel 11-2. Udslip af drivhusgasser ekskl. CO₂ fra biomasse fra dansk økonomi over en årrække²⁰⁰.

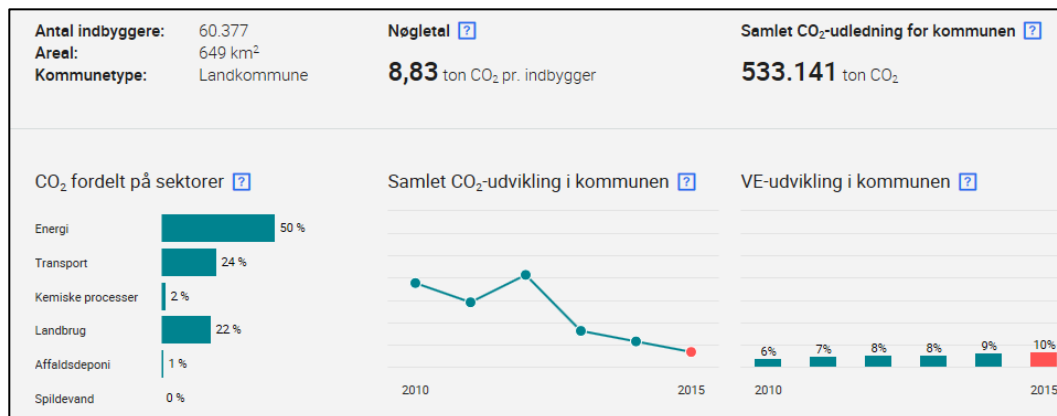
¹⁹⁸ Danmarks Statistik, Emissionsregnskab 2017, <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=27511>

¹⁹⁹ Energistyrelsen, Dansk Klimapolitik, <https://ens.dk/ansvarsomraader/energi-klimapolitik/fakta-om-dansk-energi-klimapolitik/dansk-klimapolitik> (19.01.2019)

²⁰⁰ Tabel fra <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=27511> (07.02.2019)

Udledningen fra de indenlandske aktiviteter har været faldende siden 2000 (minus 34 %) som følge af effektivisering af energiudnyttelsen, udvikling af vedvarende energi og udflytning af aktiviteter til udlandet. Udledningen fra dansk opererede skibe, fly og køretøjer i udlandet har i samme periode været stigende (+101 %).

Energistyrelsen har på hjemmesiden www.Sparenergi.dk i 2015 opgjort udledningen af drivhusgasser i Frederikshavn Kommune, jf. Figur 11-3.



Figur 11-3 Energistyrelsens opgørelse over udledning af drivhusgasser i Frederikshavn Kommune i 2015²⁰¹.

11.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, når den planlagte kystbeskyttelse ikke realiseres. I det tilfælde, vil der i perioden 2020-24 ikke være brug for indsats fra skibe og maskiner, som primært ville have bidraget til påvirkningen af klimaet ved udledning af drivhusgasser, hvis den planlagte kystbeskyttelse var blevet gennemført.

En havspejlsstigning på 0,32 cm/år forventes ikke i perioden 2020-24 at medføre en mærkbar stigning i kysterosionen i perioden. Ligeledes gælder for eventuelle ændringer i vindforholdene, som, hvis de forekommer, forventes at være så små, at de ikke kan registreres i raten af kysterosion. Havspejlstigninger og eventuelt hyppigere og kraftigere storme vil dog alt andet lige medføre et relativt større efterslæb på kystbeskyttelsen.

11.4 Vurdering af påvirkninger

De påvirkninger, som er relevante i forbindelse med kystbeskyttelsen, omfatter følgende:

- Kystbeskyttelsens sårbarhed overfor klimaforandringer
- Kystbeskyttelsens påvirkning af klimaet

11.4.1 Kystbeskyttelsens sårbarhed overfor klimaforandringer

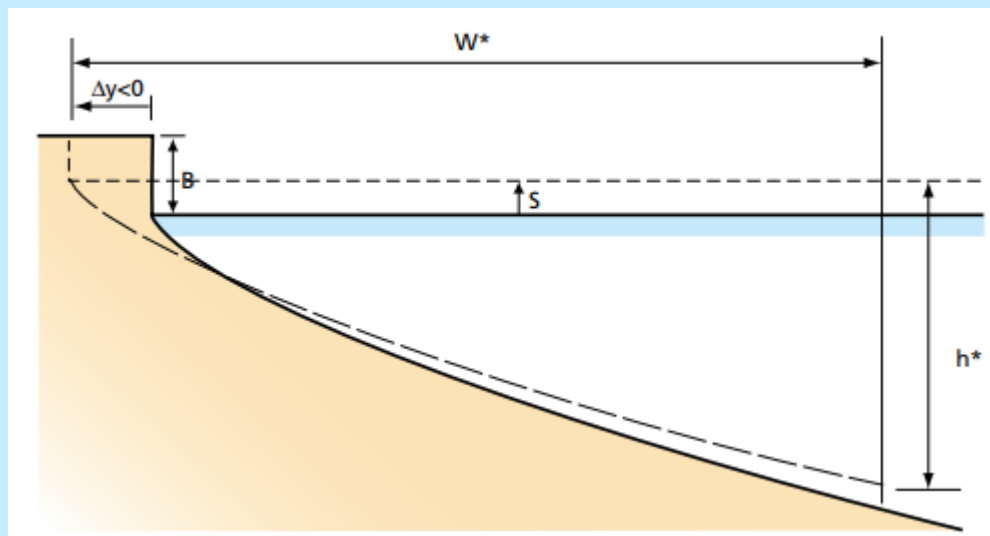
Den teoretiske sammenhæng mellem stigende havvandstand og kysterosion, kan beskrives med Bruuns regel, som fremgår af Figur 11-4. Modellen forudsiger, at en stigende vandstand vil medføre en tilbagerykning af kysten, når den indstiller sig i en ny ligevægt med den højere vandstand. Hvis tilbagerykningen skal undgås, vil det kræve, at der tilføres en mængde sand til kystprofilen ved sandfodring, som udligner det sand, der eroderes på kysten. Sandfodringsmængderne skal dermed både kompensere for den erosion, der opstår som følge af den bølgegenererede

²⁰¹ SparEnergi.dk, Energi- og CO₂-regnskabet, Frederikshavn Kommune, <https://sparenergi.dk/offentlig/valktoer/energi-og-co2-regnskab/frederikshavn>

strøm, og den erosion som opstår som følge af en havspejlstigning. En samlet stigning i havvandstanden på omkring 1,6 cm i perioden 2020-24 vil dog sandsynligvis ikke have en mærkbar effekt på kysterosionen i perioden.

Påvirkning af kysten ved stigende vandstand

Brunns Regel beskriver den teoretiske sammenhæng mellem vandstandsstigning og kysttilbagerykning. Reglen gælder for et kystprofil i ligevægt, og hvor den langsgående nettotransport er nul. Her vil en vandstandsstigning medføre en tilsvarende hævnung af kystprofillet. Materialerne til opfyldningen vil tilføres fra erosion af strand og af skrænt. Herved rykkes kysten tilbage, indtil den igen er i balance med den nye vandstand.



Figur 11-4. Bruuns Regel. Skitse af kystrespons pga. vandstandsstigning. Tilbagerykningen findes som $\Delta y = \frac{S}{h^*} (W^* + B)$.

Som nævnt tidligere, vil der sandsynligvis ske en stigning i stormstyrken specielt over Nordsøen, men der vil ikke nødvendigvis forekomme flere storme. Kraftigere storme kan medføre flere tilfælde med akut erosion, som kræver umiddelbar udbedring og derfor en hyppigere sandfodring på de ramte kyster. Den akutte erosion vil, som hidtil, være lokal og afhængig af den enkelte storms retning og styrke.

En forekomst af kraftigere storme vil også medføre en marginalt større risiko for, at der kan ske gennembrud af klitter med oversvømmelser til følge ved Skagen, som beskrevet i 0-alternativet i kapitel 5.

Den kystbeskyttelse, som foregår langs kysten ved Skagen, kompenserer for klimaforandringerne. Det er dog vanskeligt at estimere, hvor stor en andel af kysterosionen, der forårsages af klimaforandringer, og dermed hvor stor en andel af kystbeskyttelsesindsatsen, der kompenserer herfor.

Samlet vurdering: Det vurderes, at der som følge af klimaforandringerne løbende vil blive behov for at fodre med større sandmængder for at opretholde kystlinjens placering. Da vandstanden kun forventes at stige 1,6 cm inden for aftaleperioden, vurderes graden af påvirkning at være lille, hvorfor sandmængderne kun i begrænset omfang vil skulle øges. Påvirkningen vil ske vedvarende og lokalt på hele strækningen, da øgede sandmængder løbende vil skulle kompensere for

klimaforandringerne. Den samlede konsekvens vurderes at være ubetydelig, og klimaforandringerne vil dermed ikke medføre en væsentlig indvirkning på den planlagte kystbeskyttelse i aftaleperioden.

11.4.2 Kystbeskyttelsens påvirkning af klimaet

Forbrug af fossile brændstoffer til skibe og maskiner m.m. i forbindelse med gennemførelse af den planlagte kystbeskyttelse vil bidrage til den nationale udledning af drivhusgasser, og dermed også til den globale påvirkning af klimaet. Den samlede danske udledning i 2017 på 88.949.000 ton CO₂-ækvivalenter²⁰², hvori også indgår den nuværende kystbeskyttelse.

Der er i kapitel 10 *Luft* beskrevet to scenarier for sandfodringsaktiviteter. Den samlede CO₂-emission for sandfodringsaktiviteterne (fra skibe og entreprenørmaskiner) på strækningen fremgår af Tabel 11-3. Udledningen af CO₂-ækvivalenter sættes i forhold til den samlede årlige danske udledning af drivhusgasser og mængden af drivhusgasser udledt i Frederikshavn Kommune i 2015²⁰³.

	Udledning af drivhusgasser, ton CO ₂ -ækvivalenter	Andel af den årlige danske udledning af drivhusgasser	Andel af den årlige udledning af drivhusgasser i Frederikshavn Kommune
Scenarie 1a	340	0,0004%	0,06%
Scenarie 1b	480	0,0005%	0,09%
Scenarie 2a	230	0,0003%	0,04%
Scenarie 2b	350	0,0004%	0,07%

Tabel 11-3. Oversigt over beregnede udledning af drivhusgasser fordelt på scenarier samt hvert scenaries andel af den danske årlige udledning af CO₂ samt Frederikshavn Kommunes årlige udledning af CO₂.

Den samlede udledning af CO₂-emissioner fra den planlagte kystbeskyttelse udgør, som beregningerne viser, en ubetydelig andel af den samlede nationale CO₂-emission, som i 2017 var på 88.949.000 ton CO₂-ækvivalenter²⁰⁴. Den planlagte kystbeskyttelse medfører derfor en global, men meget lille grad af påvirkning i forhold til klimaet, og konsekvensen af CO₂-bidraget vurderes derfor samlet set som ubetydelig og uden væsentlig indvirkning på klimaet.

11.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af klima.

11.6 Kumulative effekter

I starten af 2021 færdiggøres etape 3 af Skagen Havns udvidelse. Udvidelsen vil udbygge Skagen Havn med 190.000 m² nyt landareal og 1.050 meter ny kaj og skal lægge areal til fiskeri, fiskeindustri samt gods og bunkering. Udvidelsen sker på havnens nordøstlige del søværts fra havnen. Udvidelsens anlægsaktiviteter kan ske sideløbende med den planlagte kystbeskyttelse i 2020.²⁰⁵ Havneudvidelsen vil give anledning til anlægs- og driftsaktiviteter, som kan have en kumulativ effekt sammen med kystbeskyttelsen. Den kumulative effekt mellem de to projekter vurderes dog ikke at være væsentlig for klimaet, da deres samlede CO₂-bidrag er begrænset.

Udledningen fra den planlagte kystbeskyttelse vil kunne kumulere med udledningen fra den øvrige skibstrafik fra Skagen Havn, men påvirkningen vurderes ikke at være væsentlig.

²⁰² Danmarks Statistik. Emissionsregnskab 2017, Geografi, miljø og energi. <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=27511>

²⁰³ Spar Energi, Energi- og CO₂-regnskabet, Frederikshavn Kommune, <https://sparenergi.dk/offentlig/vaerkerktoer/energi-og-co2-regnskab/frederikshavn>

²⁰⁴ Danmarks Statistik, Emissionsregnskab 2017, <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=27511>

²⁰⁵ Skagen Havn, Havneudvidelse etape 3, <http://www.skagenhavn.dk/dk/havneudvidelsen>

Udledningen fra den planlagte kystbeskyttelse vil sammen med de øvrige nationale udledninger af CO₂ medføre en kumulativ effekt, der har alvorlige følger for klimaet. Klimaændringerne vil samtidig medføre behov for en øgning af de sandmængder, der skal bruges til sandfodring, hvis kystlinjen skal opretholdes i fremtiden.

11.7 Sammenfattende vurdering

Erosion af kysten er påvirket af klimaforandringer, hvorfor den nuværende kystbeskyttelse allerede kompenserer for klimaforandringerne. Det er dog vanskeligt at estimere, hvor stor en andel af kysterosionen, der forårsages af klimaforandringer, og dermed hvor stor en andel af kystbeskyttelsesindsatsen, der kompenserer herfor. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da klimaforandringerne i perioden er relativt små, hvorfor behovet for sandfodring kun i begrænset omfang vil stige som følge af klimaforandringerne. Den samlede konsekvens vurderes derfor at være ubetydelig for kystbeskyttelsen.

Den samlede udledning af CO₂-emissioner fra den planlagte kystbeskyttelse udgør, som beregningerne viser, en ubetydelig andel af den samlede nationale CO₂-emission, og konsekvensen af CO₂-bidraget vurderes derfor samlet set som ubetydelig og uden væsentlig indvirkning på klimaet.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til klimaet er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Klimaets påvirkning på kystbeskyttelsen	Meget stor	Lokal	Lille	Vedvarende	Ubetydelig
Påvirkning af klimaet i form af emissioner	Meget stor	Globalt	Meget Lille	Lang	Ubetydelig

Tabel 11-4. Opsummering af miljøpåvirkninger på klima forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

12. JORD

Kapitlet beskriver påvirkningen af jord i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen.

12.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet, analyseret og vurderet på baggrund af:

- Gennemgang af jordartskort fra GEUS²⁰⁶.
- Gennemgang af Danmarks Miljøportal, Arealinformation med henblik på udpegning af eventuelle kortlagte grunde og områdeklassificeringer, som ligger umiddelbart langs kyststrækningen.²⁰⁷
- Vurdering af risici for spild af forurenede stoffer.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af jordbund og jordforurening er tilstrækkelig, da der findes tilgængeligt data af god kvalitet.

12.2 Eksisterende forhold

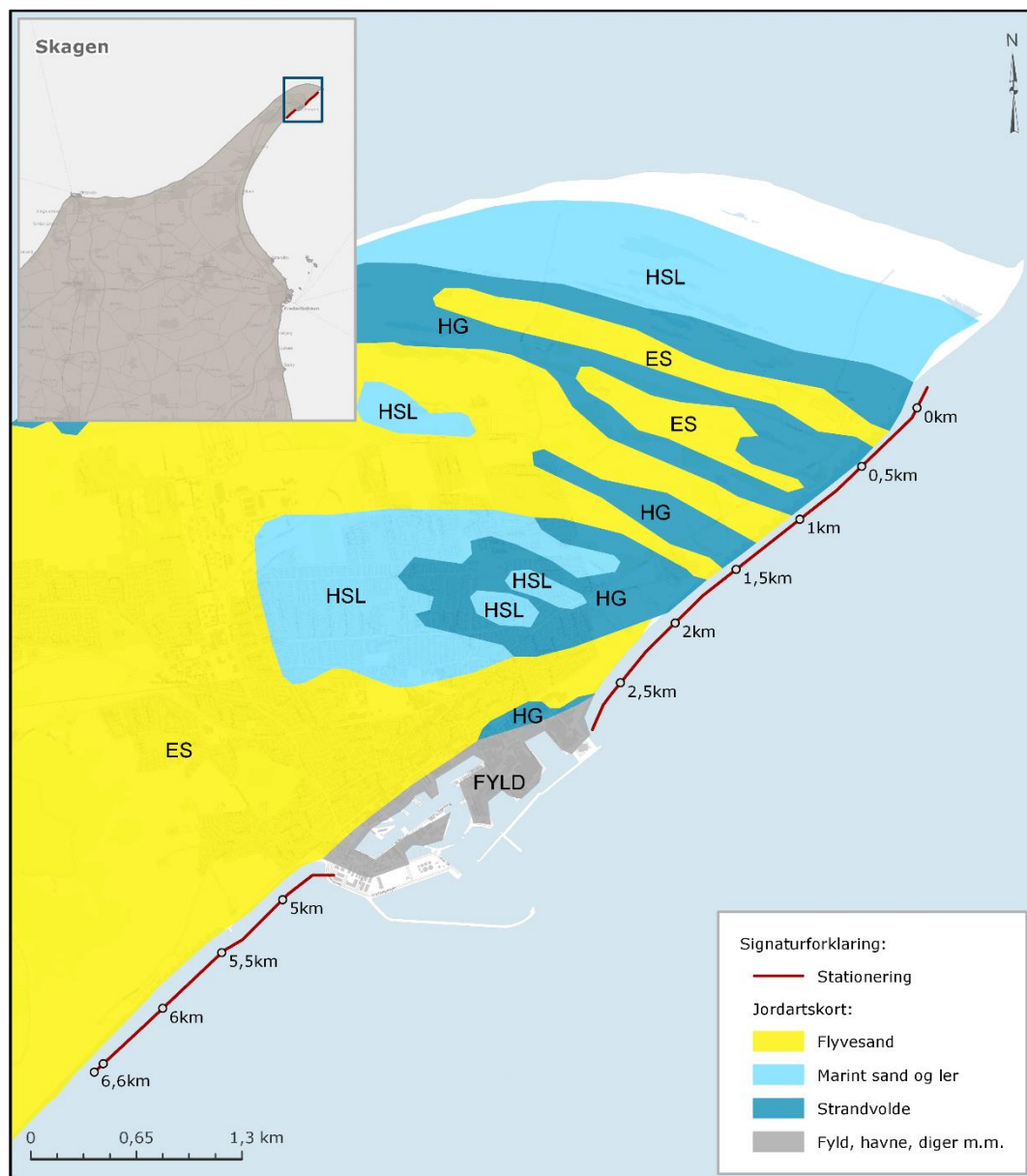
I det følgende beskrives de jordarter, der forekommer på strækningen, lige som kendt jordforurening på strækningen gennemgås og beskrives.

12.2.1 Jordbundsforhold

Jordarterne beskrives her på grundlag af GEUS' jordartskort, der angiver de overordnede forekomster af forskellige jordarter og organiske aflejringer. Hovedparten af de terrænnære aflejringer på Skagen er karakteriseret som flyvesand og udgør et vindaflejret klitlandskab. På Skagens vestlige- og nordlige kyst ses enkelte steder saltvandsaflejringer i form af marint sand og ler. Der ses også enkelte forekomster af ferskvandsaflejringer i form af strandvolde, se nedenstående Figur 12-1.

²⁰⁶ GEUS, http://data.geus.dk/geusmap/?mapname=denmark#baslay=baseMapDa&optlay=&extent=-215648.1481481481,5805083.912037037,1330648.148148148,6644916.087962963&layers=jordartskort_25000 (19.06.2019)

²⁰⁷ Danmarks Miljøportal, Arealinformation, <https://arealinformation.miljoeportal.dk/html5/index.html?viewer=distribution> (19.06.2019)

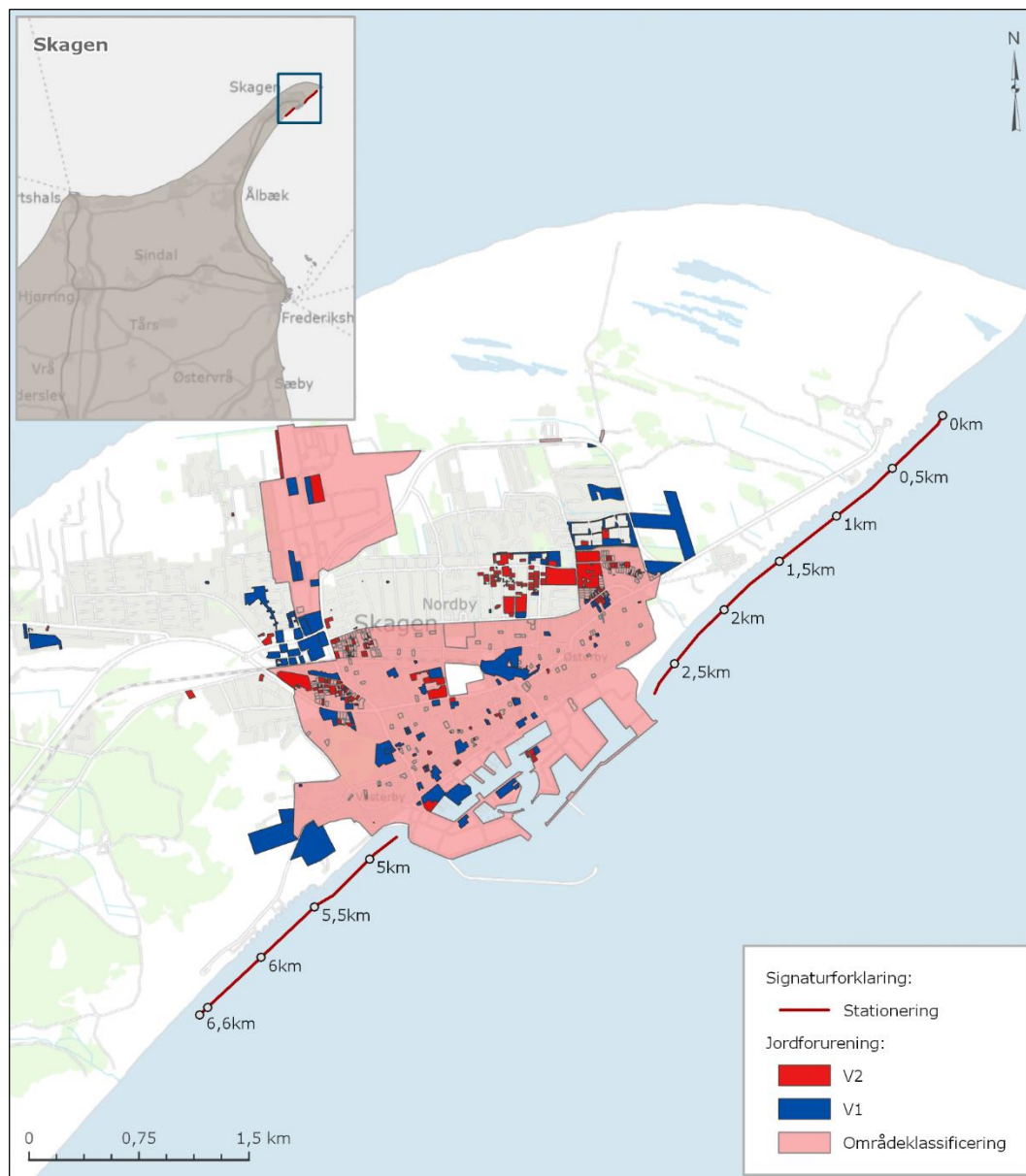


Figur 12-1. Jordartskort 1:25.000²⁰⁸.

²⁰⁸ GEUS, http://data.geus.dk/geusmap/?mapname=denmark#baslay=baseMapDa&optlay=&extent=-215648.1481481481,5805083.912037037,1330648.148148148,6644916.087962963&layers=jordartskort_25000 (19.06.2019)

12.2.2 Jordforurening

Der ingen kortlagte arealer umiddelbart ud til kysten jf. Figur 12-2. Området, hvor der skal udføres kystbeskyttelse, ligger også uden for Frederikshavn Kommunes områdeklassificering.

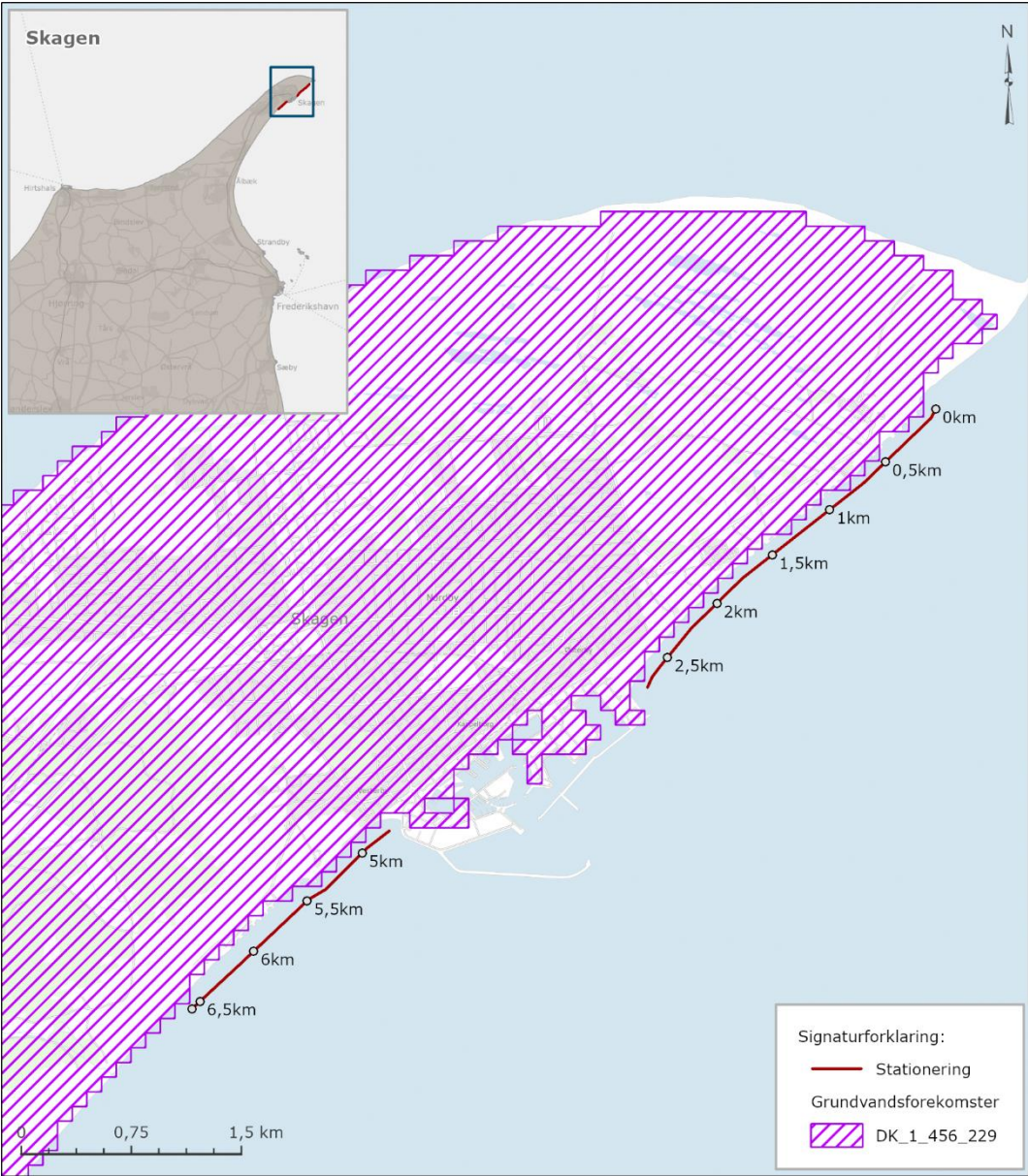


Figur 12-2. Kort over områdeklassificering og kortlagte ejendommen.

12.2.3 Grundvandsforekomster

Jf. Vandområdeplan 2015-2021²⁰⁹ omfatter strækningen ved Skagen en regional grundvandsforekomst, som vist på figur x og i tabel x. Der er ikke registreret terrænnære og dybe grundvandsforekomster ved strækningen.

²⁰⁹ <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv2-bek-2019>



Figur 12-3. Grundvandsforekomster ved Skagen.

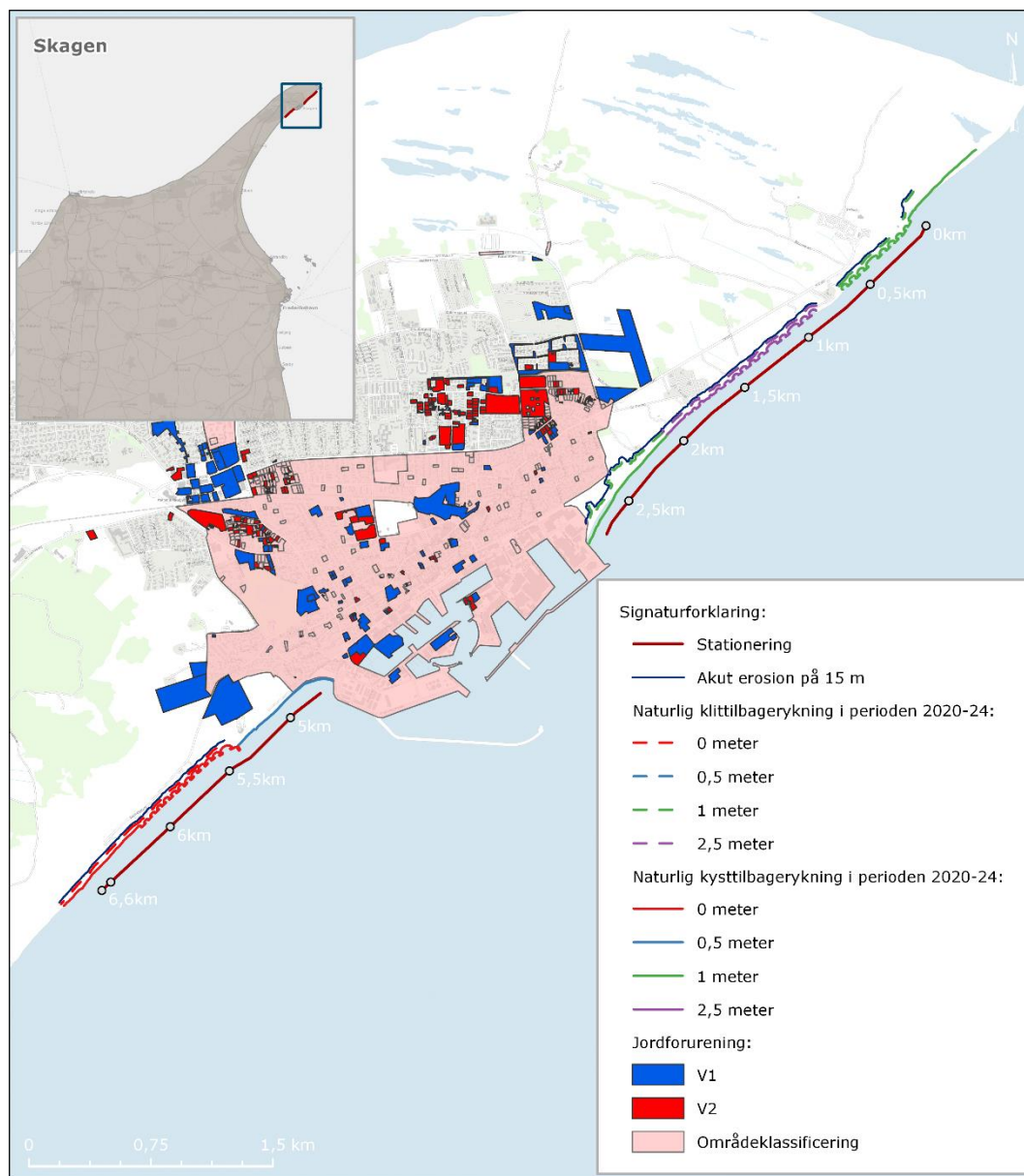
Grundvandsforekomst	Type	Kemisk tilstand	Kvantitativ tilstand	Samlet tilstand
DK_1_456_229	Regional	God	God	God

Tabel 12-1. Grundvandforekomst ved Skagen.

Grundvandsforekomsten er vurderet til at have en god kemisk og kvantitativ tilstand, og der må ikke ske forringelse af den aktuelle tilstand. Grundvandsforekomsten DK_1_456_229 findes i området mellem Aalborg og Skagen, og har et samlet areal på ca. 2.300 km². Grundvandsforekomsten har en stor arealmæssig udbredelse, og strækningen ved Skagen udgør en mindre del af arealet.

12.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres, og der derfor sker en naturlig tilbagerykning af kysten på strækningen. Kysttilbagetrækningslinjen og områder, der oversvømmes ved 100 års stormhændelsen, er angivet på Figur 12-4.



Figur 12-4. Formodet tilbagerykningslinje ved Skagen.

12.3.1 Jordbund

Ved 0-alternativet vil der ikke ske ændringer i forhold til jordbund, da jordbunden ikke ændres inden for tilbagetræknings- eller oversvømmelseslinjen. Der vil derfor ikke være påvirkninger i forhold til jordbund.

12.3.2 Jordforurening

Der er ingen kortlagte lokaliteter inden for tilbagetrækningslinjen. Ligeledes er der ingen kortlagte lokaliteter inden for linjen for oversvømmelse ved 100 års stormhændelsen.

Ved 0-alternativet vurderes der ikke at være lokale påvirkninger i form af spredning af forurenede stoffer til havmiljøet, da der ikke er kortlagte lokaliteter i eller i nærhed af tilbagetrækningslinjen.

Konsekvensen ved tilbagetrækning og oversvømmelse vurderes at være ubetydelig i forhold til påvirkning af forurenede jord.

12.3.3 Grundvandsforekomster

0-alternativet vurderes ikke at påvirke grundvandsforekomsterne, da der ikke vurderes at være spredning af forurenende stoffer.

12.4 Vurdering af påvirkninger

I forbindelse med gennemførelse af den planlagte kystbeskyttelse kan der ske følgende påvirkninger af jord:

- Spild af olieprodukter
- Grundvandsforekomster

12.4.1 Spild af olieprodukter

I forbindelse med gennemførelsen af den planlagte kystbeskyttelse kan der især være risiko for spild af diesel- og hydraulikolie i forbindelse med oplag af olieprodukter og ved uheld med maskiner på land og spild fra skibe.

Uheld sker typisk i forbindelse med arbejdet, hvorfor spildet vil blive erkendt med det samme, og der er derfor mulighed for straks at iværksætte de nødvendige tiltag for at begrænse forureningen, hvorfor sandsynligheden for en vedvarende forurening er lille. Forurenede jord skal afgraves med det samme og bortskaffes til en godkendt jordmodtager i henhold til den pågældende kommunes anvisninger²¹⁰, hvorfor påvirkningsgraden ved spild af olieprodukter vurderes at være lille, og varigheden er kortvarig. En eventuel forurening vil være lokal, da den kun vedrører det sted, hvor uheldet er sket. Konsekvensen ved spild af olieprodukter vurderes at være begrænset, når de nødvendige tiltag gennemføres for at begrænse forureningen, og den forurenede jord bortgraves og bortskaffes. Der er dermed ikke nogen væsentlige indvirkninger på jorden som følge af spild af olieprodukter.

12.4.2 Grundvandsforekomster

I forbindelse med gennemførelse af den planlagte kystbeskyttelse vil der udelukkende blive gennemført aktiviteter ud for og på kysten. Det vurderes, at der er en meget lille sandsynlighed for påvirkning af den kemiske tilstand for grundvandsforekomsterne i området som følge af kystbeskyttelsen og aktiviteterne forbundet hermed. Sedimentet, som anvendes til kystbeskyttelsen, består af rene materialer, som ikke indeholder skadelige stoffer, jf. kapitel 3 *projektbeskrivelse*.

Potentiel nedsivning af brændstof til terrænnære grundvandsforekomster ved kystbeskyttelsen vurderes ikke at udgøre en væsentlig risiko, da der ikke er registreret terrænnære grundvandsforekomster langs strækningen. Risikoen for lokal miljøpåvirkning fra et eventuelt spild af f.eks. olieprodukter fra maskiner vurderes at være minimal, og et evt. spild forventes hurtigt at kunne afgrænses og oprenses.

Det vurderes ligeledes, at sandsynligheden for påvirkning af den kvantitative tilstand for grundvandsforekomsterne i området er meget lille, da komprimering på stranden i anlægsfasen vil være minimal, fordi arbejdet udføres på sand, som er svært at komprimere.

²¹⁰ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord. BEK. nr. 1452 af 07/12/2015, <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=175829>

Den geografiske udbredelse vurderes at være lokal, da der er tale om en mindre del af det samlede forekomst ved Skagen. Grundvandets strømningsretning i de regionale magasiner forventes generelt at være mod kysten. Kystbeskyttelsens påvirkning af grundvandforekomsterne vurderes at være meget lille, da der er tale om kystbeskyttelse med rene materialer, og der straks igangsættes nødvendige tiltag for at begrænse en eventuel forurening fra spild med olieprodukter fra maskiner eller oplag, ligesom sandet er svært at komprimere. Varigheden af en eventuel påvirkning vurderes at være lang, og den samlede konsekvens for grundvandsforekomsterne vurderes at være ubetydelig og dermed ikke væsentlig.

12.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkning af jord og jordbund.

12.6 Kumulative effekter

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne forstærkes i forhold til jordbund og jordforurening.

12.7 Sammenfattende vurdering

I forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse vurderes det, at der er en lille sandsynlighed for vedvarende forurening fra spild af olie fra køretøjer og maskiner. Hvis der igangsættes en afgravning og bortskafning af forureningen umiddelbart efter, den er sket, vurderes forureningen kun at have begrænset og kortvarig, lokal betydning.

Det vurderes, at der er en meget lille sandsynlighed for påvirkning af den kemiske tilstand for grundvandsforekomsterne i området som følge af kystbeskyttelsen og aktiviteterne forbundet hermed. Potentiel nedsivning af brændstof til terrænnære grundvandsforekomster ved kystbeskyttelsen vurderes ikke at udgøre en væsentlig risiko, da der ikke er registreret terrænnære grundvandsforekomster langs strækningen. Den samlede konsekvens for grundvandsforekomsterne vurderes at være ubetydelig og dermed ikke væsentlig.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til jord er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Spild af olieprodukter m.m.	Lille	Lokal	Lille	Kortvarig	Begrænset
Grundvandsforekomster	Meget lille	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig

Tabel 12-2. Opsummering af miljøpåvirkninger på jord forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

13. MARIN BUNDFAUNA

Kapitlet beskriver påvirkningen af bundflora og -fauna i forbindelse med kystbeskyttelse af kyststrækningen ved Skagen.

13.1 Metode

De eksisterende forhold for bundflora og -fauna og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet på baggrund af en feltundersøgelse i oktober 2018 og eksisterende data fra publikationer, databaser, kortlægning og overvågning af Natura 2000-interesser, der er tilgængelige på:

- MiljøGIS - Natura 2000 planer 2016, marine naturtyper²¹¹
- MiljøGIS for råstoffer²¹²
- Opdeling af middeldkornstørrelsen i sandtyper (f.eks. mellem sand, meget groft sand) er udført efter en skala kaldet the Wentworth scale (eller Udden-Wentworth scale)²¹³.
- Tidligere undersøgelser omkring bundfauna på lavt vand (0-10 meter) langs Vestkysten udført af Miljøstyrelsen og DTU.
- VVM-redegørelser for bl.a. Skagen Havn og Frederikshavn Havn (se afsnit 13.2.1)

Der tages udgangspunkt i miljøkonsekvensvurderingens *projektbeskrivelse* i kapitel 3, herunder scenarierne med én samlet fodring med 300.000 m³ eller fodring med 120.000 m³ hvert andet år og én fodring med 60.000 m³ i perioden. Desuden inddrages modelsimuleringerne af sedimentspredning med oplysninger om udbredelse, varighed, koncentration af suspenderet sediment og omfanget af sedimentation (se kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation* samt bilag 4 om *Sedimentation, hydraulik, morfologi*). Metoden og resultaterne fra feltundersøgelsen er gennemgået detaljeret i bilag 7 om *Bundflora og fauna*.

Metode for feltundersøgelsen i 2018

Der blev foretaget feltindsamling af bundfaunaprøver og prøver til måling af kornstørrelsesfordelingen (fysik) i sedimentet i to prøvetagningsområder: Skagen nord og Skagen syd (se bilag 7 om *Bundflora og fauna*). Data blev efterfølgende opdelt i forhold til deres placering på kystprofilen i følgende kategorier til de statistiske analyser: Revle og Ydre strandplan. Der blev ikke taget prøver på forstrand, i strandnær zone eller i truget landværts for revlen, da det ikke var muligt at komme ind over revlen pga. revlens udformning og den anvendte bådtype.

Samtlige prøver ved Skagen nord (3,0-7,5 meters dybde) og ved Skagen syd (3,5-8,0 meters dybde) blev indsamlet den 4. til 5. oktober 2018 fra skibet M/S Anette Christina.

I hvert af de to prøvetagningsområder indsamledes 21 bundfaunaprøver, samt 21 parallelle prøver til analyse for kornstørrelser og glødetab (i alt to HAPS-prøver fra samme prøvetagningsstation) (HAPS-prøver, rørdiameter 13,5 cm, prøvetagningsareal ca. 0,015 m²).

Metode og indsamlede data fra feltundersøgelsen i 2018 og de tilhørende statistiske analyser er beskrevet nærmere i bilag 7 om *Bundflora og fauna*.

²¹¹ Miljø- og Fødevareministeriet, Natura 2000 planer 2016, <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&&profile=natura2000planer2-2016>

²¹² Miljø- og Fødevareministeriet, Råstofindfald på havet, <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=miljoegis-raastofferhavet>

²¹³ Wikipedia, Grain size, https://en.wikipedia.org/wiki/Grain_size

Analyse af bundfaunadata

De indsamlede bundfaunaprøver danner grundlag for en artsliste, individantal (total antal individer og antal individer pr m²), samt en angivelse af biomassen pr. Haps-prøve (total vådvægt og tørvægt) og pr prøvetagningsområde (total vådvægt, tørvægt og total pr. m²).

Statistisk analyse af bundfaunaprøverne omfatter diversitets-indekset Shannon-Wiener's H indeks og to økologiske indeks (AMBI-index og DKI-index). Diversitets-indekset beskriver variationen (diversiteten) i dyrelivet, mens de økologiske indeks beskriver arternes tolerance/robusthed i forhold til de økologiske forhold på lokaliteten.

Herudover er der foretaget statistisk analyse (DistLM i Primer 7), for at undersøge om de to prøvetagningsområder adskiller sig signifikant fra hinanden, eller om bundfaunasamfundet langs hele strækningen kan siges at være det samme overordnet set.

Endelig er det undersøgt, hvor stor en andel af variationen i de tilstedeværende arter og deres individantal, der kan forklares ud fra de undersøgte miljøvariable, såsom glødetab (%), silt/ler fraktionen (%), middeldornstørrelsen (D50) og bundfaunaprøvernes placering på kystprofilen (Reve og Ydre strandplan). Se detaljeret beskrivelse af metode for de statistiske analyser i bilag 7 om *Bundflora og fauna*.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af bundfauna er god. Den anvendte viden og data vurderes som god, idet der forekommer repræsentativ eksisterende viden, og idet der er foretaget repræsentative feltundersøgelser af bundfauna på strækningen i oktober 2018.

13.2 Eksisterende forhold

I det følgende er eksisterende forhold for sediment, bundfauna og -flora beskrevet på baggrund af eksisterende data og feltundersøgelser i oktober 2018.

Den eksisterende viden om bundfauna og den nye feltundersøgelse af bundfauna på strækningen ved Skagen beskrives i det følgende.

13.2.1 Tidligere bundfaunaundersøgelser

Eksisterende data for bundflora- og fauna i området omkring Skagen Havn er baseret på følgende datagrundlag:

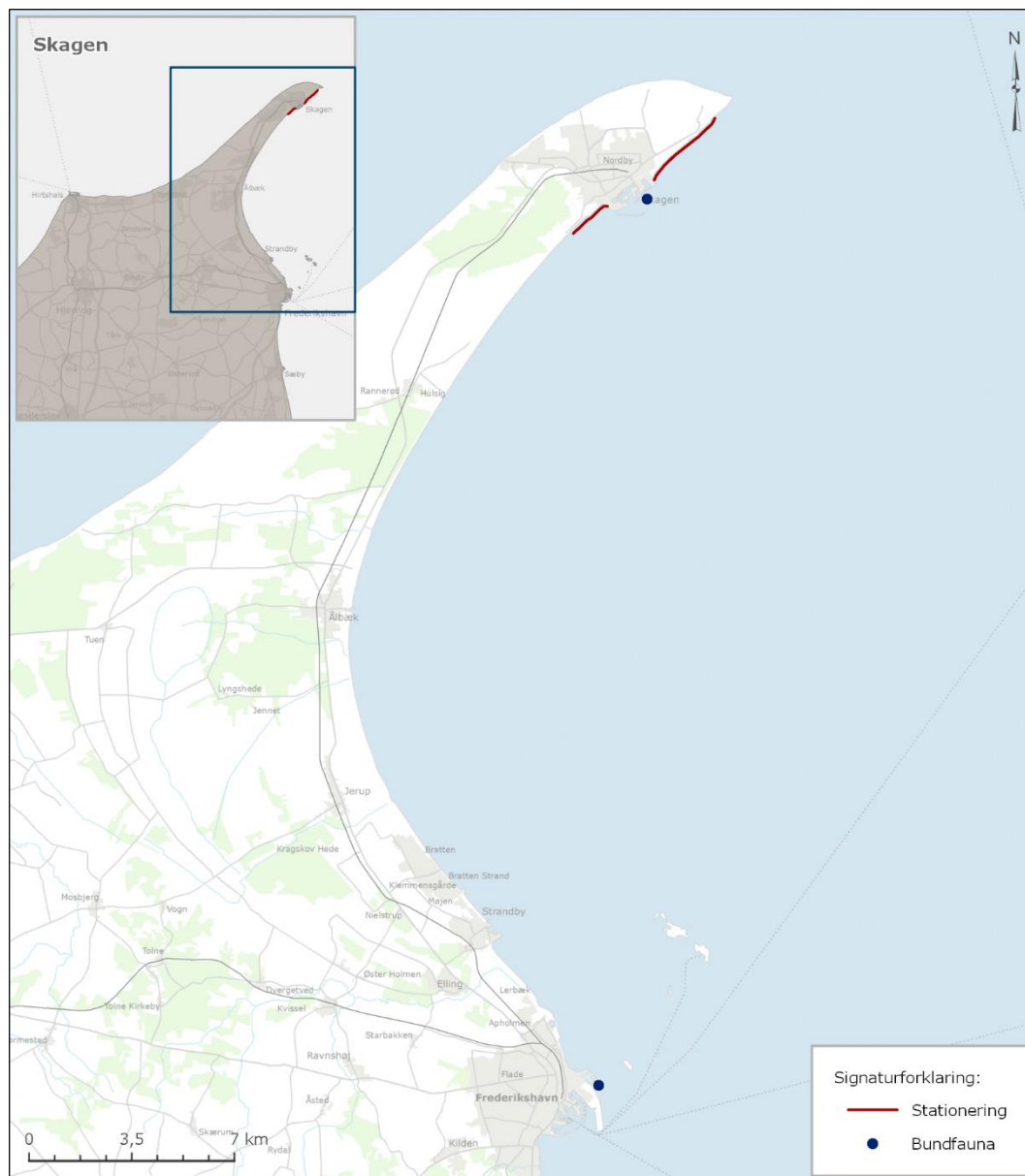
- VVM for udvidelse af Skagen Havn etape 1²¹⁴
- VVM for Skagen Havn etape 3²¹⁵
- Råstofeftersforskning i Ålbæk Bugt i område 7321-00075 i 2017 (ROV-video undersøgelser)²¹⁶
- VVM for udvidelse af Frederikshavn Havn²¹⁷.

²¹⁴ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

²¹⁵ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

²¹⁶ Orbicon. (2017). Råstofeftersforskning udført for COWI og Skagen Havn i efteråret 2017.

²¹⁷ Frederikshavn Havn. (2014). Udvidelse af Frederikshavn Havn, VVM-redegørelse og miljørapport, Bind 2: Bilagsbind. Endelig version. COWI.



Figur 13-1. Strækningen ved Skagen med placering af bundfaunastationer for eksisterende data.

Placeringen af strækningen ved Skagen i forhold til stationer med eksisterende data fremgår af Figur 13-1. For yderligere detaljer omkring metode for eksisterende data se bilag 7 om *Bundflora og fauna*.

Skagen Havn

I forbindelse med råstokortlægning syd for Skagen Havn i 2017 er der lavet ROV-videoundersøgelser ud for prøvetagningsområdet Skagen syd på 10-11 meters dybde og på lidt lavere vand længere mod syd på 8,8 og 9,2 meters dybde²¹⁸. ROV-videoerne viser alle en sandet til siltet bund med hvide skaller. Der var generelt et rigt dyreliv på havbunden i form af sandormehobe, siphonhuller fra muslinger i havbunden, epifauna og småfisk. De observerede arter af epifauna omfattede almindelig søstjerne (*Asterias rubens*), Luidia søstjerne (*Luidia atlantidea*), alm. strandkrabbe (*Carcinus maenas*), sømus (*Echinocardium cordatum*), eremitkrebs (*Pagurus bern-*

²¹⁸ Orbicon. (2017). Råstofeftersforskning udført for COWI og Skagen Havn i efteråret 2017.

hardus), hjertemusling (*Cerastoderma edule*), amerikansk knivmusling (*Ensis americanus*), sandmusling (*Mya arenaria*), alm. venusmuslingeskaller (*Chamelea striatula*), tårnsnegl, pelikanfodsnegl (*Aporrhais pespelecani*) og mange kutlinger. Den dominerende epifauna art var alm. søstjerne (Figur 13-2).



Figur 13-2. Foto fra ROV-videoen for råstoftkortlægning syd for Skagen Havn. Foto er fra station SK06.

Bundfaunasamfundet omkring Skagen Havn er kortlagt ved feltundersøgelser i 2004 på ca. 3-7 meters dybde²¹⁹. På sydsiden af Skagen Havn blev der i alt fundet 214 individer (=214 individer/m²) fordelt på 24 arter/slægter (se Tabel 13-1). Individmæssigt dominerede almindelig sømus (*Echinocardium cordatum*), muslingerne sribet tallerkenmusling (*Fabulina fabula*) og almindelig venusmusling (*Chamelea striatula*), samt børsteormen *Scoloplos armiger* (Figur 13-3). I forhold til biomasse dominerede sømus (*Echinocardium cordatum*) og venusmusling (*Chamelea striatula*).

Sandbunden ved Skagen på ca. 3-7 meters dybde kunne på baggrund af bundfaunaen karakteriseres som et Venussamfund^{220 og 221}. Venussamfundet er et Nordsøsamfund, der øst for Skagen dækker det vestlige Kattegat og området nord for Sjælland. Som en følge af den høje saltholdighed er det ikke usædvanligt at finde bundfaunasammensætningen helt ind på 4-5 meters dybde ud for den nordlige del af Jylland, hvor der er sandbund²¹⁹. Der er dog også indslag af lavvandsarter som sribet tallerkenmusling (*Fabulina fabula*).

Art	Prøvenummer					Total
	1	2	4	5	6	
Havbørsteorme						
<i>Scoloplos armiger</i>	4	1	1	2	10	18
<i>Nephtys sp.</i>		1				1
<i>Nephtys hombergii</i>	1					1
<i>Nephtys longosetosa</i>	7	1	1			9
<i>Pygospio elegans</i>			2		1	3
<i>Eulalia viridis</i>	1			1		2
<i>Glycera rouxi</i>				1		1
<i>Harmothoe impar</i>	1			4		5
<i>Spionidae</i>				1		1

²¹⁹ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

²²⁰ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

²²¹ Thorson. (1957). Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). Treatise on marine Ecology and Paleocology, årg. 1, pp. 461-534.

Art	Prøvenummer					Total
	1	2	4	5	6	
Lanice (<i>Lanice conchilega</i>)	1					1
<i>Magelona mirabilis</i>	9	3				12
Pighude						
Sømus (<i>Echinocardium cordatum</i>)		5	7	46	2	60
Almindelig slangestjerne (<i>Op- hiura albida</i>)					1	1
Snegle						
Dyndsnegle sp (<i>Hydrobia sp.</i>)	1					1
Stor boresnegl (<i>Lunatia ca- tena</i>)			1	1	1	3
Muslinger						
Blåmusling (<i>Mytilus edulis</i>)					1	1
Almindelig sandmusling (<i>Mya arenaria</i>)	2	4	2			8
Stribet tallerkenmusling (<i>Fa- bulina fabula</i>)	5	12	19	16	8	60
Almindelig Venusmusling (<i>Chamelea (Venus) striatula</i>)	3		1	2	2	8
Almindelig nøddemusling (<i>Nucula nitidosa</i>)			4	5	2	11
Bredribbet venusmusling (<i>Clausinella (Venus) fasciata</i>)				2		2
Andet						
<i>Oligochaeta sp.</i>	1				3	4
Mysidae				1		1
Total	36	27	38	82	31	214

Tabel 13-1. Bundfauna arter og individer i de seks prøver taget i området omkring Skagen Havn i 2004²²². Rød markering angiver de generelt dominerende arter i alle prøver. *Venus striatula* = *Chamelea striatula* (Worms). *Tellina fabula* = *Fabulina fabula* (Worms).



Stribet tallerkenmusling
Tellina fabula



Sømus
Echinocardium cordatum



Scoloplos armiger



Almindelig Venusmusling
Venus (Chamelea) striatula

Figur 13-3. Dominerende bundfaunaarter i Venussamfundet ved Skagen Havn i 2004. Almindelig venusmusling *Venus striatula* = *Chamelea striatula* (Worms), Stribet tallerkenmusling *Tellina fabula* = *Fabulina fabula* (Worms).²²³

²²² Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

²²³ Skagen Havn, 2018, Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport, Endelig udkast, COWI

Frederikshavn Havn

Bundfaunaanalyser fra VVM for udvidelsen af Frederikshavn Havn²²⁴ ca. 28 km syd for strækningen ved Skagen illustrerer ændringen af bundfaunasamfundene med dybden i havområdet ud for strækningen. Bundfaunaundersøgelserne omkring Frederikshavn Havn viser samlet, at bundfaunaen er fordelt i tre signifikant forskellige bundfaunasamfund fordelt på forskellige dybder som følger:

- På det lave vand fra strandkanten ud til ca. fire meter dybde findes et lavvandssamfund/ Tellina samfund (Feltstation F1 og F2).
- På ca. 4-14 meters dybde findes et bundfaunasamfund, der kan karakteriseres som et Venus-samfund (Feltstation F3 og F4)
- På dybder på ca. 14 - ca. 25 meters dybde findes et Amphiuira-samfund (feltstation F5 og F6).

Lavvandssamfundet/Tellinasamfundet²²⁵ ud til ca. fire meters dybde var karakteriseret af almindelig tallerkenmusling (*Angulus tenuis*), børsteormen *Scoloplos armiger*, dyndsnekl (*Peringia ulvae*) og stribet tallerkenmusling (*Fabulina fabula*).

Venussamfundet på ca. 4-14 meters dybde var karakteriseret af primært børsteormen (*Dipolydora coeca*), stribet tallerkenmusling (*Fabulina fabula*) og tykskallet venusmusling (*Clausinella fasciata*) samt flere børsteorme, muslinger og slimorme.

Endelig var amphiurasamfundet karakteriseret af fin mudderslangestjerne (*Amphiura filiformis*), og dens kommensal muslingen *Kurtiella bidentata* og børsteormen *Nephtys incisa*.

Sammenligning af eksisterende data fra tidligere undersøgelser

Samlet set viser de eksisterende data fra området at sedimentet består af sand med et mindre siltindhold. Bundfaunasamfundet kan opdeles i et lavvandssamfund/Tellinasamfund på 0-4 meters dybde, et Venussamfund på 4-14 dybde og et Amphiurasamfund på mere end 14 meters dybde i området omkring Skagen Havn og syd på ned til Frederikshavn Havn.

13.2.2 Bundfauna feltundersøgelser i 2018

I det følgende præsenteres et udsnit af resultaterne fra feltundersøgelsen i oktober 2018 ved Skagen Nord og Skagen Syd. En mere detaljeret gennemgang af data fra feltundersøgelsen fremgår af bilag 7 *Bundflora og fauna*, hvor hvert prøvetagningsområde er præsenteret særskilt.

Samfundsstruktur for Skagen Nord og Syd

Sammenligning af bundfaunadataene fra de to prøvetagningsområder på strækningen viser, at bundfaunasamfundet er artsrigt (44-49 arter nord-syd), individrigt (1752-2204 individer/m² nord-syd) og med høj biomasse (108-68 g/m² i nord-syd) (Tabel 13-2).

Der blev fundet i alt 62 arter i de to prøveområder, og havbørsteormene var den mest artsrige gruppe (Tabel 13-2). Der var flere arter og individer i det sydlige prøvetagningsområde, men størst biomasse i det nordlige prøvetagningsområde. Artsantallet og individantallet var generelt højest på ydre strandplan og lidt lavere på revlen.

²²⁴ Frederikshavn Havn. (2014). Udvidelse af Frederikshavn Havn, VVM-redegørelse og miljørapport, Bind 2: Bilagsbind. Endelig version. COWI.

²²⁵ Thorson. (1957). Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). Treatise on marine Ecology and Paleocology, årg. 1, pp. 461-534.

Individttætheden var domineret af almindelig sømus (*Echinocardium cordatum*), tangloppen *Urothoe poseidonis*, muslingerne hvælvtrugmusling (*Spisula subtruncata*) og *Mysella bidentata*, samt flere havbørsteormearter (*Scoloplos armiger*, *Poecilochaetus serpens*, *Pectinaria koreni*, *Magelona mirabilis*, *Spiophanes bombyx* og *Spio filicornis*) (Tabel 13-2).

Prøvetagningsområde	Dansk navn	Skagen nord	Skagen syd
Klasse/art			
Anthozoa (Koralstyr)		3	5
<i>Edwardsia</i> sp.		3	5
Bivalvia (Muslinger)		88	59
<i>Fabulina fabula</i>	Stribet tallerkenmusling	6	2
<i>Spisula subtruncata</i>	Hvælvtrugmusling	38	2
<i>Tellinomya ferruginosa</i>	Kommensal ²²⁶ med sømus	3	6
<i>Angulus tenuis</i>	Alm. tallerkenmusling	10	4
<i>Mysella bidentata</i>	Kommensal med sømus	21	25
<i>Ensis americanus</i> (<i>Ensis leei</i>)	Amerikansk knivmusling		1
<i>Chamelea gallina</i>	Stribet venusmusling	2	
<i>Nucula nitidosa</i>	Almindelig nøddemusling	6	14
<i>Thracia phaseolina</i>	Papirmusling	2	5
Echinoidea (Søpindsvin)		62	65
<i>Echinocardium cordatum</i>	Almindelig sømus	62	65
Gastropoda (Snegle)		3	14
<i>Euspira pulchella</i>	Lille boresnegl	1	
<i>Philine aperta</i>	Stor Flæsketerning	1	14
<i>Hinia reticulata</i>	Almindelig dværgkonk	1	
Leptocardii		1	1
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	Lancetfisk	1	1
Malacostraca (Storkrebs)		82	85
<i>Pontocrates altamarinus</i>			1
<i>Bathyporeia elegans</i>		15	
<i>Urothoe poseidonis</i>		65	71
<i>Ampelisca brevicornis</i>		1	1
<i>Liocarcinus</i> sp.	Almindelig svømmekrabbe		1
<i>Bathyporeia pelagica</i>			7
<i>Aora typica</i>			1
<i>Orchomene</i> sp.			3
<i>Perioculodes longimanus</i>		1	
Nemertini (Slimbændler)		14	30
<i>Nemertini</i> indet.		14	30
Polychaeta (Havbørsteorme)		250	402
<i>Magelona mirabilis</i>		24	48
<i>Nephtys cirrosa</i>		7	5
<i>Ophelia borealis</i>		3	
<i>Spio filicornis</i>		29	58
<i>Spiophanes bombyx</i>		31	49
<i>Nephtys longosetosa</i>		1	
<i>Scolecopsis bonnieri</i>		2	3
<i>Scoloplos armiger</i>		21	66
<i>Goniada maculata</i>		2	1
<i>Sigalion mathildae</i>		6	5
<i>Phyllodoce groenlandica</i>		3	7
<i>Spio armata</i>		1	
<i>Nephtys hombergii</i>		1	2
<i>Capitella capitata</i>		2	2
<i>Nephtys caeca</i>		5	5
<i>Eteone longa</i>		6	9
<i>Chaetozone setosa</i>		5	11
<i>Nephtys assimilis</i>			1
<i>Pholoe baltica</i>			6
<i>Lanice conchilega</i>	Lanice	3	21
<i>Notomastus latericeus</i>			1
<i>Pectinaria koreni</i>		34	31
<i>Owenia fusiformis</i>			1
<i>Phyllodoce mucosa</i>		3	
<i>Chaetopterus</i> sp.		1	
<i>Poecilochaetus serpens</i>		58	55

²²⁶ Kommensal betyder at dyret lever sammen med en anden art, og får del i artens føde.

Prøvetagningsområde	Dansk navn	Skagen nord	Skagen syd
<i>Sthenelais limicola</i>			1
<i>Phyllodoce mucosa</i>			5
<i>Pseudopolydora pulchra</i>		1	3
<i>Polydora caeca</i>		1	
<i>Nephtys</i> sp.			1
<i>Chaetopterus norvegicus</i>			1
<i>Mediomastus fragilis</i>			2
<i>Capitomastus minimus</i>			2
Platyhelminthes (Fladorme)		23	2
<i>Discocelides langi</i>		23	2

Tabel 13-2. Sammenligning af arter og individantal i de to prøvetagningsområder. Sort fed skrift angiver totalt antal for klassen. Røde tal angiver arter, der dominerer individantallet. Kommensal = dyr eller plante, som lever sammen med en anden art, hvis føde det får del i.

Bundfaunasamfundet kan karakteriseres som et Venussamfund med karakteristiske arter såsom stribet venusmusling (*Chamelea gallina*), sømus (*Echinocardium cordatum*), stribet tallerkenmusling (*Fabulina fabula*) og forskellige havbørsteormearter²²⁷. Artssammensætningen i det observerede Venussamfund på 3-7,5 meters dybde i 2018 er meget lig Venussamfundet beskrevet fra området omkring Skagen Havn i 2004²²⁸ og Frederikshavn Havn i 2014²²⁹ på samme dybder. Venussamfundet findes udbredt på sandbunden i Kattegat, Skagerrak og Nordsøen²²⁷. Fra de eksisterende data og feltundersøgelserne i de to prøvetagningsområder bekræftes at Venussamfundet findes på lavere vand og helt ind til fire meter dybde ud for strækningen ved Skagen formodentligt pga. den høje salinitet i området. Venussamfundet findes på sandbund i typisk i ca. 10 til 40 meters dybde i Nordsøen og Kattegat²³⁰, se Figur 13-4. Som det fremgår af feltundersøgelsen og de nævnte undersøgelser fra Skagen og Frederikshavn Havn, ses Venussamfundet også på lavere vanddybder end ti meter.



Figur 13-4. Udbredelse af Venussamfundet i dansk farvand.²³⁰

²²⁷ Gyldendal den store danske. (2019). Havdyresamfund, <https://denstoredanske.lex.dk/havdyresamfund> Gyldendal.

²²⁸ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

²²⁹ Frederikshavn Havn. (2014). Udvidelse af Frederikshavn Havn, VVM-redegørelse og miljørapport, Bind 2: Bilagsbind. Endelig version. COWI.

²³⁰ Madsen, S. 2008, HAV- OG FISKERIBIOLOGI, Fiskericiklen, 1. udgave 2008, ISBN 87-90749-08-1, originalkort i Danmarks Natur, bind 3 - Havet. Politikens Forlag 1987.

Levevis for udvalgte arter fundet ved Skagen Nord og Skagen Syd er beskrevet i boksen herunder.

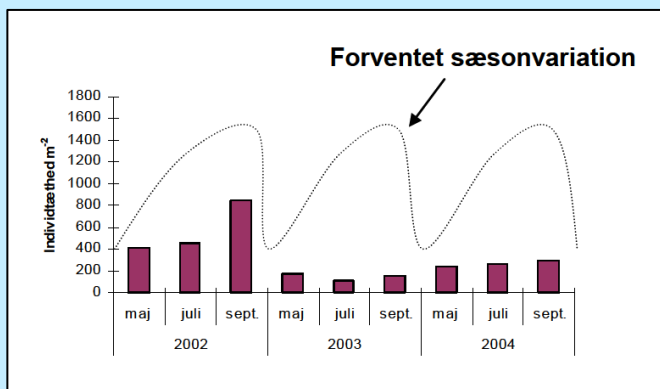
Levevis for udvalgte bundfaunaarter

Havbørsteormen *Magelona mirabilis* er typisk nedgravet i fint sand og findes fra 0-32 meters dybde. Arten er tilpasset ustabile områder med stærk strøm, bølgeaktivitet og mobilt sediment og kan forekomme i stort antal, hvor miljøet tillader det²³¹.

Hvælvet trugmusling (*Spisula subtruncata*) lever nedgravet lige under bundens overflade med kun de korte ånderør stikkende op og lever af spise partikler fra vandsøjlen. Almindelig trugmusling bliver kønsmoden, når den er knap et år gammelt²³².

Almindelig sømus (*Echinocardium cordatum*, se Figur 13-3) lever oftest nedgravet i sandbund (indtil 15-20 cm) eller mudderbund (højst et par cm) i en slimklædt hule, der står i forbindelse med overfladen via en åben kanal. Lange sugefødder på oversiden samler føde på bundens overflade. Ved hjælp af andre lange sugefødder føres partiklerne til munden på dyrets underside. Samtidig bevæger dyret sig gennem bunden ved hjælp af nogle af sine pigge. Undervejs indtages usortet bundmateriale med den skuffeformede mund.

Bundfaunaens arter gyder deres æg og larver i sommermånederne og individtætheden for bundfauna varierer derfor over året. Det generelle sæsonmønster er en lav tæthed i vintermånederne samt det tidlige forår og en høj tæthed i sommermånederne og i starten af efteråret, hvorefter individtætheden falder igen, hvilket er vist i en undersøgelse foretaget ved Agger Tange (Figur 13-5)²³³. Artssammensætningen varierer ligeledes over året og mellem årene. Kraftige storme kan omlejre sandbunden og medføre en ændret individtæthed og artssammensætning. Sandfodring kan desuden medføre lavere antal af især børsteorme²³³ og ²³⁴.



Figur 13-5. Gennemsnitlig individtæthed af bundfauna pr. m⁻² ved Agger Tange (referencestation ikke påvirket af sandfodring).

²³¹ Ballerstedt. (2005). Scoloplos armiger A bristleworm. In Tyler-Walters H. and Hiscock K (eds) Marine life information network: Biology and sensitivity key information reviews. Plymouth: Marine biological association of the United Kingdom. <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1721>.

²³² Marianne Køie: Muslinger i Naturen i Danmark, Fenchel, Larsen, Vestergaard, Friis Møller og Sand-Jensen (red.), 2006-13, Gyldendal. Hentet 18. juni 2019 fra <http://denstoredanske.dk/index.php?sideId=483266>

²³³ DFU. (2005). Kystfodring og godt fiskeri. Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. DFU-rapport nr. 171-07. Danmarks Fiskeriundersøgelser.

²³⁴ DFU. (2007). Kystfodring og kystøkologi. Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. DFU-rapport nr. 171-07. Danmarks Fiskeriundersøgelser.

Bundfaunasamfundets artssammensætning indikerer, at de to prøvetagningsområder består af en moderat eksponeret sandbund med et mindre indslag af silt. Forekomsten af *Lanice* (*Lanice conchilega*) specielt i det sydlige prøvetagningsområde (se Tabel 13-2 samt bilag 7 *Bundflora og bundfauna*) indikerer desuden, at der er en del strøm og vandbevægelse i området og gode iltforhold og vandkvalitet. Den dominerende sømus viser også, at der er gode iltforhold, da almindelig sømus er kendt som meget iltsvindsfølsom²³⁵.

De observerede arter er almindelige i kystområdet omkring især Jylland - i Kattegat, Skagerrak, Nordsøen, og en del af arterne findes også ved Vestkysten. Ingen af arterne er fredede eller rødlistede i Danmark. Venussamfundet er forholdsvis almindeligt i dansk farvand og udbredt langs Vestkysten og ind i Kattegat.

Der blev ved Skagen Nord og Syd observeret enkelte individer (1-4 individer pr prøve) af havbørsteormen *Lanice* (*Lanice conchilega*, se Figur 13-6) i henholdsvis to og 13 prøver, svarende til 105 og 113 individer/m². *Lanice* har et relativt højt individantal i nogle prøver, og der kan derfor forekomme områder i prøvetagningsområderne, der kan defineres som biogene rev. Det er ikke muligt at underbygge eller kvantificere forekomsten af *Lanice* biogene rev yderligere, da havbunden i forbindelse med feltundersøgelserne ikke blev kortlagt med video. Videoerne fra stationerne på lidt dybere vand i forbindelse med råstofeftersøgning syd for Skagen Havn²³⁶ viste ikke forekomst af *Lanice* revstrukturer. *Lanice* forekommer vidt udbredt i Skagerrak og Nordsøen²³⁷.



Figur 13-6. *Lanice* på vadeblade og på havbunden i Nordsøen ud for Blåvand, Vestjylland²³⁸.

EUNIS har klassificeret *Lanice* (*Lanice conchilega*) i hierarkiet (EUNIS klasse "A2.245 *Lanice conchilega* in littoral sand"²³⁹), men arten er ikke fredet. *Lanice* er en tubeformende havbørsteorm (Polychaeta), der lever delvist nedgravet i havsedimentet. Store forsamlinger af *Lanice* kan danne revlignende strukturer²⁴⁰, der kan fungere dels som vigtige fødeemner for fisk og fugle, men også

²³⁵ Felthåndbogen. (2019). Almindelig sømus. Website besøgt januar 2019, <https://www.fugleognatur.dk/artsbeskrivelse.asp?ArtsID=4556>.

²³⁶ Orbicon. (2017). Råstofeftersøgning udført for COWI og Skagen Havn i efteråret 2017.

²³⁷ Miljøstyrelsen. (2018). Kortlægning af Natura 2000-områder Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2017-2018.

²³⁸ WIKIPEDIA og Orbicon.

²³⁹ European Environment Agency, *Lanice conchilega* in littoral sand, <https://eunis.eea.europa.eu/habitats/1955>

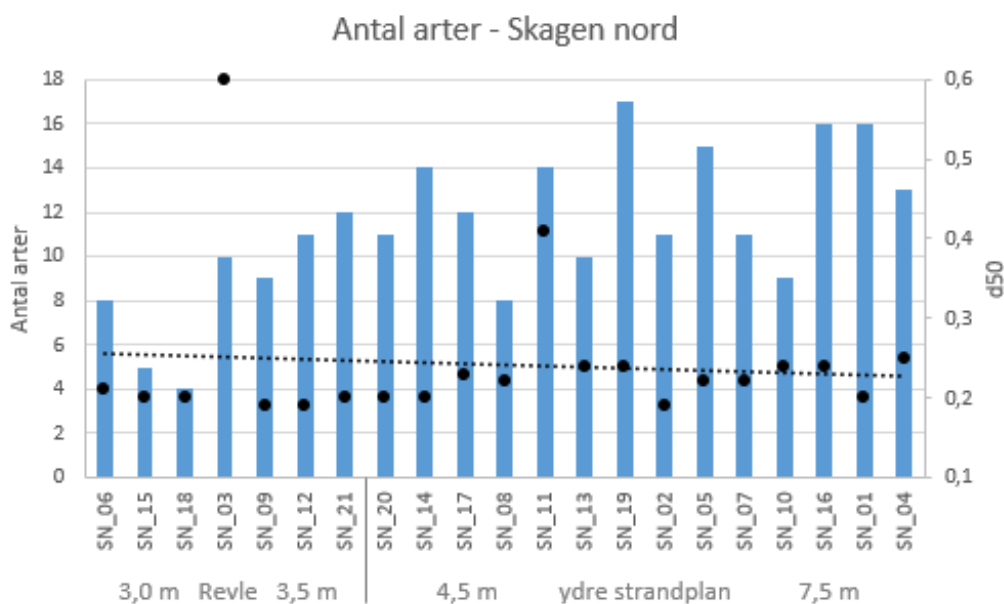
²⁴⁰ Rebaut et al. (2009). Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. Helgoland Marine Research, 63(1), 37.

som habitat for andre marine organismer, der kan søge ly og føde her, hvilket kan give en øget diversitet²⁴¹.

Placering på kystprofilet

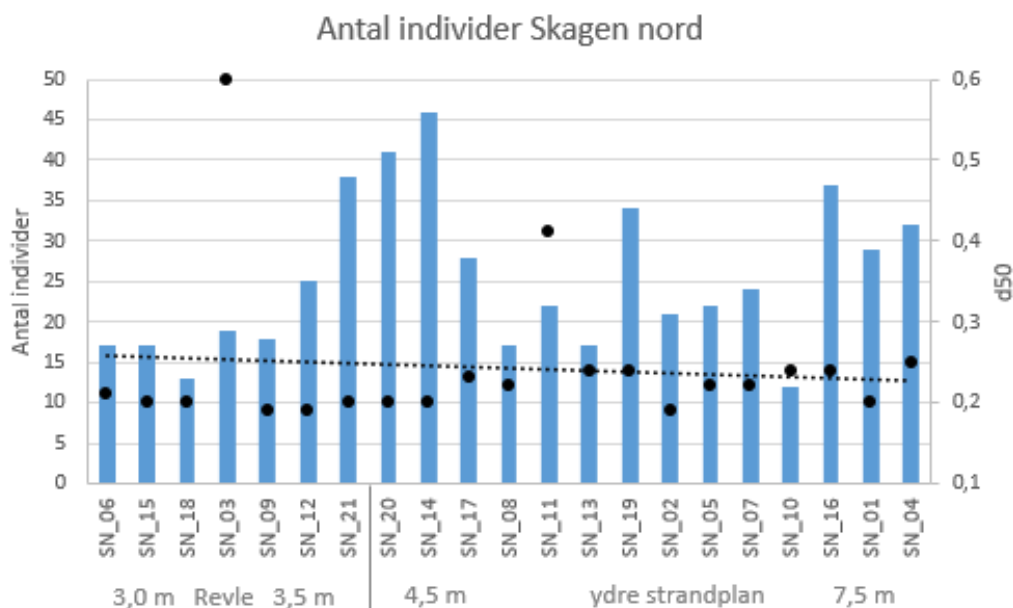
Der blev observeret dyr i alle indsamlede bundfaunaprøver for Skagen Nord. Figur 13-7 og Figur 13-8 viser hhv. artsantallet og individantallet samt middelnørrelsen (d50) i de enkelte prøver i prøvetagningsområdet. Grundet kystprofilets udformning og det tilgængelige skib var det ikke muligt at indsamle prøver i truget på indersiden af revlen.

De højeste antal arter (ca. 12 arter pr. delprøve) og individer (ca. 27 individer pr. delprøve) blev observeret på det ydre strandplan søværts for revlen, hvilket ses af Figur 13-7 og Figur 13-8. Middelnørrelsen (d50) var meget ens på revlen og det ydre strandplan, og lå mellem 0,24 - 0,26 mm.



Figur 13-7. Artsantal i de enkelte bundfaunaprøver indsamlet ved Skagen nord i 2018 (blå søjler). Under prøve-nummeret ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er middelnørrelsen (d50 (mm), vist som sorte punkter) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen (sort stiplede linje) for D50 er tilføjet.

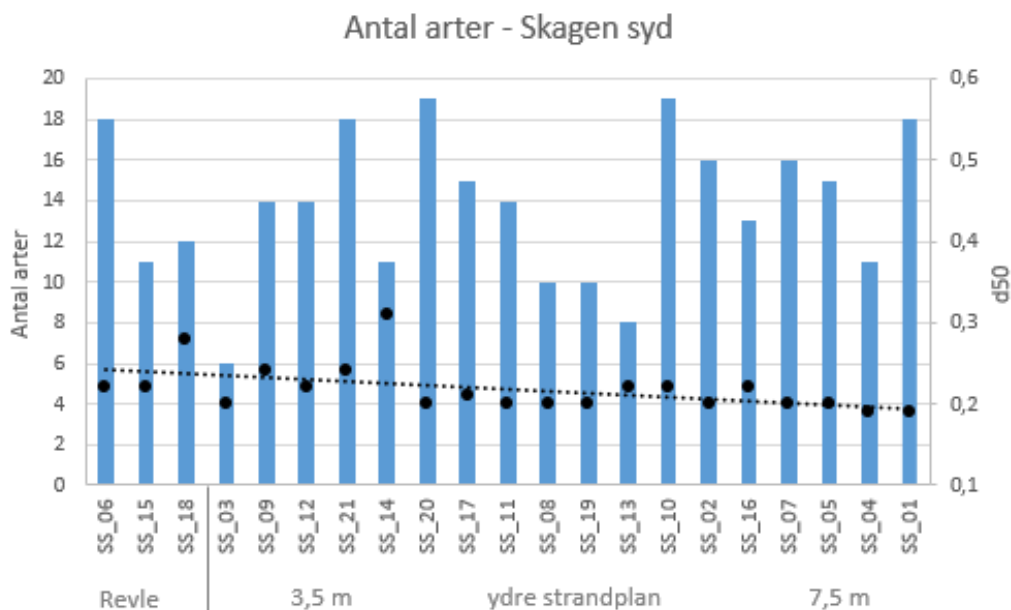
²⁴¹ De Smet et al. (2015). Biogenic reefs affect multiple components of intertidal soft-bottom benthic assemblages: the *Lanice conchilega* case study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 152, 44-55.



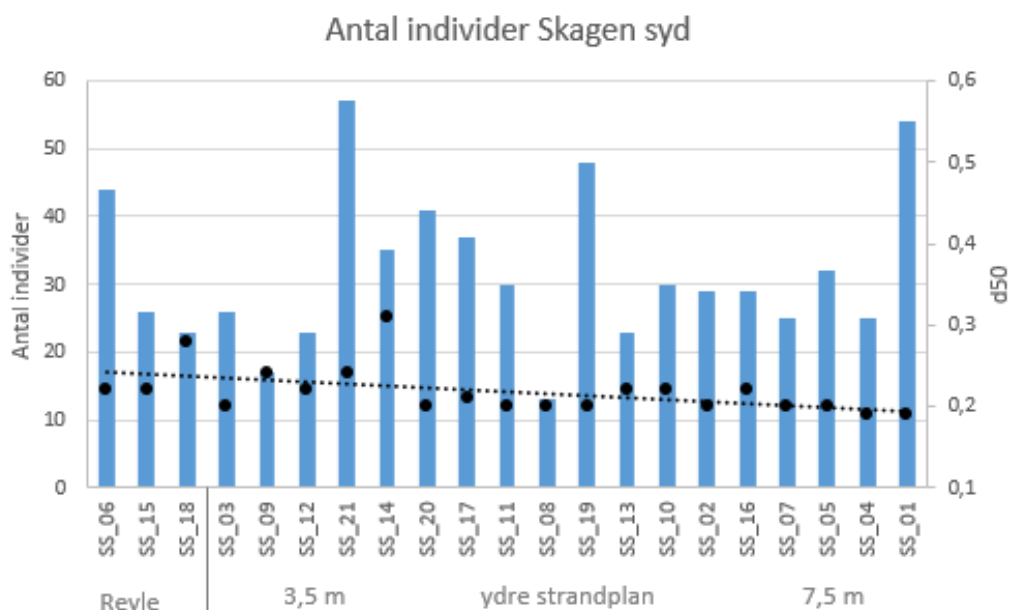
Figur 13-8. Individantallet i de enkelte bundfaunaprøver indsamlet ved Skagen nord i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er middelnørstørrelsen (d50 (mm), vist som sorte punkter) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen for d50 (sort stiple linje) er tilføjet.

Der blev observeret dyr i alle indsamlede bundfaunaprøver for Skagen Syd. Figur 13-9 og Figur 13-10 viser hhv. artsantallet og individantallet samt D50 i de enkelte prøver i prøvetagningsområdet. Grundet kystprofilets udformning, og det tilgængelige skib, var det ikke muligt at indsamle prøver i trug på indersiden af revlen.

Antallet af arter (ca. 13 arter pr. delprøve) og individer (ca. 31 individer pr. delprøve) var stort set ens på revlen og det ydre strandplan søværts for revlen, hvilket ses af Figur 13-9 og Figur 13-10. Det samme var gældende for middelnørstørrelsen (d50) som var 0,23 - 0,24 mm uanset placeringen på profilet.



Figur 13-9. Artsantal i de enkelte bundfaunaprøver indsamlet ved Skagen syd i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er middelnørstørrelsen (d50 (mm), vist som sorte punkter) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen (sort stiple linje) for d50 er tilføjet.



Figur 13-10. Individantallet i de enkelte bundfaunaprøver indsamlet ved Skagen syd i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er middelkornstørrelsen (d50 (mm)), vist som sorte punkter) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen for d50 (sort stiplede linje) er tilføjet.

Statistisk analyse

Der blev udført statistisk analyse (DistLM i Primer -marginal and best model), for at undersøge, hvor meget de indsamlede miljøvariable og prøvernes placering (revle eller ydre strandplan) kunne forklare den observerede forskel mellem forekomst af bundfaunaarter og individer i bundfaunaprøverne.

De inkluderede miljøvariable var:

- Sorteringsgrad (D60/D10)
- Middelkornstørrelsen D50
- Silt/ler fraktionen (%)
- Glødetab (%)
- Bundfaunaprøvernes placering på kystprofilet

Den statistiske analyse viste at, bundfaunasamfundets sammensætning blev forklaret bedst ved dybden (11%), hvilket stemmer fint overens med opdelingen af bundfaunasamfundene i området på baggrund af dybden. Herudover forklarede prøvens placering på kystprofilet 10 % og glødetabet 5,1% af variationen (DistLM marginal, PRIMER 7). For yderligere detaljer se bilag 7 om *Bundflora og fauna*.

Analyser af bundfaunaprøverne fra feltundersøgelsen i 2018 og eksisterende data på strækningen ved Skagen viser derfor samlet set, at bundfaunasamfundet består af et rigt dyreliv med højt artsantal, individantal og biomasse. Bundfaunasamfundet fra 0-4 meters dybde kan karakteriseres som et lavvandssamfund og fra 4-14 meters dybde som et Venussamfund, som er vidt udbredt på sandbunden i Kattegat, Skagerrak og Nordsøen.

Bundfaunaindeks

Bundfaunaens sammensætning kan karakteriseres ud fra forskellige bundfaunaindeks, herunder artsdiversitetsindekset Shannon-Wiener H -indekset, samt de økologiske indeks AMBI- og DKI-indekset. Bundfaunaindeks for Skagen fremgår af Tabel 13-3. Resultatet af udregningerne af artsdiversitets- og økologiske indeks udført på bundfaunadata indsamlet i de to prøvetagningsområder på strækningen viser, at artsdiversiteten (Shannon Wiener diversiteten) er beregnet til 3,03-3,06, hvilket er indenfor normalområdet for de danske farvande, som typisk er 1,5-3,5.

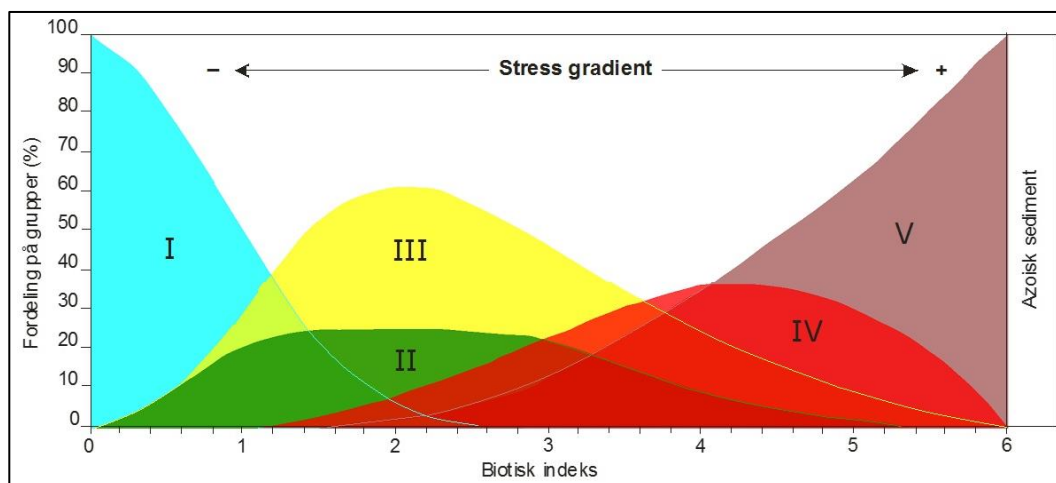
Strækning	Shannon-Wiener H	AMBI	DKI
Skagen Nord	3,03	1,29	0,80
Skagen Syd	3,06	1,68	0,76

Tabel 13-3. Bundfaunaindeks for bundfauna fra prøvetagningsområdet Skagen Nord og Syd.

Økologiske indeks

AMBI-indekset er et marinbiologisk indeks, som er udviklet til bundfaunaen i europæiske fjorde, kyster og havområder med henblik på at vurdere effekterne som følge af eutrofiering²⁴². Indekset er afledt af den individuelle tæthed i fem økologiske faunagrupper (GI-GV, Figur 13-11), som er klassificeret efter arternes følsomhed/tolerance over for miljømæssige stressfaktorer (se nedenfor).

AMBI-indekset udtrykker forholdet mellem følsomme og robuste arter og bruger relationen til, at klassificere, hvor forstyrret et område er og til at beskrive bundfaunasamfundets tilstand. AMBI-indekset viser hvad, der er forventeligt ud fra de fysiske forhold og artssammensætningen på strækningen. Indekset kan kun bruges til sammenligning af en udvikling på samme lokalitet, hvor miljøforholdene (f.eks. fysiske forhold, grad af forstyrrelse, næringsstof belastning) er ens f.eks. over en årrække.



Figur 13-11. Teoretisk udvikling af de fem faunagrupper og AMBI-værdier over en stressgradient.²⁴²

Den beregnede AMBI-værdi for prøvetagningsområdet Skagen syd indikerer, at infaunasamfundet er i ubalance, og at området er let uforstyrret²⁴². Bundfaunasamfundet klassificeres som i ubalance pga. forekomsten af flere gruppe III, IV og V arter (se bilag 7 om *Bundflora og fauna*), specielt *Pectinaria koreni* (IV), *Scoloplos armiger* (III), *Spio filicornis* (III) *Capitella capitata* (V) og

²⁴² Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

Mysella bidentata (III), som er generalister, og som forekommer over et bredt spektrum af forhold. Deres tilstedeværelse i prøvetagningsområdet er altså ikke nødvendigvis et udtryk for forurening med f.eks. organisk stof, men mere et udtryk for at arten trives under en bred vifte af forhold, herunder sandbund med et mindre indslag af silt, som forekommer i undersøgelsesområdet ved Skagen.

AMBI	Dominerende økologisk gruppe	Det benthiske samfunds tilstand	Områdeforstyrrelses-klassifikation
0,0 < AMBI ≤ 0,2	I	Normal	Uforstyrret
0,2 < AMBI ≤ 1,2		Forarmet	
1,2 < AMBI ≤ 3,3	III	I ubalance	Let forstyrret
3,3 < AMBI ≤ 4,3		Overgang til forurening	Middel forstyrret
4,3 < AMBI ≤ 5,0	IV-V	Forurenet	Stærkt forstyrret
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Overgang til stærk forurening	
5,5 < AMBI ≤ 6,0	V	Meget stærkt forurenet	Ekstremt forstyrret
Azoisk	Azoisk	Azoisk	

Tabel 13-4. AMBI-værdien tolkes på ovenstående måde²⁴³.

Det danske kvalitetsindeks, DKI, er udviklet til at vurdere et vandområdes tilstand i henhold til EU's vandrammedirektiv. DKI-indekset, kan ligesom AMBI-indekset, ikke anvendes til sammenligning af forskellige lokaliteter, men derimod til at følge samfundets og lokalitetens udviklingen over tid på samme sted. Værdierne går fra 0 til 1, hvilket spænder over dårlig til høj økologisk tilstand. DKI-indeks værdien beregnet på baggrund af bundfaunaen i de to prøvetagningsområder viser, at vandområdet kan kategoriseres som værende i god (på grænsen til høj) økologisk tilstand.

I den nuværende Vandområdeplan for Jylland og Fyn er der moderat økologisk tilstand for bundfauna på strækningen ved Skagen²⁴⁴. Beskrivelse af bundfauna som kvalitetsindeks i forhold til Vandområdeplaner beskrives og vurderes i kapitel 9 *Vand*.

13.2.3 Bundflora

Den eksisterende viden om bundflora og observationer fra feltundersøgelsen i oktober 2018 er beskrevet i det følgende.

Tidligere undersøgelser

Der er foretaget undersøgelser af bundfloraen på lavt vand syd for Skagen Havn i forbindelse med VVM-redegørelsen for udvidelsen af Skagen Havn etape I²⁴⁵, som viser at havbunden i området består næsten udelukkende af sand.

I forbindelse med råstoftefterforskning syd for Skagen Havn er der lavet ROV-video ud for prøvetagningsområdet Skagen syd på 10-11 meters dybde og på lidt lavere vand længere mod syd på 8,8 og 9,2 meters dybde. ROV-videoerne viser alle en sandet til siltet bund med hvide skaller. Der er ikke observeret større sten med makroalger eller ålegræs på de fire stationer.

²⁴³ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40(12):1100-1114.

²⁴⁴ Miljø- og Fødevareministeriet, MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021. Juni 2016. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>

²⁴⁵ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

Ålegræs

Før 1930'erne fandtes der ålegræs på sandbunden ved Skagen²⁴⁶. I 1931-32 blev ålegræsset ramt af den verdensomspændende ålegræssyge eller ålegræsppest, der slog størstedelen af ålegræsbestandene i Danmark ihjel. I det nordlige Kattegat er ålegræsset stort set ikke vendt tilbage og der er ikke rapporteret om forekomst af ålegræs ved Skagen efter 1930'erne^{246 247}.

Makroalger

Da der generelt mangler egnet substrat til fasthæftning af alger, er der ikke større sammenhængende algebevoksninger mod vest og syd for Skagen Havn. Den vestlige stenmole rummer en rig marin flora, som det er typisk for stenmoler i forbindelse med danske havne. Fra molen og fra den nærliggende hofde er der blevet indsamlet blæretang (*Fucus vesiculosus*), savtang (*Fucus serratus*), rørhinde (*Enteromorpha intestinalis*), klotang (*Ceramium nodulosum*), skulptetang (*Halidrys siliquosa*), navle-purpurhinde (*Porphyra umbilicalis*), carrageentang (*Chondrus crispus*), silkevandhår (*Cladophora sericia*), samt sukkertang (*Laminaria saccharina*)²⁴⁸. På ydersiden af den eksisterende nordøstmole domineres algevegetationen fuldstændigt af fingertang (*Laminaria digitata*). Fingertang trives godt på eksponerede lavvandede stenrev og moler med meget lys, og hvor der er stærk bølgepåvirkning og strøm. På sådanne lokaliteter er den typisk tætte tangskove helt domineret af fingertang. På og mellem tangplanternes blade lever der myriader af små snegle og krebsdyr (tanglopper, tanglus og pungrejer), der udgør det primære fødegrundlag for en rig fiskefauna²⁴⁹.

Der findes ikke naturlige stenrev i området omkring Skagen Havn. Stenmolerne på havnen og de mange hofder i området fungerer imidlertid som kunstige stenrev. De er biologisk meget produktive og meget artsrige både hvad angår alger og dyr. De er bevoksede med tangskove med et væld af forskellige arter af alger og en rig fauna af hvirvelløse dyr og fisk, og de er vigtige som opvækst-pladser for ynglen af en lang række fisk²⁴⁹.

13.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, når den planlagte kystbeskyttelse ikke realiseres og der dermed ikke vil foregå sandfodring i perioden 2020-24. Det betyder at kysten naturligt vil begynde at trække sig tilbage. Da der er tale om en naturlig udvikling af kysten, forventes tilbagetrækningen ikke at medføre negative påvirkninger af bundflora eller -fauna. Ved 0-alternativet vil der ikke ske habitattab af bundfauna, hvilket vurderes at have en positiv effekt på de længere levende arter i bundfaunasamfundet.

13.4 Vurdering af påvirkninger

Kystbeskyttelsen ved Skagen kan potentielt medføre en række ændringer i miljøet, som kan påvirke marin bundfauna og -flora, i form af fysisk forstyrrelse af havbunden, der kan lede til habitattab ved overdækning med sand og ændring af substratforhold på bunden. Hertil kommer spredning af sediment i vandsøjlen, og sedimentation på havbunden.

Feltkortlægningen fra oktober 2018 viser, at der ikke forekommer bundflora af betydning inden for 0-6 meters dybde pga. manglende sten til fasthæftning. Bundfloraen på større dybde på 6-10

²⁴⁶ Krause-Jensen, D. & Rasmussen, M.B. 2009: Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 38 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 755.

²⁴⁷ The seagrasses of Scandinavia and the Baltic Sea. Boström, C.; Baden, S. P.; Krause-Jensen, D.; Green, E. P.; Short, F. T. World Atlas of Seagrasses. red. / E. P. Green; F. T. Short. Berkeley: University of California Press, 2003. s. 27-37.

²⁴⁸ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegørelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

²⁴⁹ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

meter er ikke kortlagt ved feltundersøgelsen, men tidligere undersøgelser i forbindelse med udarbejdelse af VVM-redegørelser for Skagen Havn viser, at havbunden omkring havnen og syd herfor er sandet og uden makroalger eller ålegræs²⁵⁰. Det er derfor meget usandsynligt, at bundflora vil blive påvirket ved strandfodringen, der primært berører de kystnære dele af kystprofilen, hvor der er meget begrænset forekomst af bundflora. Påvirkning af bundfloraen behandles derfor ikke nærmere.

I det følgende beskrives den planlagte sandfodrings potentielle påvirkning af den marine bundfauna i forhold følgende:

- Tab af habitat
- Ændring af bundsubstrat
- Suspenderet sediment i vandsøjlen
- Sedimentation på havbunden

Vurderingen for bundfauna foretages ud fra antagelsen af at kystnær fodring vil give den største påvirkning af bundfauna i forhold til strandfodring, da kystnær fodring påvirker en større del af den vanddækkede del af havbunden. Sandfodring via klappning og rainbowning fordeler det anvendte sediment fra otte meter kurven og indtil 150 meter landværts for fem meter dybdekurven, som beskrevet i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3. Arealet kaldes i det følgende for påvirkningszonen, men det vil kun være i en del af påvirkningszonen, der vil forekomme sandfodring. Ved kystnær fodring antages at klappning eller rainbowning dækker en del af påvirkningszonen med sand i et lag på ca. 1,5 meters tykkelse.

Det er vurderet i kapitel 9 *Vand*, at der ikke er risiko for spredning af forurenende stoffer i vandsøjlen. Samtidig vurderes risikoen for indførsel af invasive arter som ubetydelig, da skibene, som anvendes til sandfodring, skal overholde konventionen for ballastvand²⁵¹. Undervandsstøj fra skibe har ingen påvirkning på bundflora eller -fauna²⁵². Emnerne behandles derfor ikke yderligere.

13.4.1 Habitattab

Bundfaunaen kan udsættes for habitattab, når der foretages kystnær fodring, og det antages at bundfauna, som dækkes af et sandlag på 1,5 meters tykkelse eller mere, vil dø. Habitattabet for bundfauna vil ikke være permanent, da genindvandringen af bundfauna på det fodrede areal kan starte, straks efter den kystnære fodring er foretaget.

Der er lavet flere undersøgelser af effekten af habitattab for bundfaunaen på Vestkysten ved Thorsminde i maj 1993²⁵³, nord for Thorsminde i perioden 1993-1997²⁵⁴ og ved Fjaltring og Årgab

²⁵⁰ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

²⁵¹ IMO. (16 FEBRUARY 2004). International Conference on ballast water Management for Ships, Agenda item 8, International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments. *BWM/CONF/36*. International Maritime Organization.

²⁵² Tougaard, J. 2014. Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 1 - Målemetoder, enheder og hørelse hos marine organismer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 38 s. - Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 44.

²⁵³ VKI og KDI. (Februar 1997). RIACON. Risk of shore Nourishment and Subaqueous Sand Extraction for the Coastal Marine Benthic Community. Evaluation of the Nourishment and Sand Extraction off Thorsminde, Denmark. Final Report.

²⁵⁴ VKI og KDI. (oktober 1997). RIACON. Sammenfatning af EU-støttet undersøgelse af de biologiske effekter af sandindvindings og kystfodring ved Thorsminde. Dansk sammenfatning.

i år 2000²⁵⁵, 2002 og 2003²⁵⁶. Undersøgelserne viste en hurtig rekolonisering af bundfaunen på den sandfodrede strækning allerede inden for et år efter fodringen. Samtidig sås store sæsonmæssige og årlige udsving i artsantallet.

Studier fra USA har også vist hurtig genetableringstid for bundfauna (<1 år) som følge af, at de eksisterende kystnære bundfaunasamfund er tilpasset til forstyrrelse fra mobilt sediment^{257,258} og ²⁵⁹. De mere diverse og artsrige bundfaunasamfund længere fra land (dybere end tre meter) lever i et relativt mere stabilt miljø og samfundene kan derfor være længere om at genetablere sig end kystnære sandstrandssamfund. Da studierne er fra USA, er de ikke direkte sammenlignelige med forholdene på strækningen ved Skagen, men de illustrerer at genetableringstiden er større for de bundfaunaarter, som lever på ydersiden af revlen, hvor vandet er dybere og mere roligt end for arterne i brændingen.

Undersøgelser af strandnær sandfodring (rainbowing) ved Agger Tange og revlefodring ved Fjaltring i årene 2002-2004 har begge påvist signifikante effekter på bundfauna, især i form af reduceret forekomst af børsteorme²⁶⁰. Gendannelsestiden af bundfaunaen efter en strandnær sandfodring (rainbowing) ved Agger Tange var >1 år på trods af lave individantal (249 dyr/m²) og en dominans af opportunistiske arter med højt reproduktionspotentiale.

Essink et al (1997) rapporterede fra RIACON studiet af strandfodringsforsøg i flere Nordsølande, at de fleste bundfaunaarter stort set var genetablerede et år efter strandfodring (1-3 meter tykkelse). De længere levende arter såsom muslingen hvælvet trugmusling (*Spisula subtruncata*) og sømus (*Echinocardium cordatum*) genetablerede sig langsommere, og da de ikke har succesfuld reproduktion hvert år, forventes genetableringen af total biomasse og normal aldersstruktur at tage 2-5 år.

Den hyppigst forekommende musling på Skagen Nord er hvælvet trugmusling *Spisula subtruncata*. Livscyklussen hos hvælvet trugmusling består i en massiv forår og sommer rekruttering, og dernæst en massiv efterår og vinter dødelighed, og stærke sæsonmæssige og mellemliggende svingninger af tæthed og biomasse²⁶¹. Den er langsomt voksende og når i Nordsøen en størrelse på 11-15 mm på én sæson²⁶². Samme undersøgelse viser at den kan forekomme i meget høje tætheder, helt op til 150.000 ind./m², men den kan også være meget klumpet fordelt i udbredelse. På Skagen Syd er den hyppigst forekommende musling *Mysella bidentata*, der er en opportunist art på 1 – 2 cm og den er beskrevet som tolerant overfor forstyrrelser²⁶³.

²⁵⁵ DHI. (juli 2001). Bundfauna og sediment i et planlagt revlefodringsområde udfor Fjaltring. Rapport til Kystdirektoratet.

²⁵⁶ DHI. (juli 2001). Redegørelse for planlagte kystfodringsprojekter udfor Fjaltring i 2002 og ved Årgab i 2003. Rapport til Kystdirektoratet.

²⁵⁷ Nelson. (1993). Beach restoration in the Southern US: Environmental effects and biological monitoring. Ocean & Coastal Management, 19: 157-182.

²⁵⁸ Rakocinski et al. (1993). Rakocinsky C, LeCroy SE, McLelland JA, Simons T (1993): Seaward change and zonation of the sandy-shore macrofauna at Perdido Kay, Florida, USA. Estuarine, Coastal and Shelf Science 36:81-104.

²⁵⁹ Culter and Mahadevan. (1982). LONG-TERM EFFECTS OF BEACH NOURISHMENT ON THE BENTHIC FAUNA OF PANAMA CITY BEACH, FLORIDA. Miscellaneous report No. 82-2. US Army Corps of engineers, Coastal Engineering Research Center, Kingman Building, Fort Belvoir, Va. 22060.

²⁶⁰ DFU. (2005). Kystfodring og godt fiskeri. Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. DFU-rapport nr. 171-07. Danmarks Fiskeriundersøgelser.

²⁶¹ de la Ossa Carretero, J.A., del Pilar Ruso, Y., Giménez Casaldueiro, F. et al. Arch Environ Contam Toxicol (2008) 54: 226. <https://doi.org/10.1007/s00244-007-9031-3>

²⁶² Degraer, S., Meire, P., & Vincx, M. (2007). Spatial distribution, population dynamics and productivity of *Spisula subtruncata*: implications for *Spisula* fisheries in seaduck wintering areas. Marine Biology, 152(4), 863–875. doi:10.1007/s00227-007-0740-y

²⁶³ WoRMS, 2019, <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=345281#links>

Forekomsten af *Lanice* antyder at dele af påvirkningszonen har mere stabile bundforhold. *Lanice* bygger et rør af sand, der dækker krop og tentakler, der stikker op af sandbunden. *Lanice* kan forekomme i høje tætheder op til 20,000 ind/m², bl.a. i Vadehavet²⁶⁴. Studier af retablering af børsteormen efter en hård vinter, viste at population på lokaliteten først var retableret efter tredje år. Den langsomme rekolonisering skyldes dog sandsynligvis en høj dødelighed i et meget stort område og derved en reduceret evne til at rekolonisere fra naboområder ved drift af de planktoniske larver. Ved habitattab på mindre arealer, forventes rekolonisering at være under tre år.

Genetableringen af gravende bunddyr vil foregå relativt hurtigt. Tidspunktet for fodringen har betydning for genetableringstiden. Genetableringen af gravende bunddyr i et forstyrret eller opgravet område vil foregå relativt hurtigt. Ved klapping og sedimentspild i foråret inden maj vil de første arter genetablere sig allerede i sommermånederne²⁶⁵ og ²⁶⁶. Bundfauna har generelt maksimal reproduktion om sommeren, hvor æg og larver spredes med havstrømmene.

Det generelle sæsonmønster er en lav tæthed af bunddyr i vintermånederne samt det tidlige forår og en høj tæthed i sommermånederne og i starten af efteråret, hvorefter individtætheden falder igen²⁶⁷. Bundfauna forventes derfor generelt at ville kunne genetablere sig i et område inden for få år efter endt sandfodring. Undersøgelser i forbindelse med råstofindvinding viser også en genetablering af bundflora og -fauna få år efter påvirkningen <5 år²⁶⁸ og ²⁶⁹.

Ovennævnte studier viser, at bundfaunaen på strækningen ved Skagen generelt er 1-3 år om at genetablere fuld biomasse og aldersstruktur, men op til fem år, for længere levende arter som hvælvet trugmusling *Spisula subtruncata* og sømus (*Echinocardium cordatum*). På strækningen ved Skagen er både hvælvet trugmusling og sømus fundet i forbindelse med feltundersøgelsen, hvorfor genetableringstiden er vurderet til ca. 2-5 år. For de mere opportunistiske arter forventes retableringen at ligge på omkring ét år.

Habitattabet ved kystnær fodring på strækningen ved Skagen fremgår af Tabel 13-5. Påvirkningszonen har en bredde på ca. 450 meter, som omkring fem meter kurven strækker sig 150 meter ind mod land og 300 meter ud mod havet. Dog maksimalt ud til otte meter dybdekurven. Den samlede påvirkningszone er dermed ca. 1,67 km². Det antages at kystnær fodring ved klapping og rainbowing resulterer i en overdækning med 1,5 meter sand, som svarer til at en procentdel af påvirkningszonen dækkes. Det antages at bundfaunaen, som overdækkes med 1,5 meter sand ved kystnær fodring vil dø. Arealet, der tildækkes med 1,5 meter sand, svarer til maksimalt 12 % af påvirkningszonen, hvis hele fodringsmængden bruges ét år. Påvirkningszonen udgør i sig selv en lille og ubetydelig del af den samlede udbredelse af Venussamfundet, som vist på Figur 13-4.

²⁶⁴ Nicolaidou, A. (2003). Observations on the re-establishment and tube construction by adults of the polychaete *Lanice conchilega*. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 83(6), 1223–1224.

²⁶⁵ Hygum. (1993). Miljøpåvirkninger ved ral- og sandsugning. Et litteraturstudie om de biologiske effekter af råstofindvinding i havet. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 81., 68 ss.

²⁶⁶ Støttrup et al. (2013). Støttrup JG, Stenberg C, Dinesen GE, Christensen HT, Wieland, K. Gennemgang af den biologiske og økologiske viden, der findes om stenrev og deres funktion i tempererede områder. DTU Aqua-rapport nr. 266.

²⁶⁷ DFU. (2005). Kystfodring og godt fiskeri. Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. DFU-rapport nr. 171-07. Danmarks Fiskeriundersøgelser.

²⁶⁸ Orbicon. (2014). Fællesområdet 554-CA Disken – Miljøvurdering. Udarbejdet for Naturstyrelsen.

²⁶⁹ Orbicon. (2016). Statusrapport og miljøvurdering for Område 520-EC Gyldenløves Flak, for NCC.

Scenarie	Areal af påvirkningszone (km ²)	Kampagne mængder (m ³)	Andel af påvirkningszone der dækkes med 1,5 meter sand (%)	Areal af påvirkningszone der dækkes med 1,5 meter sand (km ²)
1. Én kampagne	1,67	300.000	12	0,2
2. Kampagner hvert 2. år	1,67	120.000	5	0,08
3. Én gang i perioden	1,67	60.000	2	0,03

Tabel 13-5. Arealer for påvirkningszone på strækningen ved Skagen Nord og Skagen Syd, samt opgørelse af det direkte overdækkede areal i % og km² ved kystnær fodring. Påvirkningszonen har en bredde på 450 meter, som omkring fem meter kurven strækker sig 150 meter ind mod land og 300 meter ud mod havet. Dog maksimalt ud til otte meters dybdekurven.

Det største habitattab på 12 % af påvirkningszonen sker ved én fodring i løbet af kampagneperioden 2020-24, hvorefter bundfaunasamfundet kan genetableres i artsantal og biomasse, da der ikke sker flere fodringer inden for samme kampagne. Habitattabet vurderes som værende ubetydeligt på baggrund af bundfaunasamfundets mulighed for genetablering og den begrænsede påvirkningszone set i forhold til den udbredte forekomst af Venussamfund på sandbunden i Kattegat, Skagerrak og Nordsøen²²⁷, som vist på Figur 13-4. Det samme gør sig gældende for fodring med 60.000 m³ én gang i perioden, som vil dække 2% af påvirkningszonen, hvilket vurderes som ubetydeligt.

Habitattabet ved kampagner hvert andet år er på 5 % af påvirkningszonen, hvilket vurderes at være ubetydeligt for bundfaunasamfundet ved Skagen Nord og Syd og for Venussamfundet som helhed, på trods af at de længere levende arter som muslinger og sømus ikke kan nå at genetableres fuldt ud i artsantal og biomasse, når der går mindre end fem år mellem fodringerne på samme areal.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at den del af bundfaunasamfundet, som overdækkes af sediment inden for påvirkningszonen, dør ved tildækningen, er meget stor ved gennemførelse af kystnær fodring ved både kampagner hvert andet år og ved én kampagne i perioden 2020-24. Påvirkningens udbredelse er lokal, da det sker på op til fire kilometer ud for kysten ved Skagen. Overdækningen af havbunden vil ske umiddelbart ved fodringen, og påvirkningens varighed vurderes at være lang, da genetableringstiden for de længeleverende arter er 3-5 år. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da det er en mindre del af havbunden (maksimalt 0,2 km²), der påvirkes, og da bundfaunaen i forbindelse med én kampagne relativt hurtigt kan genetablere sig fra de nærliggende populationer i området. Ved kampagner hvert andet år vil der ikke ske en fuld genetablering af de længere levende arter, men det vurderes at være ubetydeligt for bundfaunasamfundet ved Skagen og for Venussamfundet som helhed, da der er tale om et areal på maksimalt 0,08 km², som udsættes for kampagner hvert andet år. Konsekvensen af habitattabet i forbindelse med sandfodring ved Skagen vurderes på den baggrund samlet set som ubetydeligt, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på bundfaunaen.

13.4.2 Ændring af substratforhold

Kystnær fodring med sand, der er indvundet på andre lokaliteter, kan potentielt påvirke bundfaunaens livsvilkår på grund af ændret kornstørrelsesfordeling af bundsubstratet, hvor nogle arter har præferencer for bestemte kornstørrelsesintervaller.

Det er vist, at finere middeldkornstørrelser fremmer bundfaunasamfundet, mens samfundet ved fodring med grovere sand end det eksisterende ændres mod færre arter og individer^{270, 271 og 272}. Undersøgelser ved Agger Tange viste for eksempel signifikante sammenhænge mellem faldende individtæthed og voksende middeldkornstørrelse (sedimentet bliver grovere)²⁷³. Der er i samme studie også observeret en sammenhæng mellem stejlere hældning på kysten/højere middeldkornstørrelse og faldende artsantal for bundfauna og individtæthed af børsteorme.

Analyser af samtlige prøver med børsteorm og kornstørrelser fra perioden 2002- 2009, som blev taget på den centrale Vestkyst, viste en signifikant sammenhæng mellem antallet af børsteorm og middeldkornstørrelsen (d50)²⁷⁴. Internationale undersøgelser har også fundet sammenhæng mellem faldende individantal og artsdiversitet med stigende middeldkornstørrelse^{275 og 276}, og at et forstejlet kystprofil kan medføre stigende middeldkornstørrelse og dermed igen faldende individantal og artsdiversitet. De konstaterede sammenhænge findes dog ikke alle steder på Vestkysten, f.eks. kunne de ikke påvises i undersøgelser ved Fjaltring²⁷⁷.

Den statistiske analyse i forbindelse med feltundersøgelsen i 2018 på strækningen ved Skagen viser, at middeldkornstørrelsen forklarer en relativt lille del af bundfaunaens arts- og individforekomst (2,1 %), hvorimod prøvens placering i kystprofilet (10 %) og dybden (11 %) forklarer den største andel af variationen

Som nævnt i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*, fodres ved Skagen med sand, hvor den oplyste middeldkornstørrelse på sandet er lidt finere (ca. 0,19 mm) end det sand der findes i forvejen (0,2 – 0,22 mm). Feltundersøgelsen i oktober 2018 for Skagen Nord og Syd viser at middeldkornstørrelsen (d50) på revlen og ydre strandplan generelt set er ens, og ligger mellem ca. 0,23-0,26 mm, men inden for en range fra 0,19 til 0,41 mm. Fodringssandet vil dermed have middeldkornstørrelser som ligger inden for den eksisterende middeldkornstørrelse på strækningen ved Skagen. Dermed vurderes substratforholdene ikke at blive væsentlig ændrede i forbindelse med én samlet fodring, eller fodring hvert andet eller hvert år.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at der vil ske en ændring af substratforhold, er meget stor, da fodringssandet ikke kan have fuldstændig samme sammensætning som sedimentet på den enkelte strækning i fodringsperioden. Påvirkningen fra substratændringen vil være lokal, da der sandfodres på en op til fire kilometer lang strækning ved Skagen, og varigheden midlertidig, da påvirkningen sker umiddelbart efter sandfodringen og indtil de efterfølgende storme og bølgeaktivitet har transporteret, blandet og sorteret sedimentet. Påvirkningsgraden vurderes som lille, da fodringssandet ikke adskiller sig væsentligt fra de observerede middeldkornstørrelser fundet i oktober 2018 på strækningen ved Skagen. Konsekvensen af kystnær fodring i forhold til substratændring på strækningen ved Skagen vurderes på den baggrund at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på bundfaunaen.

²⁷⁰ DFU. (2005). Kystfodring og godt fiskeri. Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. *DFU-rapport nr. 171-07*. Danmarks Fiskeriundersøgelser; Kystdirektoratet. (2010). Børsteorme og kystfodring 2002-2010.

²⁷¹ Eede et al. (2014). Assessing the impact of beach nourishment on the intertidal food web through the development of a mechanistic-envelope model. *J Appl Ecol* 51:1304-1313.

²⁷² Kystdirektoratet. (2010). Børsteorme og kystfodring 2002-2010.

²⁷³ DFU. (2005). Kystfodring og godt fiskeri. Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. *DFU-rapport nr. 171-07*. Danmarks Fiskeriundersøgelser; Kystdirektoratet. (2010). Børsteorme og kystfodring 2002-2010.

²⁷⁴ Kystdirektoratet. (2010). Børsteorme og kystfodring 2002-2010.

²⁷⁵ Eede et al. (2014). Assessing the impact of beach nourishment on the intertidal food web through the development of a mechanistic-envelope model. *J Appl Ecol* 51:1304-1313.

²⁷⁶ Brown & McLahlan. (1990). *Ecology of sandy shores*. Elsevier.

²⁷⁷ DFU. (2005). Kystfodring og godt fiskeri. Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. *DFU-rapport nr. 171-07*. Danmarks Fiskeriundersøgelser; Kystdirektoratet. (2010). Børsteorme og kystfodring 2002-2010.

13.4.3 Sediment i vandsøjlen

Ved sandfodring, både kystnær fodring og strandfodring, sker der et sedimentspild af den fineste fraktion til vandsøjlen, hvor sediment bliver suspenderet i vandsøjlen. Bundfaunaorganismer, der filtrerer vandet for at finde føde og optage ilt, kan påvirkes af høje koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen, der kan tilstoppe deres gælleapparat og reducere fødeindtaget. Kystnær fodring giver den største spredning af sediment i vandsøjlen og anvendes dermed som worst case for modelberegninger af udbredelsen og varigheden af sedimentfaner (se kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*).

Det er påvist, at bundfaunaorganismer ikke vil påvirkes af forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment, hvis eksponeringstiden kun er nogle få døgn^{278, 279 og 280}. Effekterne af suspenderet sediment på 10-50 mg/liter er typisk ikke-dødelige effekter f.eks. i form af nedsat vækst hos følgende bundfaunaorganismer, og hvis eksponeringen varer under en måned, er påvirkningen af bundfaunaen begrænset. Effekten i form af nedsat vækst ved længere tids eksponering skyldes sult, idet bundfaunaen skal bruge meget energi på at rense gællerne, der fungerer som deres filtreringsorgan^{281, 282 og 283}.

Bundfaunasamfundet langs strækningen ved Skagen er artsrigt, men samtidig domineret af få arter med relativ høj individtæthed, mens resten af arterne er relativt fåtallige. De dominerende arter som sømus og hvælvet trugmusling, samt de flere af de fundne arter af havbørsteorme og tanglopper ved Skagen Nord og Syd er generelt hårdføre arter, som også forekommer på Vestkysten og kan overleve i meget bølgeeksponerede habitater, der er karakteriseret af ustabile områder med stærk strøm, mobilt sediment og høje niveauer af suspenderet sediment. Under eksisterende forhold kan der i perioder være høje koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen i forbindelse med storme (67 mg/l), mens den typiske naturlige middelkoncentration (baggrundskoncentration) af suspenderet sediment ved Skagen kystnært anslås til at være ca. 0-7 mg/l (se Tabel 8-5 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*)

Modellering af spredning af suspenderet sediment fra rainbowing og klapping ved Skagen viser at sedimentfanens udbredelse sker langs med kysten, enten mod nord eller syd alt efter strømretningen, og primært vil forekomme inden for otte meter dybdekurven (se kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Den tidevandsgenererede strøm har en dominerende nordgående retning, og simulering af kystnær fodring i en periode med stille vejr viser også, at spredningen mod nord er større end spredningen mod syd. Varigheden af udbredelsen for koncentrationer af suspenderet sediment på hhv. 10 mg/l og 50 mg/l i vandsøjlen i forbindelse med kystnær fodring er modelleret til at være maksimalt otte døgn og syv døgn i et scenarie med stille vejr (se Tabel 8-8 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Som tidligere beskrevet er effekten af suspenderet sediment i vandsøjlen ikke dødelig for bundfauna, og eksponeringer under en måned vurderes ikke at være væsentlige for væksten af bundfauna.

²⁷⁸ Essink. (1999). Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation* 5: 69-80.; Dalfsen & Essink. 2001; Lisberg et al. 2002

²⁷⁹ Dalfsen & Essink. (2001). Benthic community response to sand dredging and Shoreface Nourishment in Dutch Coastal Waters. *Senckenbergiana maritima* 31 (2): pp. 329-332.

²⁸⁰ Lisberg et al. (2002). Lisbjerg D, Petersen JK, Dahl, K (2002): Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Faglig rapport fra DMU nr. 391, 56 pp. Danmarks Miljøundersøgelser.

²⁸¹ Puchon R (1937): Studies on the biology of the Bristol Channel. Proceedings of the Bristol Naturalists Society 8: 311-329.

²⁸² Navarro og Widdows. (1997). Navarro JM, Widdows J (1997): Feeding physiology of *Cerastoderma edule* in response to a wide range of seston concentrations. *Marine Ecology Progress Series* 152: 175-186.;

²⁸³ Velasco LA, JM Navarro (2002): Feeding physiology of infaunal (*Mulinia edulis*) and epifaunal (*Mytilus chilensis*) bivalves under a wide range of concentration and quality of seston. *Marine Ecology progress series* 240:143-155.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at bundfauna påvirkes af suspenderet sediment i forbindelse med sandfodring, vurderes at være meget stor, da bundfaunaen lever i den kystnære zone, hvor der vil være forøget suspenderet sediment i vandsøjlen som følge af sandfodringen. Påvirkningen vil være af lokal udbredelse, da sedimentfanen fra den kystnære fodring kan sprede sig op til ti kilometer. Varigheden vil vurderes at være midlertidig da koncentrationer på 10 mg/l maksimalt vil forekomme i otte ud af 33 døgn ved kystnær fodring. Samtidig vurderes bundfaunaen ikke at være særligt følsom over for forekomst af suspenderet sediment i vandsøjlen. Dermed vil påvirkningsgraden af suspenderet sediment i forbindelse med sandfodring være lille. Konsekvensen for bundfauna af suspenderet sediment i vandsøjlen i forbindelse med sandfodring vurderes derfor at være begrænset, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på bundfauna.

13.4.4 Sedimentation på havbunden

Sedimentation på havbunden kan potentielt påvirke bundfaunaen på samme måde som ved direkte overdækning med sand, som kan medføre tab af habitat, som beskrevet ovenfor. Sedimentationen af suspenderet stof skal ikke ses som en ekstra sedimentation oven i laget af sand fra kystnær fodring, der falder ned umiddelbart efter en fodring. Det viser i stedet den fine del af fodringssandet, som aflejres i takt med, at det suspenderede sediment bundfældes.

Det største sedimentspild (worst case), og efterfølgende sedimentation heraf på havbunden, sker ved kystnær fodring. Sedimentmodelleringen for Skagen viser, at aflejringstykkelserne på havbunden ved rainbowing eller klapning maksimalt når op på ti centimeter. Sedimentationen vil primært ske i selve påvirkningszonens areal på 1,67 km² indenfor otte meter dybdekurven. Udenfor påvirkningszonen vil aflejringstykkelser være mindre, omkring en til fem cm ved stille vejr. Aflejringer er lavere end den naturlige variation i sandaflejring ved Skagen, hvor der kan forekomme bundændringer på revlen på ca. 0,2 meter og 0,6 meter i swash zonen efter en enkeltstorm på bare seks timers varighed (se afsnit 8.2.4 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*).

Samlet vurdering: Samlet set er sandsynligheden, for at sedimentation på havbunden vil påvirke bundfaunaen på strækningen ved Skagen, meget stor, da bundfaunaen lever i den kystnære zone, hvor sedimentaflejringen vil forekomme. Påvirkningen vil være af lokal udbredelse, da sedimentfanen har en udbredelse på op til ti kilometer. Påvirkningsgraden vurderes som lille, da sedimentationen ligger inden for den naturlige variation på strækningen, som beskrevet ovenfor. Det understøttes af at bundfaunaarterne generelt er gode gravere og naturligt er tilpasset store udsving i sedimentationsrater. Varigheden vurderes som midlertidig, da fodringen foregår over en periode på op til 33 døgn ved kystnær fodring. Konsekvensen af sedimentation på havbunden vurderes dermed samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på bundfaunaen.

13.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af marin bundfauna.

13.6 Kumulative effekter

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter hvis aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen som opstår under kystfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM for etape 3 udvidelsen²⁸⁴ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment udenfor havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejlløbet uden for havnen.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset²⁸⁵ og uden betydning for den for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i bilag 4 om *sedimentation, hydraulik og morfologi*. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

13.7 Sammenfattende vurdering

Sammenfattende vurderes at kystbeskyttelse i form af kystnær fodring og strandfodring vil ikke føre til væsentlige påvirkninger af bundfauna og bundflora langs strækningen ved Skagen.

Bundfaunaen på strækningen består af robuste arter, som er tilpasset de meget dynamiske sedimentforhold, som naturligt forekommer på strækningen, og derfor vurderes de samlede konsekvenser for bundfauna ved Skagen at være ubetydelige til begrænsede.

Bundflora vurderes kun at forekomme i meget begrænset omfang inden for de vanddybder, hvor der foretages sandfodring. Det er derfor meget usandsynligt, at bundflora vil blive påvirket, og påvirkningen er derfor ikke vurderet nærmere.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til marin bundfauna er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Habitattab	Meget stor	Lokal	Lille	Lang	Ubetydelig
Ændring af substratforhold	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Spredning af sediment i vandsøjlen	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Sedimentation på havbunden	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig

Tabel 13-6. Opsummering af miljøpåvirkninger på bundfauna forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

²⁸⁴ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

²⁸⁵ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

14. FISK

Kapitlet beskriver den planlagte kystbeskyttelses påvirkning af fisk langs kyststrækningen ved Skagen.

14.1 Metode

De eksisterende forhold for fisk er beskrevet på baggrund af eksisterende viden om fiskefaunaen langs Vestkysten, herunder:

- Videnskabelige undersøgelser
- DTU Aquas Monitoringsdatabaser
- Fiskeristyrelsens fangstdata for årene 2012-17, hvor data er baseret på Vessel Monitoring system (VMS) data²⁸⁶, logbogsregistreringer og landinger, der dækker kommercielt fiskeri.
- Registrerede fangstrater fra det Internationale Havforskningsråds (ICES) databaser over bundtrawl surveys i 1. og 3. kvartal (IBTS Q1 og IBTS Q3) i årene 2008-18.

Vurdering af fiskefangster

Til bedømmelse af fiskeforekomst gennem geografisk eksplicit fangst pr. areal er der for strækningen anvendt følgende metode:

Forekomsterne af fiskearter er baseret på VMS-data og logbogsregistreringer samt landinger der dækker kommercielle fiskerier. Et fiskefartøjs nøjagtige position, sejlhastighed og retning bestemmes ud fra skibets GPS og kommunikeres en gang i timen via satellit gennem det obligatoriske VMS- system til myndighedernes online database.

Ud fra sejlhastighed kan aktivt trawlfiskeri adskilles fra sejlads mellem fiskepladserne. Der er dog tilfælde i nærhed af havne, sluser m.m., hvor et skib kan sejle med en hastighed, der svarer til trawlfiskeri. Det kan betyde, at analyserne viser, at fiskeriet fandt sted i nærheden af en havn eller sluse, selv om fiskeriet i virkeligheden fandt sted længere fra land. Ved at kombinere screenede VMS- positioner for fiskeri med logbogsregistreringer samt landings- og afregningsstatistik kan fangstmængder og værdi allokere til geografiske områder med given opløsning²⁸⁷. På det grundlag er forekomster af kommercielt udnyttede fisk blandt de udvalgte indikatorarter bestemt som kg per ha.

Fangster pr. ha er summeret over årene 2012-17 for hver fiskeart. Analyserne dækker arterne sild, brisling, tobis, hestereje, hvilling, torsk, ising, tunge, rødtunge, rødspætte, pighvar og skrubbe. Det kortlagte fiskeri foregår fra kysten og omtrent ti kilometer ud mod det åbne hav. Der er generelt trawlforbud ud til tre sømil fra kysten, men bomtrawl efter hesterejer er tilladt inden for tre sømil fra kysten. Data er adskilt i sommer og vinter. Alle medtagede fisk er i størrelser, hvor de er kommercielt interessante (dvs. over mindstemålet).

Det skal bemærkes at alle typer danske fiskeri med skibe over 12 meter er dækket af Fiskeristyrelsens VMS-database. Der er store forskelle i fangbarhed af arter indenfor og mellem de enkelte typer fiskerier. Derfor kan størrelsen af fangster mellem arter umiddelbart ikke sammenlignes. Udenfor tre sømil linjen (grænsen for tilladt trawlfiskeri) er de angivne fangster pr. ha et rimeligt mål for de enkelte arters relative geografiske forekomst i fiskeriet.

²⁸⁶ Commission Implementing Regulation (EU) No 404/2011, Fartøjsovervågningssystemet (VMS) er et satellitbaseret overvågningssystem, der med jævne mellemrum leverer data til fiskerimyndighederne om fartøjernes placering, kurs og fart.

²⁸⁷ Bastardie F., Nielsen J.R., Ulrich C., Egekvist J. and Degel H. 2010. Detailed mapping of fishing effort and landings by coupling fishing logbooks with satellite-recorded vessel geo-location. Fisheries Research Vol. 106 (1) 41-53, ISSN 0165-7836. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.06.016>.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af fiskefaunaen med de tilgængelige data er tilstrækkeligt til at foretage en kvalificeret vurdering af eventuelle påvirkninger af fiskebestande og biodiversitet.

14.2 Eksisterende forhold

Fiskefaunaen er i det følgende beskrevet for 15 udvalgte indikatorarter, der udgør et økologisk repræsentativt udsnit af de fiskearter, som forekommer på strækningen ved Skagen. Alle arter på nær stavsild og havlampret er af kommerciel interesse. Alle potentielt forekommende bilag IV-arter og rødlistede fiskearter er desuden behandlet.

Af de 15 indikatorarter er ni bentiske (lever på bunden), tre demersale (lever over bunden) og tre pelagiske (lever i den åbne vandsøjle). Udvalget giver dermed en god sikkerhed for, at arterne er repræsentative for det samlede fiskesamfund på strækningen. To af de 15 indikatorarter; Havlampret (*Petromyzon marinus*), der tilhører gruppen rundmunde, og krebsdyret hestereje (*Crangon crangon*), benævnes for nemheds skyld som fiskearter i beskrivelserne.

For en række migrerende arter, herunder de rødlistede arter, findes ikke bestandsestimater fra kystområderne, men arterne er registreret i de tilknyttede fjordområder og vandløb. Der anvendes derfor i stedet viden og antagelser om arternes tilstedeværelse på kysten, der beror på generel viden om artens migration mellem opvækst- og gydeområder.

14.2.1 Indikatorarternes udbredelse og biologi

I det følgende beskrives udbredelsen og biologien for hver af de 15 indikatorarter, der er udvalgt for vurdering af den planlagte kystbeskyttelse, og som udgør et økologisk repræsentativt udsnit af de fiskearter, som forekommer på strækningen. Beskrivelser for hver fiskeart er desuden sammenfattet i bilag 8 om *Artsbeskrivelse marine forhold, fisk*, hvor deres biologi og udbredelse er systematisk gennemgået.

Tabel 14-1 giver en oversigt over, hvilken fisketype indikatorarterne tilhører og angiver de livsstadier, der forekommer på strækningen ved Skagen, samt deres status.

Art	Kommerciel interesse	Type	Gydning	Juvenil	Voksne	Rødliste 288	Bilag-art
Havlampret (<i>Petromyzon marinus</i>)		B		(+)	(+)	DD	II
Stavsild (<i>Alosa fallax</i>)		P			(+)		II & V
Europæisk ål (<i>Anguilla anguilla</i>)	X	B, P		(+)	(+)	CR	§
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	X	D		(+)	+		
Hvilling (<i>Merlangius merlangus</i>)	X	D		(+)	+		
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	X	P		+	+		
Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	X	P		+	+		
Tobis (<i>Ammodytidae</i>)	X	P, S	(+)	+	+		
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)	X	B		(+)	+		
Pighvar (<i>Psetta Maxima</i>)	X	B		(+)	+		
Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	X	B		(+)	(+)		
Ising (<i>Limanda limanda</i>)	X	B		(+)	+		

²⁸⁸ Aarhus Universitet 2019, Institut for Bioscience, Den danske rødliste, <http://bios.au.dk/raadgivning/natur/redlist-frame>

Art	Kommerciel interesse	Type	Gydning	Juvenil	Voksne	Rødliste 288	Bilag-art
Tunge (<i>Solea solea</i>)	X	B		(+)	(+)		
Rødtunge (<i>Microstomus kitt</i>)	X	B		(+)	(+)		
Hestereje (<i>Crangon crangon</i>)	X	B	(+)	(+)	(+)		

Tabel 14-1. Oversigt over forekomst, + og forventet forekomst (+) af indikatorarter af bentiske (B), demersale (D) eller pelagiske (P) fisk, langs strækningen ved Skagen, samt hvilke livsstadier, der kan være til stede. Juvenile individer svarer til ikke kønsmodne fisk. I de yderste højre kolonner er angivet, om arten er rødlistet, samt beskyttelsesstatus. 'Bilag art' refererer til arter omfattet af Habitatdirektivet og deres beskyttelseskrav under Bilag II, IV og V. (§) Europæisk ål er rødlistet som kritisk truet, og er beskyttet i henhold til EU Regulativ No 1100/2007. Følgende Rødliste kategorier er vist CR=Kritisk truet, DD=Utilstrækkelige data, N/A =Status ukendt.

Udbredelse

I faktaboksen nedenfor er der redegjort for udbredelsen af de 15 indikatorarter af fisk på strækningen ved Skagen.

Udbredelse af fisk – Skagen

Havlampret

Havlampretens udbredelse er generelt dårligt beskrevet, men arten forekommer i store dele af Nordeuropa. Havlampret gyder i ferskvand og vokser op i havet. Havlampret forekommer primært i kystnære områder, men udbredelsen dækker et meget bredt habitat, inklusive det åbne hav. Havlamprets gydesteder er primært udbredt i de vest- og nordjyske vandløb, hvor den er fundet i 26 vandsystemer i Danmark. Havlampret optræder sandsynligvis kun meget sporadisk langs strækningen som voksen og juvenil, da der ikke er større å-udløb med en bestand af havlampret i nærheden.

Stavsild

Danske forekomster registreres sporadisk, primært som bifangster og i det rekreative fiskeri og primært i Vestjylland. Stavsild er en stimefisk i kystnære havområder. Stavsild træffes relativt hyppigt i vore farvande, og stavsild forekommer i Limfjorden, Ringkøbing Fjord, Nissum Fjord og Vadehavet. De registreringer, der blev foretaget, var enten gydemodne eller netop udgydte, hvilket underbygger at gydning foregår i danske farvande²⁸⁹. Der er flere registreringer af stavsild fanget garn nord for Hirtshals i forbindelse med Nøglefiskerprojektet 2010²⁹⁰, samt lystfiskerfangster i Hirtshals Havn²⁹¹. Den yngel, der er registreret, har dog ved nærmere bestemmelse vist sig at være sardiner og det er meget svært at afgøre om en stavsild er gydemoden²⁹². Det kan ikke udelukkes at stavsild også finder vej rundt om Skagens Gren og i projektområdet forventes stavsild at være meget sporadisk til stede som voksen.

Europæisk ål

Den europæiske ål er vidt udbredt og vokser op langs Atlanterhavets kyster og indlandsvande fra Nordafrika i syd til Rusland i nord. Europæisk ål er rødlistet som kritisk truet, og er beskyttet i henhold til et EU-regulativ²⁹³. Ålen forekommer i Danmark langs alle kyster og størstedelen af vore vandløb og søer. Ålen forventes at forekomme som både voksne og juvenile på strækningen ved Skagen.

Torsk

Torsk er udbredt i en stor del af det nordlige Atlanterhav og forekommer i hele Nordsøen og langt ind i Østersøen. Der er udbredte gyde- og opvækstområder i store dele af Nordsøen og langs Vestkysten, men på dybere vand og længere fra kysten end, der hvor der foretages sandfodring. Mindre individer (< 20 cm) af torsk forekommer især i Skagerrak og langs den nordvestlige kyst af England. Større individer (> 20 cm) spredt sig til de mere centrale dele af den nordlige Nordsø. Størrelsesgruppen forekommer også i den østlige del af den Engelske Kanal. Individer over 80 cm er sjældne, og fanges hovedsageligt i de nordvestlige dele af Nordsøen.

²⁸⁹ Volk, J.; Bekkevold, D.; Loeschcke, V. (2007) Weak population differentiation in northern European populations of the endangered anadromous clupeid *Alosa fallax*. JOURNAL OF FISH BIOLOGY 71: 461-469.

²⁹⁰ Josianne G. Støttrup, Claus R. Sparrevohn, Hanne Nicolajsen og Louise Kristensen, 2012, Registrering af fangster i de danske kystområder med standardredskaber, Nøglefisker rapporten for årene 2008-2010 DTU Aqua-rapport nr. 252-2012.

²⁹¹ Fugleognatur.dk, besøgt 20. marts 2019, <https://www.fugleognatur.dk/art2.aspx?mode=obs&id=4763>

²⁹² Møller, P. R., 2019, Pers. Kom.

²⁹³ EU Regulativ No 1100/2007

Juvenile og voksne torsk findes langs strækningen ved Skagen, men det vurderes, at der ikke er gydeområder i påvirkningszonen langs strækningen, da torsken gyder på dybere vand.

Hvilling

Hvilling er udbredt i hele Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Mindre individer (< 30 cm) forekommer især i de sydlige og nordvestlige dele af Nordøen, samt i Skagerrak. Større individer (> 30 cm) forekommer især i de nordvestlige og vestlige dele af Nordsøen samt i Skagerrak, men er fåtallige langs Vestkyst. Individer over 50 cm er sjældne, men fanges sporadisk i de nordlige dele af Nordsøen. Hvilling forventes at findes langs strækningen ved Skagen. Der forekommer ikke gydeområder for hvilling i de områder, hvor der foretages sandfodring, da den gyder på dybere vand (> 30 meter).

Sild

Sildebestanden i Nordsøen inddeles i to hovedgrupper: Efterårs- og vintergydende, samt forårsgydende. De store gydeområder for efterårsgydende Nordsøild findes i de sydlige, centrale og nordvestlige dele af Nordsøen, hvor der er store områder (banker) med egnede habitater med groft sand og grus for æggene. Det drejer sig om 1) Dogger-silden med gydeområder omkring Dogger banke, 2) Downs-silden som gyder i den nordlige del af den Engelske Kanal, og 3) Buchan-silden med gydeområder i den nordvestlige del af Nordsøen op til Shetlandsøerne. Der er ikke registreret gydeområder for efterårsgydende sild langs strækningen ved Skagen. De juvenile silds opvækstområder er hovedsageligt i den sydøstlige del af Nordsøen inkl. områder ved Vestkysten. De voksne efterårsgydende sild i Nordsøen er udbredt i hele Nordsøområdet og ind i Skagerrak. Der er dog en tendens til større koncentration af ældre sild (2+) i vest og nordvest i Nordsøen.

Forårsgydende sild er vidt udbredt i Nordsøen og Skagerrak, hvor de søger føde i blandede bestande. Lokale stammer af forårsgydende sild gyder i Ringkøbing Fjord, Nisum Fjord og i Limfjorden. Der er ingen registreringer af gydepladser for forårsgydende sild langs kysten.

Sildene langs strækningen vurderes fortrinsvist at bestå af forårsgydende stammer og juvenile og voksne sild forventes at findes langs strækningen ved Skagen. Der vurderes ikke at være gydeområder langs strækningen.

Brisling

Brisling er vidt udbredt i Nordsøen og lever i kystnære områder bl.a. langs Vestkysten og i fjorde inkl. Limfjorden. Juvenile og voksne er hovedsagelig udbredt i kystnære områder, bl.a. langs Vestkysten og fjorde inkl. Limfjorden. Der kan både være juvenile og voksne brislinger til stede ved strækningen.

Tobis

Af de forskellige arter, som her går under navnet tobis er den hyppigste og vigtigste art (for fiskeriet) havtobisen (*Ammodytes marinus*). De andre arter omfatter især kysttobisen (*A. tobianus*) og tobiskonge (*Hyperoplus sp.*). De findes stort set på de samme lokaliteter og ligner hinanden meget i levevis, men der er i forskelle mellem arterne i f.eks. deres gydeperioder. Kysttobis er udbredt langs kysterne i det NØ Atlantiske område samt hele vejen ind i Østersøen²⁹⁴. Havtobisen er den art, der findes de fleste og bedste fiskeribiologiske data for. Ved de årlige bestandsvurderinger behandles alle tobisarterne som ét artskompleks, hvor fangstdata omfatter alle arter slået sammen. Tobis er almindelig i kystnære områder. Gydeområderne for tobis findes bl.a. i områder langs Vestkysten, hvor der er egnede habitater med groft sand og grus for æggene. Det forventes at yngel, juvenile og voksne tobis er tilstede langs strækningen.

Rødspætte

Rødspætte er udbredt i hele Nordsøen, men er mindre talrig i de nordligste områder. Mindre individer (< 10 cm) forekommer mest kystnært; især i de sydlige og østlige områder. Større individer (10-40 cm) rykker gradvist ud på dybere vand og er mere udbredte over hele Nordsøen. Større individer er sjældne og lader til at forekomme mere tilfældigt i Nordsøen. Juvenile og voksne rødspætter forekommer langs strækningen. De vigtigste gydeområder forekommer i den sydlige og centrale del af Nordsøen og ved Skagen. Det forventes at der kan være både juvenile og voksne rødspætter til stede langs strækningen.

Pighvar

Pighvar er udbredt i hele Nordsøen, men er mindre talrig i de vestlige dele. Pighvar fanges i stort tal langs Vestkysten. Juvenile og voksne pighvar forekommer langs strækningen ved Skagen. De vigtigste gydeområder forekommer i den centrale del af Nordsøen ved Dogger Banke og Turbot Banke.

Skrubbe

Udbredelsen af skrubbe i Nordsøen er bestemt af brakvandslokaliteterne i Nordsøområdet, dvs. områder ved fjorde og flodudmundinger. Det bemærkes, at den synes at være mere almindelig i den sydøstlige del af Nordsøen, hvor de store floder udmunder. Den er udbredt i kystnære områder på lavt vand, bl.a. langs Vestkysten, og juvenile og voksne skrubber forventes at forekomme langs strækningen.

²⁹⁴ MP and Fives, JM. 1995. The biology of the lesser sand-eel *Ammodytes tobianus* L in the Galway Bay area. BIOLOGY AND ENVIRONMENT-PROCEEDINGS OF THE ROYAL IRISH ACADEMY. 95B (2), 87-98.

Ising

Ising er udbredt i størstedelen af Nordsøen, Skagerrak og Kattegat, men er mindre talrig i de nordligste områder. Mindre individer (< 10 cm) forekommer især i de sydlige og østlige dele af Nordsøen. Individer på 20-30 cm er udbredte over hele Nordsøen, hvorimod de største individer (30-40 cm) især forekommer langs den nordlige jyske vestkyst. Ising forekommer som juvenil og voksen langs strækningen.

Tunge

Tunge lever i en stor del af Nordsøen, Skagerrak og Kattegat, men arten forekommer mest kystnært på vanddybder fra kysten og ud til 150 meters dybde. I Nordsøen lever tungen især i de sydlige dele. Mindre individer (< 20 cm) af tunge forekommer kystnært i de sydlige og vestlige områder af Nordsøen og til dels langs Vestkysten. Større individer (> 20 cm) spredes mere, men er fortsat hovedsageligt forekommende i den sydlige del af Nordsøen. Individer over 40 cm er sjældne og fanges kun sporadisk. Gydeområderne ligger i den sydlige del af Nordsøen og langs den sydlige del af Vestkysten op til omkring Nymindesø, og der forekommer derfor ikke gydeområder langs strækningen. Juvenile og voksne tunger vurderes at forekomme langs strækningen.

Rødtunge

Rødtunge er udbredt i størstedelen af Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Mindre individer (< 10 cm) findes mest i de sydlige og vestlige områder. Større individer (10-40 cm) forekommer længere nordpå, hvor der er høje tætheder ud for den engelske vestkyst og i de centrale dele af Nordsøen. Høje tætheder forekommer også ud for den nordlige del af Jyllands vestkyst. Større individer er sjældne og lader til at forekomme mere tilfældigt i Nordsøen. Gydningen er ikke tydeligt geografisk afgrænset og foregår i størstedelen af udbredelsesområdet. Juvenile og voksne rødtunger forventes at kunne forekomme i mindre antal langs strækningen.

Hestereje

Hestereje er udbredt i kystnære områder. I Vadehavet og langs Vestkysten er den særlig talrig og genstand for et betydeligt kommercielt fiskeri. Det danske fiskeri efter hesterejer foregår i områderne langs Vestkysten, hovedsageligt langs den sydlige del af Vestkysten. Fangster af hestereje er meget sparsomme ved Skagen jf. Figur 14-3 og Figur 14-4. Hesterejen forventes at findes på strækningen, der også kan fungere som opvækst- og gydeområde.

Figur 14-1. Redegørelse for udbredelsen af de 18 indikatorarter af fisk på strækningen ved Skagen.

Vandring og gydning

Strækningen ved Skagen ligger mere end 15 km fra nærmeste større å-udløb (Knasborg Å). Knasborg Å har ingen lakse- eller lampretbestand og kun en lille ørredbestand²⁹⁵. Strækningen ved Skagen forventes derfor ikke at have nogen betydning for vandrende fisk.

Det er kun hestereje, der med sikkerhed, gyder langs strækningen indenfor 0-7 meter dybdekurven, hvor der sandfodres. Hestereje gyder strandnært, men hunnerne bærer æggene under halen indtil klækning, hvorefter de pelagiske larver spredes med strømmen.

Tobis forventes ikke at gyde i den strandnære zone, da arterne gyder æg som klæber til sedimentoverfladen, hvilket giver stor risiko for tildækning og kvælning under naturlige sandomlejringer ved tilbagevendende storme. Der er kun sporadiske oplysninger om gydehabitat, men det er beskrevet, at den gyder i Østersøen i den strandnære zone og på op til 30 meters dybde, og at æggene, som er op til en millimeter, lægges i små klumper, som klæber til sandkorn²⁹⁶.

Gode habitater for tobis er kendetegnede ved en havbund med groft sand (kornstørrelse: 0,25 – 1,2 mm) og skalgrus samt kraftig strøm over bunden. Det er eksperimentelt påvist, at sedimenttypen har afgørende indflydelse på udbredelse af tobisarterne²⁹⁷. Tobis, særligt kysttobis, gyder

²⁹⁵ Michael Kaczor Holm, Morten Carøe og Peter Geertz-Hansen, 2012, Plan for fiskepleje i mindre vandsystemer mellem Limfjorden (Hals), Skagen og Svinkløv Klitplantage. Faglig rapport fra DTU Aqua, Institut for Akvatiske Ressourcer, Sektion for Ferskvandsfiskeri og -økologi, nr. 21-2012

²⁹⁶ Bonislawski M., Tanski, A.; Szulc, J.; Machula, S.; Formicki, K. 2014. Water salinity effects on embryogenesis of the lesser sandeel, *Ammodytes tobianus* (Linnaeus, 1758). CENTRAL EUROPEAN JOURNAL OF BIOLOGY. 9, 1068-1077.

²⁹⁷ Wright, P. J., Jensen, H., Tuck, I. 2000. The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. Journal of Sea Research, 44: 243-256.

sandsynligvis langs Vestkysten, men der foreligger ikke undersøgelser af kystnære forekomster af gydeområder for tobis ved Skagen.

Det formodes at tobisens æg kun overlever, hvis de ikke begravnes af omlejret sediment. Den bølgeinducerede langs- og tværgående sedimenttransport forekommer hovedsageligt indenfor den såkaldte aktive dybde, som er dybden, hvorfra bølgerne er i stand til at transportere sand og sediment i større omfang. Som beskrevet i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation* er den aktive dybde ca. syv til otte meter langs strækningen ved Skagen, hvilket vil medføre, at der formentlig ikke sker gydning hos tobis indenfor otte meter dybdegrænsen.

I alt 14 af de 15 indikatorarter har deres opvækstområder for juvenile fisk langs strækningen – ved Skagen. Tunge har fortrinsvist deres opvækstområder i den vestlige og sydlige del af Nordsøen.

Fiskenes biologi

I faktaboksen nedenfor er der redegjort for de 15 indikatorarters biologi på strækningen ved Skagen.

Biologien hos fisk – Skagen

Havlampret

Havlampretten er anadrom, hvilket betyder at æg gydes i ferskvand, mens opvækst og fødesøgning primært foregår i havet. Gydeindvandring fra havet sker sandsynligvis primært i april-maj måned. Udvandring af juvenile til havet sker efter 3-8 år i vandløbet; antageligt primært i efterår-vinter. Dog viser et studie fra Rhinen at udtræk forekommer året rundt; primært om foråret (marts-maj), og i mindre grad i efterår-vinter. Havlampret lever parasitisk på hvirveldyr. Under marine forhold er byttet ofte torskefisk, men kan også være bruskfisk og pattedyr. Havlampretten dræber ikke sin vært. Juvenile havlampretter lever i sedimentet i vandløbet.

Stavsild

Stavsilden er anadrom, hvilket betyder at æg gydes i ferskvand, mens opvækst og fødesøgning primært foregår i havet. Stavsild gyder flere gange i løbet af livet. Gydevandringen er afhængig af at vandtemperaturen når 10-12 grader og foregår for nordlige bestande i maj-juni²⁹⁸. Der er ikke kendskab til specifikke danske gydepladser, og det er ikke med sikkerhed påvist at arten reelt yngler i danske vandløb. Ynglen vandrer ud i saltvand om efteråret. Stavsildens føde består af plankton og småfisk.

Europæisk ål

Ålen yngler i Sargassohavet og herefter dør de udgydte voksne ål. Åleynglen vandrer tilbage mod Europas kyster og op i vandløb og søer i løbet af februar-maj. Juvenile ål ses oftest langs kysten, hvor der er undervandsvegetation. Hanner kønsmodner efter 3-5 år, hunner efter 8-15 år. Ved begyndende kønsmodning trækker ål fra ferskvand tilbage til havet og begynder gydevandring mod Sargassohavet. I Danmark sker udtræk primært i efterårsmånederne. Ål har et meget bredt fødevalg og æder orme, snegle, muslinger, krebsdyr og insekter. Større ål æder også fisk.

Torsk

Torsk lever mest i nærheden af bunden, men kan også findes mere frit i vandsøjlen. Den lever både kystnært og ud til vanddybder på 600 meter. Gydning hos torsk foregår typisk i perioden januar – maj, men toppe ofte i februar – marts. Succesfuld gydning forudsætter de rette temperaturer og saltholdigheder. Æggene klækker i frit vandet, og ynglen lever her i 3-5 måneder, hvor føden består af vandlopper og andre små planktondyr. Juvenile torsk lever ved bunden; både på dybt vand og i kystnære områder. Føden består af krebsdyr, orme og bløddyr. Ved en alder på seks år er alle torsk kønsmodne i danske farvande. Større torsk lever på dybere vand, hvor de i stigende grad lever af fisk frem for invertebrater.



²⁹⁸ Claridge, P. N., and D. C. Gardner. "Growth and movements of the twaite shad, *Alosa fallax* (Lacépède), in the Severn Estuary." *Journal of Fish Biology* 12.3 (1978): 203-211.

Hvilling

Hvilling forekommer mest på sand- eller mudderbund på alle dybder ned til 200 meter. Gyldning hos hvilling foregår typisk i perioden februar – juni, men toppe i det tidlige forår. Gyde- og opvækstområder findes over store dele af udbredelsesområdet, hvor gyldning foregår på 30-100 meters dybde. Æg og larver lever i de fri vandmasser i store områder i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. I det efterfølgende stadie opsøger fiskene ofte mere kystnære områder. Unge hvilling søger ly gerne imellem tentaklerne hos brandmænd. Efter et år vandrer hvilling typisk ud på dybere vand. Føden hos hvilling består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr) og mindre fisk. Indtaget af fisk stiger med hvillingens størrelse. Hvilling > 30 cm spiser næsten udelukkende fisk, heriblandt brisling, tobis, sild og torsk.



Sild

Silden er en stimefisk og den vandrer mellem gydeområder på banker og langs kysten til opvækstområder på åbent hav. Gydeperioden for efterårs- og vintergydende sild strækker sig fra september til januar. Æggene klæbes til groft sand eller grus. Gydeperioden for forårsgydende sild er marts – maj. Efter klækning er larverne planktoniske og følger lokale strømforhold. Sild æder fortrinsvist zooplankton, som de filtrerer vha. særlige stave på gællebuerne. Ældre sild æder også fiskeæg og yngel.

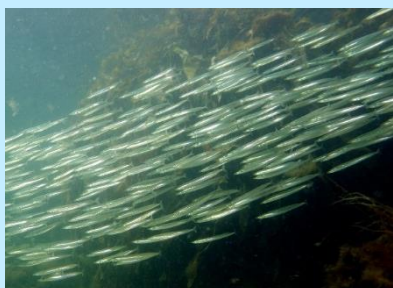


Brisling

Brislingen er en stimefisk. Gydeperioden strækker sig fra tidligt forår til efterår med toppunkt i maj-juni. Gydeområderne er de samme områder, hvor de voksne er udbredt. Æggene og larverne er pelagiske. Brisling lever af planktoniske krebsdyr.

Tobis

Tobisen veksler mellem at være nedgravet og søge planktonføde i små stimer og er tilsyneladende udpræget stationær efter larvestadiet²⁹⁹. Tobis kan blive op til ti år gammel, men individer mere end fire år gamle, er ikke hyppige i områder med fiskeri. Arten er ofte opdelt i lokale underpopulationer med forskellige gydeperioder i løbet af året³⁰⁰. For havtobis strækker gydeperioden sig fra december til januar, mens f.eks. kysttobis har to gydeperioder: marts-april og september. Æggene klæbes til groft sand eller grus. Efter klækning er larverne pelagiske og følger passivt med havstrømmene. Larvestadiet strækker sig normalt over sommerhalvåret. Forvandlingen fra larvestadiet til juvenile finder sted i løbet af efteråret. Voksne, juvenile og larver findes normalt på samme lokaliteter. Gode habitater for tobis er kendetegnede ved en havbund med groft sand (kornstørrelse: 0,25 – 1,2 mm) og skalgrus samt kraftig strøm over bunden. Sedimenttyppen har afgørende indflydelse på udbredelse af tobisarterne³⁰¹. I alle stadier består føden af forskellige planktonorganismer. For voksne tobiser kan det f.eks. være silde- og tobislarver.



Rødspætte

Rødspætte er bentisk og forekommer på alle vanddybder ud til omtrent 200 meter. Rødspætte ligger ofte nedgravet i havbunden i dagtimerne og vandrer ind på de mere kystnære områder om natten for at søge føde. Rødspætte foretrækker sandet, gruset eller mudret bund. De fleste voksne individer forekommer på dybder mellem 10-50 meter. Gyldning foregår ved omkring 6° C; typisk mellem december og maj, men toppe i februar. Æg og larver lever i de fri vandmasser. Efter larvestadiet opsøger fisken havbunden, hvor føden består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr, havbørsteorme og skaldyr). Fiskemaveundersøgelser i 2003 viser, at børsteorm udgør hovedparten af rødspætters føde³⁰².

Pighvar

Pighvarren er bentisk og forekommer på vanddybder op til 70 meter. Store pighvar findes i forår og efterår helt inde i brændingen, hvor de jager tobis. Gydeperioden strækker sig fra tidlig april til august. Pighvar gyder på dybere vand, 10 - 40 meter. Æggene gydes i de frie vandmasser (pelagisk). Larverne er ligeledes pelagiske. Unge pighvar er mere udbredt i kystnære områder end voksne individer. Dog kan de helt små juvenile også findes pelagisk sammen med larvestadierne. Efter larvestadiet opsøger fisken havbunden, hvor føden består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr, havbørsteorme og skaldyr), samt fisk.

Skrubbe

Skrubben er bentisk. Gydeperioden strækker sig fra tidlig februar til maj. Skrubben gyder på dybere vand, 20 - 40 meters dybde. Æggene gydes i de frie vandmasser. De juvenile og voksne skrubber lever på ganske lavt vand og opvækstområderne er kystnære. Unge skrubber kan trække op i ferskvand. Føden består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr, havbørsteorme og skaldyr) og mindre fisk.

Ising

Ising forekommer hovedsageligt på vanddybder mellem 5 - 150 meter. Gydning foregår typisk mellem februar og juni på 20-40 meters dybde. Æg og larver lever i de fri vandmasser. Fisken søger imod bunden på 6-70 meters dybde ved en længde på omkring 14 mm. Herefter lever fisken på sandede og bløde bundtyper, hvor føden består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr, havbørsteorme og skaldyr) og mindre fisk.

Tunge

Tunge gyder typisk i perioden april – september med den højeste gydeaktivitet i april - maj ved temperaturer på 6-12° C. Migration forbundet med gydning foregår ofte om natten, hvor fisken befinder sig fritsvømmende i vandsøjlen. Æg og larver lever i de fri vandmasser. Ved en kropslængde på 12 – 14 mm opsøger fisken havbunden i kystnære og ganske lavvandede områder, hvor fisken opholder sig i 1-3 år, inden den gradvist vandrer ud på dybere vand. Føden består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr, havbørsteorme og skaldyr), som fisken finder uafhængig af synet. Fødesøgningen foregår hovedsageligt om natten.

**Rødtunge**

Rødtunge forekommer på vanddybder mellem 10 - 150 meter. Rødtunge foretrækker sandede, grusede og stenede bundtyper. Gydning foregår i perioden april – november antageligvis på vanddybder mellem 50 – 150 meter. Gydningen er ikke tydeligt geografisk afgrænset og foregår i størstedelen af udbredelsesområdet. Gydningen starter i de sydlige områder og rykker gradvist længere nordpå i løbet af sommeren og efteråret. Æg og larver lever i de fri vandmasser. Efter larvestadiet opsøger fisken havbunden på dybt vand, hvor føden består af bundlevende invertebrater (især havbørsteorme).

Hestereje

Hesterejen er en kortlivet art med normal levetid på 1,5 – 2 år, og den bliver op til 100 mm lang. Den lever på blød bund og hård sandbund ud til ca. 40 meters dybde, men er normalt mest almindelig på 5 – 20 meter vand. De forskellige livsstadier findes på samme lokalitet. Når æggene gydes, bæres de af hunnerne indtil klækning. Ægbærende hunner kan observeres året rundt, men ægproduktionen er størst om sommeren og vinteren. Larverne er pelagiske i ca. en måned, hvorefter de i en størrelse på 7-15 mm søger mod havbunden i områder med lavt vand. Hesterejer er stort set altædende (også ådsler).

Figur 14-2. Redegørelse for de 15 indikatorarters biologi på strækningen ved Skagen.

14.2.2**Bilag IV-arter**

For alle arter, der er opført på Habitatdirektivets bilag IV, skal det ifølge gældende regler sikres, at deres naturlige udbredelsesområder, herunder gyde-, fødesøgnings-, og migrations-områder ikke beskadiges eller ødelægges. For arter opført på habitatdirektivets bilag II og V, gælder samme regler, dog kun indenfor Natura 2000 områder, hvor arten er udpeget. Der forekommer ingen fiskearter på bilag IV-listen langs strækningen ved Skagen, og der er derfor ikke foretaget yderligere vurderinger.

14.2.3**Øvrige arter**

På strækningen forventes der at leve en lang række andre arter af fisk, herunder kutlinger, ulk, fløjfisk, tyklæbet multe, stenbider, makrel, hornfisk og havbars.

14.2.4**Kommercielt fiskeri**

Der er et meget begrænset kommercielt fiskeri helt kystnært langs strækningen både sommer og vinter, som vist på Figur 14-3 og Figur 14-4. Generelt foregår det meste fiskeri på nordvestsiden

²⁹⁹ Laugier, F., Feunteun, E., Pecheyran, C., Carpentier, A. 2015. Life history of the Small Sandeel, *Ammodytes tobianus*, inferred from otolith microchemistry. A methodological approach. ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE. 165 237-246.

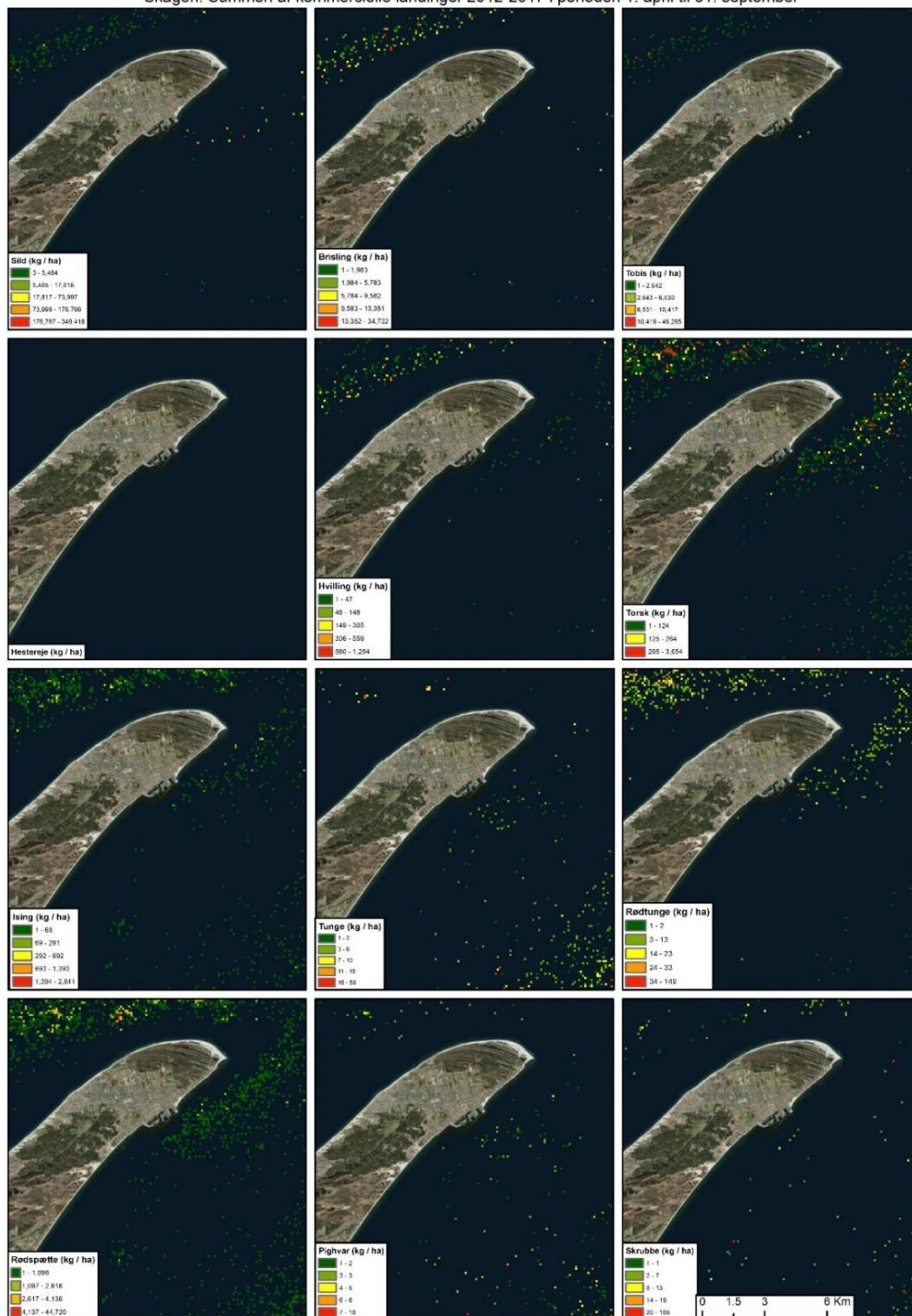
³⁰⁰ MP and Fives, JM. 1995. The biology of the lesser sand-eel *Ammodytes tobianus* L in the Galway Bay area. BIOLOGY AND ENVIRONMENT-PROCEEDINGS OF THE ROYAL IRISH ACADEMY. 95B (2), 87-98.

³⁰¹ Wright, P. J., Jensen, H., Tuck, I. 2000. The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. Journal of Sea Research, 44: 243-256.

³⁰² DFU-rapport nr. 156 – 05/Kystfodring og godt fiskeri

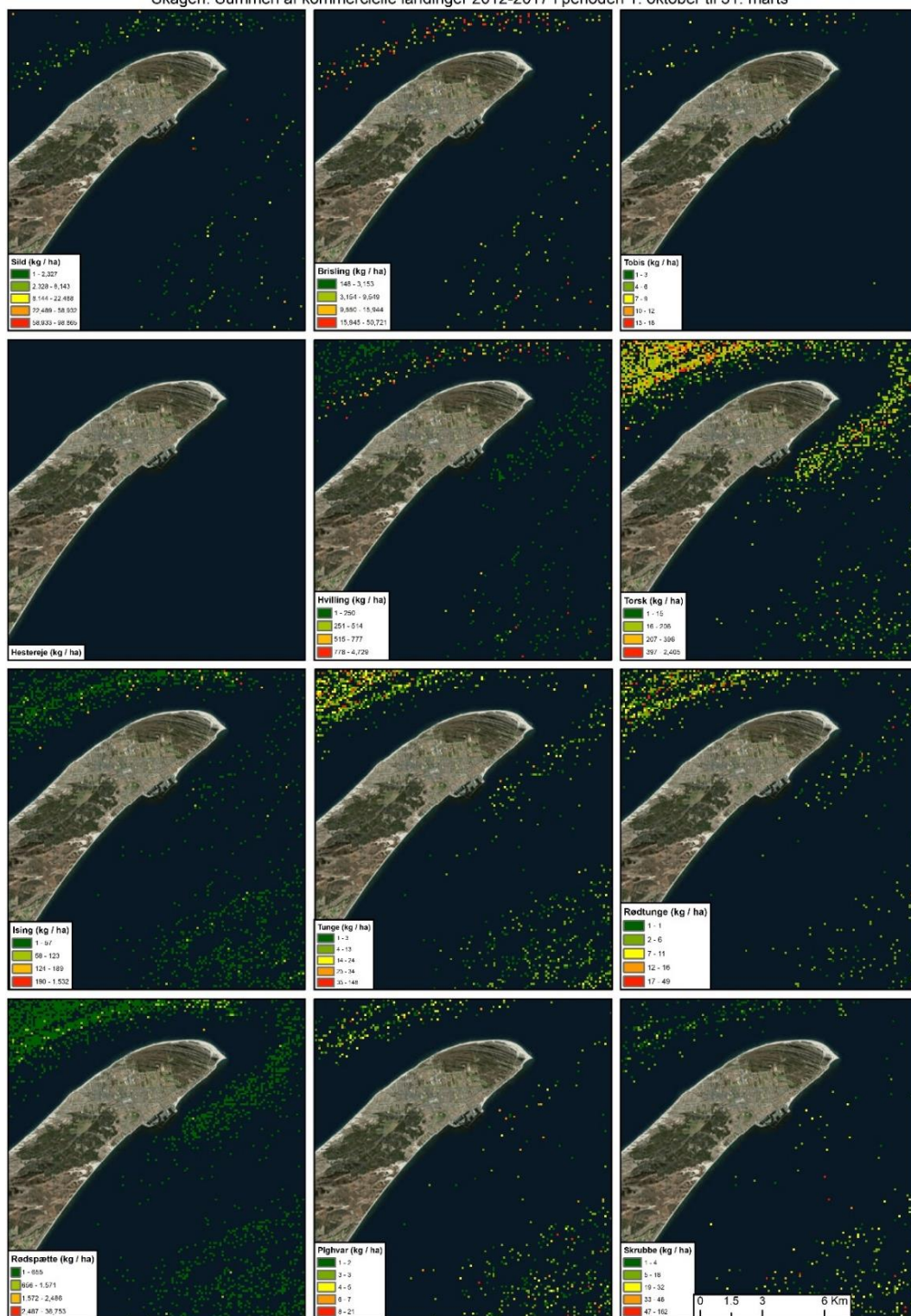
af Grenen i Skagerrak eller længere til havs. Om sommeren er der kystnær forekomst af sild, brisling, tobis, torsk og rødspætte. Der fanges kun mindre mængder tunge, rødtunge, skrubbe og pighvar. Der foregår ikke fiskeri efter tobis om vinteren, og fiskeriet efter sild og brisling er betydeligt mindre end om sommeren. Fiskeriet efter øvrige arter er ubetydeligt både sommer og vinter. Der foregår ikke fiskeri efter hesterejer på strækningen.

Skagen: Summen af kommercielle landinger 2012-2017 i perioden 1. april til 31. september



Figur 14-3 Sommerforekomst (kg ha⁻¹) af 12 befiskede fiskearter langs strækningen ved Skagen. Bemærk at signaturen er forskellige fra art til art, og dermed er udbredelseskortene ikke sammenlignelige mellem arter.

Skagen: Summen af kommercielle landinger 2012-2017 i perioden 1. oktober til 31. marts



Figur 14-4 Vinterforekomst (kg ha⁻¹) af 12 befiskede fiskearter langs strækningen ved Skagen. Bemærk at sigtaturen er forskellige fra art til art, og dermed er udbredelseskortene ikke sammenlignelige mellem arter.

14.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres, og der dermed ikke vil foregå sandfodring i perioden 2020-24. Ved 0-alternativet forventes ingen potentielt negative påvirkninger af fisk, som ikke allerede foregår naturligt i forbindelse med de dynamiske forhold på strækningen ved Skagen. I 0-alternativet vil der derimod på lang sigt være en svag positiv effekt, da der kan skabes et marginalt større areal med fiske habitat ved tilbage-rykning af kysten.

14.4 Vurdering af påvirkninger

Den planlagte kystbeskyttelse medfører ved sandfodring en række miljøændringer, som kan påvirke fisk, herunder:

- Tildækning
- Reduktion af fødegrundlag
- Ændret substrat
- Spredning af sediment i vandsøjlen
- Sedimentation på havbunden
- Undervandsstøj

Ved den kystnære fodring kan der ske en overdækning af fiskenes levesteder med sand, så fødegrundlaget i form af bundfauna reduceres, ligesom bundsubstratet kan ændres, så det bliver ugunstigt for fiskene og deres fødegrundlag. Samtidig kan tildækning af gydehabitater påvirke f.eks. tobis og hestereje, der gyder direkte på havbunden. Strandfodring giver mindre tildækning af den vanddækkede havbund, som udgør et habitat for fisk, end kystnær fodring, og vurderingerne i det følgende er derfor baseret på kystnær fodring.

Kystnær fodring via klapning og rainboring fordeler det anvendte sediment fra 150 meter land-værts for fem meter dybdekurven og ud til otte meter dybdekurven, som beskrevet i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3. Arealet mellem de to dybdekurver kaldes i det følgende for påvirkningszonen. Ved klapning dækkes arealet af sand i et lag på ca. 1,5 meters tykkelse eller mere. Ved strandfodring fyldes "indbugtningerne" mellem bølgebryderne op med nyt sand, hvilket gør stranden bredere.

14.4.1 Tildækning

Voksne og juvenile fisk forventes at flygte ud af området, mens klapning og rainboring foregår. Nogle fisk vil sandsynligvis blive begravet, hvis de befinder sig lige under et skib, der klapper sand. Der er ikke fundet undersøgelser, der viser, at begravelse af fisk er et væsentligt problem ved kystnær fodring. Størstedelen af fiskene vil kunne flygte som følge af den visuelle forstyrrelse eller af støjen lige under skibet, se afsnit 14.4.4 eller vil kunne grave sig fri. Ved rainboring forventes alle fisk at kunne flygte eller grave sig fri og undslippe, da sandet tilføres gradvist. Fiskene forventes at vende tilbage, så snart fodringen er overstået.

Hesterejen er den eneste art, der vurderes at have gydeområder på de arealer, hvor der udlægges sand. Hesterejen gyder året rundt, men ægproduktionen er størst sommer og vinter. Hesterejen bærer sine æg under halen, til de klækker og bliver pelagiske larver. Det voksne dyr vurderes ikke at blive begravet af sand ved rainboring, da voksne individer forventes at grave sig fri og søge op i vandsøjlen, hvis de tildækkes med sand. Ved klapning vil en ubetydelig del af hesterejerne formentlig gå til, da de bliver begravet under det udlagte sandlag.

Samlet vurdering: Sandsynligheden, for at der sker tildækning af enkelte fisk, er stor, da sandet placeres på fiskenes opvækst- og levesteder. Den direkte påvirkning af voksne og juvenile fisk

som følge af tildækning sker lokalt, hvor klapning og rainbowing finder sted. Påvirkningen er midlertidig, da påvirkningen kan ske så længe der sker sandfodring. Påvirkningsgraden er lille, da de fleste fisk vil nå at flygte. Den direkte konsekvens for fiskefaunaen vurderes derfor at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på fiskefaunaen som følge af habitattab.

14.4.2 Reduceret fødegrundlag

Påvirkning af fiskebestandene ved habitattab skyldes primært tab af fødegrundlaget i form af bundfauna, som påvirkes midlertidigt ved kystnær fodring (se kapitel 13 *Marin bundfauna*).

For fisk, som ernærer sig helt eller delvist af bundfauna, vil påvirkning af den lokale fødetilgængelighed få store juvenile og voksne fisk til at ændre adfærd og opsøge upåvirket havbund i nærheden eller migrere længere strækninger for at finde mere optimale fødebetingelser. Det højere aktivitetsniveau vil dels reducere fiskenes vækst pga. af lavere energiindtag i forhold til forbrænding af energi, og dels medføre lavere overlevelse, da risikoen for at blive bytte for andre fisk øges ved øget aktivitetsniveau.

Der er ikke fundet studier af samspillet mellem sandfodring og ændringer af fisks vækst og overlevelse som funktion af et ændret fødegrundlag. Der kan derimod opstilles generelle energibetræktninger, som kan lægges til grund for en vurdering af de forventede konsekvenser af en reduktion i bundfaunaens tæthed og individernes størrelse som følge af sandfodring.

For arter og livsstadier med mindre mobilitet (larver og små juvenile fisk) vil reduceret fødegrundlag i en periode medføre lavere vækst og øget dødelighed. Det vil tage kortere tid for små end for store fisk inden en genetableret bundfauna udgør et energieffektivt fødegrundlag, da det koster mere energi at konsumere mange små fødedyr end få større. Til gengæld tåler små fisk ikke så lange perioder med sult som større fisk.

Det relative energiforbrug til aktivitet og fødesøgning er højest om sommeren, hvor de juvenile fisk i området stadig er små og temperaturerne stigende. Samtidig er sommeren også den vigtigste periode for etablering og opvækst af den nye generation af bundfauna, der som fødeorganismer danner vækstgrundlaget for fiskene.

En undersøgelse af forekomsten af fladfisk efter revlefodring ved Fjaltring på Vestkysten viste ikke en entydig effekt på forekomsten af rødspætter i månederne efter revlefodring³⁰³. På strækningen, hvor der blev sandfodret var der måneden efter signifikant flere rødspætter på den ene af to referencestrækninger. Det kan dog skyldes, at prøvetagning på referencestrækningerne skete 14 dage senere end på strækningen, hvor der blev sandfodret, og at der dermed var vandret flere rødspætter ind til kysten når vandet opvarmes i foråret. I de efterfølgende måneder var der få rødspætter på alle strækninger. Umiddelbart efter revlefodring var der i nogen henseender en decideret tiltrækning af fisk, der sandsynligvis spiser de døde dyr, der tilføres ved revlefodringen. Der var i undersøgelseerne ingen effekter på pelagiske fisk.

Arealet, der tildækkes, vil ved en samlet kystnær fodring af en kampagnemængde på 300.000 m³ dække omtrent 200.000 m² i en tykkelse af 1,5 meter, svarende til 12 % af påvirkningszonen, der dækker ca. 1,67 km² (se Tabel 13-5 i kapitel 13 *Marin bundfauna*). Ved strandfodring vurderes habitattabet at være mindre, da en del af sandet lægges, hvor der tidligere har været tørt og mellem bølgebryderne, der er af mindre betydning som fiskehabitat. Påvirkningerne ved flere

³⁰³ Støttrup, J., Dolmer, P., Røjbek, M., Nielsen, E., Ingvardsen, S., Sørensen, P., & Sørensen, S. R. (2007). Kystfodring og kystøkologi: Evalueret af revlefodring ud for Fjaltring. Charlottenlund: Danmarks Fiskeriundersøgelser. DFU-rapport, Nr. 171-07

mindre fodringer vurderes overordnet set at være de samme for fiskefaunaen som ved gennemførelse af en enkelt større fodring et år ift. habitattab, påvirkninger af gydeområder og ændringer i substratforhold. Der er en risiko for at dele af bundfaunaen ikke kan nå at retablere sig fuldt ud i løbet af kortere tid (3-5 år), hvis der fodres flere gange i perioden, som beskrevet i kapitel 13 *Marin bundfauna*, men samtidig er det kun en mindre del af påvirkningszonen, der tildækkes (5 %), da mængden af sand er mindre.

Børsteorme og tangloppe-arterne, der dominerer bundfaunaen på strækningen, og som vurderes at udgøre den vigtigste fødekilde fra bundfaunaen for fiskene, har dog så kort reableringstid (mindre end ét år), at fiskefaunaen kun vurderes at blive påvirket i begrænset grad, da de kan søge føde i omkringliggende områder.

Samlet vurdering: Konsekvenserne for bundfauna som følge af habitattab er begrænsede, da bundfaunaen har kort reableringstids (under et år, for de hyppigst forekommende arter, der udgør fiskenes vigtigste føde) og arealet, der tildækkes, er lille i forhold til det samlede habitat af samme type, og da der hurtigt sker en genindvandring fra naboområder. Fiskenes fødegrundlag vil være reetableret på under et år, hvorfor påvirkningen af fisk vurderes at være midlertidig. Udbredelsen vurderes at være lokal, da det kun er arealet, hvor den kystnære fodring foregår, at føden tildækkes. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da fiskene vil kunne søge føde i andre nærliggende områder. Konsekvensen af den kystnære sandfodring vurderes derfor at være begrænset, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på fiskefaunaen som følge af reduceret fødegrundlag.

14.4.3 Ændring af substratforhold

Ændring af de bundlevende fisks levevilkår kan forekomme, hvis det tilførte sand afviger væsentligt fra det eksisterende sand på strækningen, hvilket potentielt kan medføre en væsentlig ændring i såvel fødedyrssammensætningen som nedgravningsmulighederne for fisk på strækningen. Med hensyn til ændringer af bundforhold er det vist, at kornstørrelser fra 0,125 mm – 0,71 mm har betydning for en succesrig nedgravning hos de mindste rødspætteyngel³⁰⁴. Tobis foretrækker en grov til mellemgrov sandbund med en mediankornstørrelse på mellem 0,25 og 2,0 mm³⁰⁵.

Feltundersøgelser i oktober 2018 og eksisterende data viser, at sedimentet i de to prøvetagningsområder fra strækningen ved Skagen på revlen og ydre strandplan generelt set er ens. Fra tre til 7,5 meters dybde er sandet generelt af typen fint sand til groft sand (middelkornstørrelser mellem 0,19 til 0,6 mm). Middelkornstørrelsen er generelt højest tættest på land og aftager ud i profilet. Baseret på 62 sigtekurver ved 558-DA ved Skagen Rev, hvor sandet hentes, er der fundet en gennemsnitlig d_{50} på 0,195 mm. Fodringssandet afviger dermed ikke væsentligt fra sedimentet på strækningen ved Skagen (se også vurderingen i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*), og fodringssandets kornstørrelse har derfor en fordeling, der fortsat gør det egnet som habitat for fladfisk, tobis og hestereje.

Samlet vurdering: Sandsynligheden, for at der sker et habitattab som følge af ændringer i kornstørrelse, vurderes at være meget lille, da fodringssandet ikke afviger væsentligt fra sedimentet på havbunden på strækningen. Påvirkningens udbredelse er lokal, da kornstørrelsen kun ændres på arealet, hvor den kystnære fodring foregår. Påvirkningen er midlertidig, da kornstørrelsen efter et års tid vil være den samme, som før sandfodringen. Påvirkningsgraden er meget lille, da kornstørrelsen stadig ligger i et interval, der er optimalt for fiskene. Den samlede konsekvens

³⁰⁴ Gibson R. N. and Robb L. 1992. The relationship between body size, sediment grain size and the burying ability of juvenile plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology* (1992) 40, 771-778

³⁰⁵ Holland GJ, Greenstreet SPR, Gibb IM, Fraser HM and Robertson MR, 2005. Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 303, 269-282.

vurderes at være ubetydelig, og der er ikke nogen væsentlige indvirkninger på fiskefaunaen som følge af ændringer i kornstørrelsen.

14.4.4 Spredning af sediment i vandsøjlen

Kystnær fodring og strandfodring kan påvirke fisk på grund af forhøjet indhold af suspenderet sediment i vandsøjlen (SSC) som følge af spild fra den fineste fraktion af det tilførte sand. Ved strandfodring er spildet af suspenderet materiale dog væsentligt mindre end ved kystnær fodring og påvirker primært zonen nær kysten i nærheden af de områder, hvor sandfodringen foregår.

Da kystnær fodring medfører langt den største spredning af sediment i vandsøjlen, baseres de følgende vurderinger på de worst-case modelberegninger af udbredelsen og varigheden af sedimentfaner ved kystnær fodring, som er beskrevet i Kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation* og det tilhørende bilag 4 *Sedimentation, hydraulik, morfologi*.

Sedimentpåvirkning af fisk

For fiskene kan det suspenderede sediment medføre en direkte påvirkning af iltoptagelsen via gæller, hud- og ægmembran, ligesom der kan ske en tilstopning af fiskenes fordøjelsessystem med øget dødelighed til følge. Indirekte påvirkning fra SSC kan ske i form af ændret migrations- og fødesøgningsadfærd, der kan medføre forringet reproduktion, mindsket vækst og øget sandsynlighed for at ende som bytte for andre fisk^{306 307}. For fiskearter, der hovedsageligt bruger synet til lokalisering af føde, vil arter, som især lever af små pelagiske fødeemner, blive udsat for et reduceret fødegrundlag.

For hver enkelt fiskeart og livsstadie vil påvirkningen afhænge af koncentrationen af SSC, tidspunkt for sandfodringen, varigheden, sedimenttransporten og fodringssandets fysisk-kemiske karakter. Høje koncentrationer af SSC forekommer naturligt, især under kraftige storme, hvor der opnås maksimale værdier. Storme forekommer dog primært i efterårs- og vintermånederne, mens sandfodringen primært sker uden for den værste stormsæson, og aldrig mens stormene står på.

Kystnær fodring vil derfor medføre en hyppigere forekomst af høje koncentrationer af SSC i vandsøjlen i en del af den tid der sker fodring. Fodringaktiviteterne forløber i op til 33 døgn, hvor SSC forhøjes. Samlet set vil der i perioden ske en overskridelse på 10 mg/l SSC i otte ud af 33 døgn. (se Tabel 8-8). Det ekstra tilførte sediment i vandsøjlen vil have bundfældet sig maksimalt 24 timer efter endt sandfodring.

Alt efter årstid, kan den kystnære fodring dermed påvirke forskellige livsstadier af fisk i et omfang, som ikke forekommer naturligt. Høje koncentrationer af SSC i forbindelse med kystnær fodring kan være særligt kritiske for migrerende fiskearter i perioder, hvor de samles ved større udløb, på strækningen. Ved Skagen er der dog 15 km til næste større å-udløb, som er Knasborg Å ved Aalbæk, og strækningen vurderes derfor ikke at være kritisk for vandrende fiskearter.

³⁰⁶ Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L., 2015. A re-view of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, 35(3), 334-350.

³⁰⁷ Berry, W., Rubinstein, N., Melzian, B., & Hill, B., 2003. The biological effects of suspended and bedded sediment (SABS) in aquatic systems: a review. United States Environmental Protection Agency, Duluth.

Fiskenes følsomhed

Miljøvurderingen af påvirkningen af fisk er foretaget ud fra eksisterende viden om fiskenes følsomhed over suspenderet sediment. Følsomheden overfor SSC er beskrevet for de 15 indikatorarter i Tabel 14-2.

Art	Type	Beskrivelse	Følsomhed
Havlampret	B	Der findes ingen dokumentation for havlamprettens adfærd og respons på sedimentbelastning. Følsomheden formodes dog at være lav især for juvenile, der er tilpasset til at leve og søge føde nedgravet i ferskvandssedimenter. Forsøg med blinde voksne havlampretter viser, at de migrerer op i vandløb i samme rate som ikke-blinde individer ³⁰⁸ , hvilket indikerer, at dårlig sigte i vandet ikke er en forhindring. Andre forsøg har vist, at lampretter finder vej til vandløbene via feromoner, der udskilles af de lampret-larver, der opholder sig i føde-vandløbet ³⁰⁹ .	Lav
Stavsild	P	Der findes ingen dokumentation for stavsildens adfærd og respons på sedimentbelastning. Følsomheden formodes at være høj som hos andre sildefisk.	Høj
Europæisk ål	B, P	Der er ikke dokumentation for europæisk åls respons på forhøjede sedimentkoncentrationer. Undersøgelser fra andre ålearter viser ingen undvigelse-adfærd eller påvirkning af fourageringsadfærd ³¹⁰ og følsomheden vurderes at være lav.	Lav
Torsk	D	Torsk har vist undvigelsesadfærd, når de støder på sedimentfaner af partikler af ler eller kalk i koncentrationer på mellem 2 mg/l og 8-9 mg/l, hvor baggrundskoncentrationen af suspenderet materiale var mindre end 0,4 mg/l ³¹¹ . Opløst sediment (550 mg/l) kan forårsage skader på gæller og øget stress hos juvenile torsk. Der er dog ikke observeret forhøjet dødelighed, selvom torske blev udsat for koncentrationen i 1-10 døgn ³¹² .	Medium
Hvilling	D	Der forekommer ikke studier af hvilling ift. adfærd og forhøjede sedimentkoncentrationer. Langs strækningen forekommer kun juvenile og voksne individer, der formodes at have samme følsomhed som torsk	Medium
Sild	P	Sild har vist undvigelsesadfærd, når de støder på sedimentfaner af partikler af ler eller kalk i koncentrationer på mellem 2 mg/l og 8-9 mg/l, hvor baggrundskoncentrationen af suspenderet materiale var mindre end 0,4 mg/l ³¹³ . Juvenile og voksne sild er i andre undersøgelser udvist undvigelseadfærd ved 9-12-mg/l ³¹⁴ og 19 mg/l (fint sediment hhv. 35 mg/l (groft sediment) ³¹⁵ . Følsomheden vurderes derfor at være høj for voksne sild og undvigelse adfærd forventes at forekomme ved omkring 20 mg/l, da sedimentet, der spildes, er silt og ikke ler eller kalk.	Høj
Brisling	P	Der findes ikke undersøgelser af brisling ift. forhøjede sedimentkoncentrationer. Brisling formodes at have samme følsomhed overfor sediment som sild.	Høj

³⁰⁸ T.R. Binder and D.G. McDonald, 2007, Is there a role for vision in the behavior of sea lampreys (*Petromyzon marinus*) during their upstream spawning migration? Can. J. Aquat. Sci. 64: 1403-1412

³⁰⁹ T.D. Meckley and C.M. Wagner, 2014, Coastal movements of migrating sea lamprey (*Petromyzon marinus*) in response to a partial pheromone added to river water: implications for management of invasive populations, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 71: 533-544 (2014)

³¹⁰ Boubee, JAT, Dean, TL, West, DW, Barrier, RFG, 1997, Avoidance of suspended sediment by the juvenile migratory stage of six New Zealand native fish species. NEW ZEALAND JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 31: 61-69 DOI:10.1080/00288330.1997.9516745

³¹¹ Appelberg, M; Holmqvist, M and Lagenfelt, I. 2005. Øresundsforbindelsens inverkan paa fisk och fiske. Underlagsrapport 1992-2005. 2005, pp. 1-230.

³¹² Humborstad O, Jørgensen T, Grotmol S., 2006, Exposure of cod *Gadus morhua* to resuspended sediment: an experimental study of the impact of bottom trawling. Mar Ecol Prog Ser. 2006;309: 247-254.

³¹³ Westerberg, H., Rännbäck, P. and Frimansson H., 1996.

Effects of suspended sediments on cod egg and larvae and on the behaviour of adult herring and cod, ICES, CM 1996E:26 Marine Environmental Quality Committee

³¹⁴ Johnston D. W. and Wildish D. J., 1981, Avoidance of Dredge Spoil by Herring (*Clupea harengus harengus*), Bull. Environm. Contam. Toxicol. 26, 307-314 (1981)

³¹⁵ Wildish, D.J., Wilson A.J. and Akagi H., 1977, Avoidance by herring of suspended sediment from dredge spoil dumping, ICES, C. M. 1977/E: 11

Tobis	P	Der findes ikke undersøgelser af tobis ift. forhøjede sedimentkoncentrationer og sedimentation. Juvenile og voksne tobis graver sig gerne ned i sandbunden og er meget mobile. Derudover lever de langs kyster med naturligt høje sedimentkoncentrationer. De vurderes derfor at have lav følsomhed over for sedimentation og øgede sediment koncentrationer. Der foreligger ikke undersøgelser om æggene og ynglens følsomhed over for forhøjede sedimentkoncentrationer, men da tobisen er tilpasset miljøer med naturligt høje sedimentkoncentrationer, vurderes følsomheden at være lav.	Lav
Rødspætte	B	Rødspætten har sine opvækstområder i Vadehavet, hvor der naturligt forekommer høje sedimentkoncentrationer. Studier har vist, at juvenile og voksne rødspætter kan overleve op til 3.000 mg/l i 14 dage. Undersøgelser tyder på, at øget turbiditet kan være en fordel for rødspætte ³¹⁶ . Rødspætte fouragerer ikke via synet, og fødesøgning påvirkes derfor ikke af øget turbiditet forbundet med kystbeskyttelse.	Lav
Pighvar	B	Der forekommer ikke studier af pighvar ift. adfærd og forhøjede sedimentkoncentrationer. Langs strækningen forekommer kun juvenile og voksne individer, der er tilpasset at søge føde i brændingszonen.	Lav
Skrubbe	B	Der forekommer ikke studier af skrubber ift. adfærd og forhøjede sedimentkoncentrationer. Langs strækningen forekommer kun juvenile og voksne individer, der er tilpasset at søge føde i brændingszonen.	Lav
Ising	B	Der forekommer ikke studier af ising ift. adfærd og forhøjede sedimentkoncentrationer. Langs strækningen forekommer kun juvenile og voksne individer, der er tilpasset at søge føde i brændingszonen.	Lav
Tunge	B	Der forekommer ikke studier af tunge ift. adfærd og forhøjede sedimentkoncentrationer. Langs strækningen forekommer kun juvenile og voksne individer, der er tilpasset at søge føde om natten.	Lav
Rødtunge	B	Der forekommer ikke studier af rødtunge ift. adfærd og forhøjede sedimentkoncentrationer. Rødtungen er tilpasset til at jage om natten uden brug af synet. Hvorvidt dens gælleapparat er følsomt overfor forhøjede sedimentkoncentrationer, vides dog ikke, men den lever også på lavt vand, hvor der naturligt er høje sedimentkoncentrationer.	Lav
Hestereje	B	Hesterejen er tilpasset at søge føde i brændingszonen, og den er meget mobil. Æggene bæres af hunnen beskyttet under halen. Følsomheden vurderes derfor at være lav både over for øget sedimentation og høje koncentrationer af suspenderet stof i vandsøjlen.	Lav

Tabel 14-2. De 15 indikatorarters følsomhed over for forøgede koncentrationer af suspenderet stof i vandsøjlen, som vurderet ud fra litteraturstudie. Følsomheden er også angivet for sedimentation i de tilfælde, hvor der potentielt kan være en påvirkning af æg og larver.

Af Tabel 14-2 fremgår det, at den mest følsomme art, der forekommer langs strækningen, er sild, der er pelagiske og jager med synet, og hvis gæller tilsyneladende irriteres af partikler i vandet. Stavsild og brisling vurderes også at have høj følsomhed overfor SSC, da de har samme levevis. De øvrige arter, der optræder på strækningen, er bedre tilpasset de dynamiske sedimentforhold og vurderes at have medium eller lav følsomhed.

DTU Aqua har vurderet, at tærskelværdien for stavsild og silde følsomhed overfor SSC er på 10 mg/l inklusive baggrundskoncentrationen³¹⁷. Når koncentrationen er over 10 mg/l, vil fiskene kunne udvise undvigeadfærd og svømme væk fra sedimentfanerne. Påvirkningen kan være væsentlig for strækninger, som har betydning for vandrende fisk, hvis de vandrende fisk undviger en strækning i deres gydeperiode og dermed forhindres i at trække ind i fjorde eller vandløb for at gyde. Strækningen ved Skagen vurderes dog ikke at være vigtig for vandrende fiskearter, da den

³¹⁶ Essink K. Ecological effects of dumping of dredged sediments; Options for management. J Coast Conserv. 1999;5: 69-80. doi:10.1007/BF02802741

³¹⁷ DTU-Aqua, 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 21. april, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

ikke ligger tæt ved et fjordområde, og nærmeste større å-udløb, Knasborg Å, ligger mere end 15 km fra strækningen.

Der er i de følgende vurderinger af påvirkninger fra SSC regnet med, at der vil forekomme en påvirkning af de mest følsomme fisk fra sedimentfaner med en koncentration af SSC >10 mg/l inklusive baggrundskoncentration.

Vurdering af påvirkning

Ved kystnær fodring forventes følsomme fiskearter at undvige sedimentfaner over 10 mg/l, og de vil formentlig ikke bevæge sig ind langs kysten i perioden på op til otte døgn, hvor der kan forekomme SSC, der overskrider 10 mg/l langs kysten (se Tabel 8-8). I havneindsejlingen kan SSC på 10 mg/l overskrides i op til 13 dage, men selve havnen har mindre betydning for fiskefaunaen, og forholdet vurderes derfor ikke nærmere.

Påvirkninger af juvenile og voksne fisk vurderes med stor sandsynlighed at ville forekomme, men påvirkningen vil være midlertidig, op til otte døgn i perioden, hvor der kystnær fodres, og af lokal udbredelse (op til ti kilometer langs kysten inden for påvirkningszonen). Påvirkningsgraden vurderes at være lille for arter med lav og medium følsomhed, da koncentrationerne ikke er nok til at skade fiskene og kun høje nok til, at fiskene kortvarig vil undgå fanen lige omkring sandfodrings-skibene. For arter med lav og medium følsomhed vurderes konsekvenserne dermed at være ubetydelige.

Følsomme fiskearter forventes at undgå strækningen, hvor der sandfodres, når SSC overstiger baggrundsniveauet med 10 mg/l i op til otte døgn i perioden, hvor sandfodres kystnært. Da strækningen ikke er kritisk for vandrende fisk, vurderes kystnær fodring kun at medføre en moderat påvirkningsgrad i form af flugtaadfærd for de mest følsomme fisk. Konsekvenserne vurderes derfor at være ubetydelige.

Sandsynligheden for en påvirkning af gydeområder for tobis vurderes at være lille, da de sandsynligvis ikke gyder inden for påvirkningszonen og en tilførsel på 10 mg/l over baggrundsniveauet kun overskrides i et halv døgn i en afstand af 800-1000 meter fra kysten (se afsnit 8.4.6). Udbredelsen vurderes at være lokal, da sedimentet fortrinsvist spredes inden for påvirkningszonen og op til ti kilometer langs kysten. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da forøgelsen af SSC fra sandfodring er under 10 mg/l, der hvor tobis gyder, og da følsomheden hos tobis over for SSC vurderes at være lav. Konsekvensen for gydende tobiser, vurderes at være ubetydelig.

Sandsynligheden for påvirkningen af gydeområder for hesterejer vurderes at være stor, da de gyder strandnært. Udbredelsen er lokal, da sedimentet fortrinsvist spredes inden for påvirkningszonen og kun op til ti kilometer langs kysten. Påvirkningen har en kort varighed, idet forhøjet SSC forekommer i op til otte døgn langs kysten. Hesterejen har lav følsomhed, hvorfor påvirkningsgraden vurderes at være lille. Samlet set vurderes konsekvensen af SSC på hesterejer at være ubetydelig, og der er dermed ikke en væsentlig indvirkning på hesterejer.

Ved fodring med 120.000 m³ eller 60.000 m³ vurderes påvirkningerne af fiskene at være mindre, end hvis der fodres med én stor kampagnemængde én gang i perioden 2020-24, da perioden, hvor der spredes sediment vil være kortere, og sedimentspildet vil være mindre. For fiskefaunaen vurderes konsekvenserne at være ubetydelige for alle arter. SSC ved flere mindre fodringer vurderes dermed ikke at have væsentlige indvirkninger.

Samlet vurdering: Samlet set vurderes sandsynligheden for påvirkninger af fisk som følge af spredning af sediment i vandsøjlen at være stor, men påvirkningen vil ske lokalt, da spredningen kun sker op til ti kilometer langs kysten ved kystnær fodring. En forøgelse af SSC på 10 mg/l over baggrunds niveauet vil desuden kun overskrides midlertidigt i op til maksimalt 8 døgn. Påvirkningsgraden vurderes at være moderat, da der ikke vurderes at være forhøjet dødelighed af fisk, men kun en mulig flugtadfærd, og flugtadfærden vil ikke påvirke arternes mulighed for at gyde. Den samlede konsekvens for fiskefaunaen vurderes at være begrænset. Spredning af sediment i vandsøjlen vurderes dermed ikke at have væsentlig indvirkning på fiskefaunaen.

14.4.5 Sedimentation på havbunden

Sedimentation af fine materialer på havbunden kan potentielt begrave æg fra fisk, der gyder på bunden. Det gælder f.eks. tobis, hvor æggene hæfter til bundsubstratet. Modelleringerne af sedimentation på havbunden viser jf. afsnit 8.4.7 i Kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*, at aflejringstykkelser af det sedimenterede materiale maksimalt udgør ca. 10 cm ved kystnær fodring.

De maksimale aflejringstykkelser forekommer indenfor selve fodringsområdet. Nedstrøms for sandfodringen i sedimentfanen er aflejringstykkelserne væsentligt lavere. Det aflejrede materiale afviger samtidig ikke fra, hvad der naturligt kan aflejres i forbindelse med blæst og storme, hvor der kan ske bundændringer på 0,6 meter. Materialet omlejres desuden hurtigt som følge af den naturlige dynamik på kysten.

Voksne og juvenile fisk, der lever nedgravede, f.eks. fladfisk og tobis, vurderes at være så mobile, at de ikke er følsomme overfor sedimentation, der som nævnt også forekommer naturligt efter perioder med blæst og storme. Arterne vil derfor bevæge sig ud af områder med meget høje sedimentationsrater eller at grave sig fri. Det samme gælder andre fiskearter, der også forventes at bevæge sig ud af områder med meget høje sedimentationsrater, og der forventes derfor ikke at ske nogen påvirkning af juvenile og voksne fisk som følge af sedimentation. Desuden er påvirkning af fiskenes fødegrundlag i form af bundfauna ubetydelig, jf. kapitel 13 *Marin Bundfauna*.

Det er kun hesterejen, der vurderes at med sikkerhed have gydeområder langs strækningen, hvor der sandfodres. Hesterejen gyder året rundt, men ægproduktionen er størst sommer og vinter. Hesterejen bærer sine æg under halen til de klækker og bliver pelagiske larver. Voksne ægbærende dyr vurderes ikke at blive begravet af sedimentation, da de forventes at søge op i vandsøjlen eller at grave sig fri, når der forekommer sedimentation på havbunden. Konsekvenserne som følge af sedimentation vurderes derfor at være ubetydelige for hesterejen.

Kysttobis gyder langs Vestkysten og ved Skagen, men i hvor høj grad de gyder indenfor arealer, hvor der sandfodres, er dog ukendt. Som beskrevet i afsnit 14.2.1 forventes tobis at gyde på større dybde og længere væk fra kysten, tobis gyder formentlig ikke inden for otte meter dybdegrænsen. Da sedimentationen fortrinsvist forekommer indenfor otte meter dybdekurven, vurderes det derfor kun at være en ubetydelig del af kysttobisens gydeområder, der potentielt bliver påvirket. Påvirkningen vil desuden kun forekomme, hvis der sandfodres i gydeperioden for kysttobis, som strækker sig fra marts til april, samt i september. Konsekvensen for gydende tobiser vurderes derfor at være ubetydelig.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at fisk påvirkes af sedimentation på havbunden, vurderes at være stor. Påvirkningen vurderes at være lokal inden for påvirkningszonen og midlertidig, da sedimentationen kun sker i forbindelse med sandfodringen i en periode på op til 33 døgn i løbet af den femårige periode. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da hverken hesterejer eller fisk er følsomme overfor en sedimentation på 10 cm, som også forekommer naturligt. De samlede

konsekvenser vurderes derfor at være ubetydelige for fisk, og der vil ikke være nogen væsentlige indvirkninger på fisk som følge af sedimentation på havbunden.

14.4.6 Undervandsstøj

Kraftig støj fra skibe og indpumpningsrør kan potentielt påvirke fisk negativt i form af enten permanent eller midlertidigt høretab eller ændret adfærd.

Fisk kan efter deres anatomi groft opdeles efter lydfølsomhed. Fisk uden svømmeblære har lav følsomhed. Fisk som har svømmeblære, der ikke er koblet til det øvrige høresystem, har medium hørelse. Fisk, der har en kobling mellem svømmeblære og det øvrige høresystem, har høj følsomhed. Svømmeblæren hos fladfisk degenerer i forbindelse med metamorfose til liv på bunden, og de har derfor generelt lav følsomhed. Flere undersøgelser har vist, at fisk er i stand til at regenerere cellerne i øret, og at hørelsen dermed kan genskabes³¹⁸. Æg og larver påvirkes ikke væsentligt af lyd.

Hovedreglen er, at bentiske arter har lav følsomhed, og demersale arter har medium følsomhed, mens pelagiske arter som f.eks. sild, stavsild og brisling har høj følsomhed, der betyder, at arterne kan forventes at udvise undvigeadfærd. Følsomheden overfor støj er opsummeret i Tabel 14-3 og beskrevet nærmere i bilag 8 *Artbeskrivelse marine forhold, fisk*.

Art	Type	Anatomi	Følsomhed
Havlampret	B	Har ingen svømmeblære. Der findes begrænset dokumentation for havlamprets adfærd og respons på generel støj, men undvigeadfærd er indirekte indikeret ved lavfrekvente lyde (150-180Hz) ³¹⁹ .	Lav
Stavsild	P	Har svømmeblære, der er koblet til det indre øre. Hørelsen er ikke undersøgt for stavsild, men sildefisk har generelt høj følsomhed overfor støj, se også under sild. Fisk i slægten Alosinae, hvilket omfatter stavsild, kan høre lyde op til 100 Hz ³²⁰ .	Høj
Europæisk ål	B, P	Ålen vurderes at være medium følsom overfor støj idet den har en svømmeblære, men svømmeblæren er ikke forbundet med det indre øre. Et norsk studie har vist, at ål har en øvre grænse for hørbare frekvenser på 300 Hz ³²¹ .	Medium
Torsk	D	Torskefisk har svømmeblære og har derfor generelt bedre hørelse end fisk uden svømmeblære. Derudover har torsk to luftfyldte rør, der peger mod det indre øre, hvilket sandsynligvis forklarer, at de har bedre hørelse end andre fisk, men ikke ligeså god hørelse som sild, hvor svømmeblæren er forbundet med det indre øre. Torsk kan opfatte lyde op til 38 kHz, dog kan de kun opfatte ultralyd, ved meget høje niveauer (200 dB) ^{322 323} . Torsk reagerer også på infralyd (lavfrekvent) under 20 Hz.	Medium
Hvilling	D	Torskefisk har svømmeblære og har derfor generelt bedre hørelse end fisk uden svømmeblære. Der foreligger dog ingen undersøgelser af hvillings hørelse. Følsomheden vurderes at være moderat.	Medium
Sild	P	Sild har en svømmeblære og indre øreforbindelse, der forklarer deres specielle høreevne. Sild hører en lang række frekvenser mellem 30 Hz og 4 kHz. Høretærsklen for sild ligger på omkring 75 dB re 1 µPa ved omkring 100 Hz ³²⁴ . En undersøgelse af gydende sild blev udført i Norge for at undersøge virkningerne af	Høj

³¹⁸ Popper A.N. and Hastings M.C., 2009, REVIEW PAPER The effects of anthropogenic sources of sound on fishes, Journal of Fish Biology (2009) 75, 455–489

³¹⁹ Klingler, G., and K. Mullett. 2001. Using sound to guide lampreys: pilot study results. U.S. Fish and Wildlife Service, Marquette, Michigan.

³²⁰ FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041–Volume I

³²¹ Jerko H., Turunen-Rise, I., Enger P.S., and Sand O. Hearing in the eel (*Anguilla anguilla*), J Comp Physiol A (1989) 165:455-459

³²² Chapman CJ, Hawkins AD. A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L. J Comp Physiol. 1973;85: 147–167. doi:10.1007/BF00696473

³²³ Wahlberg M, Westerberg H. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. Mar Ecol Prog Ser. 2005;288: 295–309. doi:10.3354/meps288295

³²⁴ Enger, PS. 1967. Hearing in herring. Comp. Biochem. Physiol. 22, 1967, pp. 527-538.

Art	Type	Anatomi	Følsomhed
		gentagen passage af et forskningsfartøj i en afstand på 7-8 km i 30-40 meters vanddybde. Ved et støjniveau på omkring 145 dB re 1 µPa 1Hz inden for området 5-500 Hz, var der ingen påviselig reaktion blandt gydesilden ³²⁵ .	
Brisling	P	Brisling har svømmeblære og en indre øre forbindelse og vurderes at kunne sammenlignes med sild ift. hørelse.	Høj
Tobis	P	Tobis har ingen svømmeblære. Stærk støj synes at påvirke tobis negativt da de udviser flugtreaktioner ved kraftig støjpåvirkning i forsøg, hvor de udsættes lydimpulser fra airguns, der bruges til seismiske undersøgelser. Undersøgelsen kunne dog ikke påvise øget dødelighed eller en signifikant ændring i tobistætheden i området for seismisk survey, selvom kildestyrken for airguns var på 256 dB re 1 µPa ³²⁶ .	Lav
Rødspætte	B	Rødspætte kan opfatte lyde med frekvenser omkring 30 – 250 Hz ³²⁷ . Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og de har derfor ikke særlig god hørelse. Rødspætte har dog vist sig at reagere på infralyd (lav frekvent) ³²⁸ .	Lav
Pighvar	B	Der forekommer ikke studier af pighvar ift. adfærd og støj. Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen, og de har derfor generelt ikke særlig god hørelse. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for pighvar.	Lav
Skrubbe	B	Se under pighvar	Lav
Ising	B	Se under pighvar	Lav
Tunge	B	Se under pighvar	Lav
Rødtunge	B	Se under pighvar	Lav
Hestereje	B	Der forekommer kun få studier af hesterejens ift. adfærd og støj. Akvarieforsøg har vist, at støj 20-30 dB(A) over naturlig baggrundsstøj for en strand medfører lavere vækst og fødeindtag ved længerevarende (måneder) støjpåvirkning ³²⁹ . Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes dog at være lav.	Lav

Tabel 14-3. Følsomhed for de 15 indikatorarter overfor undervandsstøj. *Svømmeblære degenererer i forbindelse med metamorfose til liv på bunden³³⁰. Type: bentiske (B), demersale (D) eller pelagiske (P) fisk.

Støj fra sandfodringsskibe er undersøgt for alle operationer, der forekommer ved sandfodring³³¹, og støjudbredelsen er modelleret og sammenlignet med vejledende grænseværdier for fisk³³². Påvirkningen har vist sig at være størst ved strandfodring, når der sker en indpumpning af sand. Grænseværdierne for høreskade, hvor fiskens høreorganer kan regenerere, er forudsat til at være 170 dB_{rms} over 48 timer, og for permanent høreskade til 158 dB_{rms} over 12 timer. Forudsætningerne er de samme for normal- og ekstremkampagne.

³²⁵ Skaret, G., Axelsen, B. E., Nottestad, L., Ferno, A. and Johannsen, A., 2005, "The behaviour of spawning herring in relation to a survey vessel", ICES Journal of Marine Science, Vol. 62, pp. 1061- 1064.

³²⁶ Hassel, A., Knutsen T., Dalen J., Skaar K. Løkkeborg S., Misund O. A., Østensen Ø., Fonn M., Haugland E.K., 2004. Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (Ammodytes marinus). ICES Journal of Marine Science, Volume 61, Issue 7, 1. January 2004

³²⁷ Chapman CJ, Sand O. Field studies of hearing in two species of flatfish *Pleuronectes platessa* (L.) and *Limanda limanda* (L.)(Family Pleuronectidae). Comp Biochem Physiol Part A Physiol. Elsevier; 1974;47: 371-385.

³²⁸ FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041-Volume I

³²⁹ Lagardère, J. P., 1982, Effects of Noise on Growth and Reproduction of Crangon crangon in Rearing Tanks, Marine Biology 71,177-185 (1982)

³³⁰ Desoutter-Meniger M. and B. Chanet 2009. The swim bladder of the adult soleids [Acanthomorpha: Pleuronectiformes, Soleidae]: fact or fiction, Cahier d'Anatomie Comparée, (2): -40-49.

³³¹ De Jong et al. 2010. Underwater noise of Trailing Suction Hopper Dredger at Maasvlakte 2: Analysis of source levels and background noise. Report no. TNO-DV 2010 C335.

³³² Popper, A.N., Hawkins, A.D., Fay, R.R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, Th., Coombs, S., Ellison, W.T., Gentry, R., Halvorsen, M.B., Lokkeborg, S., Rogers, P., Southall, B.L., Zeddies, D.G., Tavolga, W.N. ASA S3/SC1.4 TR-2014 Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI.

Ved modellering af den afstand fra sandfodringsskibe, hvor fisks hørelse kan tage skade, har det vist sig, at støjgrænserne ikke overskrides, selvom fiskene opholder sig i umiddelbar nærhed af skibet. Støj fra skibet må dog forventes at medføre en vis undvigereaktion hos de mest følsomme arter. Påvirkningen vurderes at være ens ved uanset om fodringen sker ved mindre fodringer flere år i træk eller en gang i perioden, hvor varigheden dog er længere.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for påvirkning af fisk fra undervandsstøj ved sandfodring er lille, da støjen kun forekommer i umiddelbar nærhed af sandfodringsskibet og dermed vil have en lokal udbredelse. Støjen forekommer midlertidigt i op til otte uger, mens fodringen foregår, og støjen vurderes at have en meget lille påvirkningsgrad på fisk, da støjniveauet er for lavt til at medføre midlertidig eller permanent skade af fiskenes hørelse. Samlet set vurderes undervandsstøj at have ubetydelige konsekvenser for fisk, og dermed er der ikke nogen væsentlige indvirkninger for fiskefaunaen på strækningen ved Skagen.

14.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af fisk.

14.6 Kumulative effekter

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter, såfremt aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen som opstår under sandfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter på fisk i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild. Jf. VVM for etape 3 udvidelsen³³³ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment uden for havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og sandfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes at være begrænset³³⁴ og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under sandfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

14.7 Sammenfattende vurdering

Den planlagte kystbeskyttelse medfører ved kystnær fodring en række miljøændringer, som kan påvirke fisk, herunder tab af habitat og fødegrundlag, fysisk forstyrrelse, spredning af sediment i vandsøjlen, sedimentation på havbunden og undervandsstøj fra sandfodringsskibene.

Påvirkninger som følge af habitattab, sedimentation og substratændringer vurderes at være midlertidige og retableret i løbet af et år. De små muslinger, børsteormene og tanglopperne, der dominerer bunddyrsfaunaen, har korte retableringstider og blandt bundfaunaen vurderes de at ud-

³³³ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

³³⁴ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

gøre hovedfødekilden for den kystnære fisk. Arealet, der tildækkes, er lille i forhold til det samlede habitat af samme type, og tabet af fødegrundlag er kun lokalt. Ligeledes vurderes mindre fodringer hvert andet år kun at medføre begrænsede konsekvenser for fiskefaunaen, da pågældende børsteorme og tangloppearter har korte retableringstider og arealerne, der påvirkes, vil være mindre end ved én stor fodring.

Substratet ændrer sig ikke væsentligt ved sandfodringen og vil forsat være egnet for fisk, der lever nedgravet. Kun hesterejen vurderes at med sikkerhed gyde på strækningen indenfor påvirkningszonen, og da den har lav følsomhed overfor sedimentspredning, vurderes der kun at være ubetydelige påvirkninger af gydeområder for fisk.

Forøgede sedimentkoncentrationer ved strandfodring og kystnær fodring vurderes at forekomme kortvarigt og lokalt op til otte ud af 33 døgn langs kysten. De mest følsomme fiskearter vurderes at søge væk fra sedimentfaner i den korte periode de forekommer. Konsekvenserne vurderes at være ubetydelige og ikke-væsentlige.

I forhold til støj er der kun tale om lokale og kortvarige støjpåvirkninger. Forstyrrelse fra skibe (undervandsstøj) forekommer kun i den korte periode, mens sandfodringen foregår, og vurderes ikke at kunne påvirke fiskenes hørelse midlertidigt eller permanent.

Der forekommer ikke fisk, som er udpeget som bilag IV arter på strækningen, hvormed det vurderes, at der ikke forekommer påvirkninger af bilag IV arter.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til fisk er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Tildækning	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Reduceret fødegrundlag	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Ændring af substratforhold	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
Spredning af sediment i vandsøjlen	Stor	Lokal	Moderat	Midlertidig	Begrænset
Sedimentation på havbunden	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig

Tabel 14-4. Opsummering af miljøpåvirkninger af fisk forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

15. HAVPATTEDYR, HAVFUGLE, BESKYTTEDE MARINE OMRÅDER OG BILAG IV-ARTER

Kapitlet beskriver påvirkningen af havpattedyr og havfugle samt beskyttede marine områder og bilag IV-arter i forbindelse med kystbeskyttelse ved Skagen.

15.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet på baggrund af eksisterende data fra publikationer og databaser, der omfatter kortlægning og overvågning af havpattedyr og havfugle samt Natura 2000-områder:

- Danmarks Miljøportal
- Naturbasen - Danmarks Nationale Artsportal
- DOF-basen - af Dansk Ornitologisk Forening
- De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
- Danske arter på EF-Habitatdirektivets Bilag II, IV & V, habitatarter.dk
- Natura 2000 planer 2016 (data indeholdt i de endelige Natura 2000-planer 2016-2021)
- Data fra undersøgelser af effekter af sandfodring på fugle, som tidligere er udarbejdet for Kystdirektoratet

Herudover er der anvendt data fra de nationale overvågningsrapporter, NOVANA rapporter, som udarbejdes af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) for Miljøstyrelsen på baggrund af overvågning af havpattedyr og havfugle i det marine miljø.

De eksisterende forhold er beskrevet ud fra tilgængelig viden, og der er ikke udført feltarbejde for kortlægning af havpattedyr og havfugle i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse.

Der tages udgangspunkt i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3 og modelsimuleringerne af sedimentspredning med oplysninger om udbredelse, varighed, koncentration af suspenderet sediment og omfanget af sedimentation, der er beskrevet i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*. Vurderinger af påvirkning fra undervandsstøj foretages på baggrund af støjberegninger beskrevet nærmere i bilag 2 om *Støj og undervandsstøj*.

VVM-redegørelserne for Skagen Havn³³⁵ og ³³⁶ samt for råstofeftersforskning ved Skagens Rev³³⁷ indgår ligeledes som datagrundlag i beskrivelsen af de eksisterende forhold for havpattedyr og havfugle samt beskyttede marine områder og bilag IV-arter i vurdering af den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af havpattedyr, havfugle og beskyttede marine områder er tilstrækkeligt på baggrund af kombinationen af eksisterende data i diverse databaser, samt modelberegninger af suspenderet sediment og sedimentation.

³³⁵ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

³³⁶ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

³³⁷ Orbicon 2017. VVM-redegørelse for råstofindvinding på Skagens Rev.

15.2 Eksisterende forhold

I det følgende er beskrevet eksisterende forhold for forekomst af de almindeligt forekommende arter af havpattedyr og havfugle samt beskyttede marine områder langs med strækningen ved Skagen.

15.2.1 Havpattedyr

Spættet sæl, gråsæl, hvidnæse, vågehval og marsvin er de mest udbredte havpattedyr i Nordsøen³³⁸. I den nordlige del af Nordsøen og i Skagerrak forekommer regelmæssigt tre af arterne: Marsvin, som er en lille tandhval, samt spættet sæl og gråsæl. I det følgende beskrives biologi, udbredelse og bestandstæthed for de tre arter.

Havpattedyr er generelt beskyttede og marsvin, spættet sæl og gråsæl optræder på Habitatdirektivets bilag II, hvilket betyder, at der er udpeget særlige habitatområder for arterne, som er yderligere beskrevet i afsnit 15.2.3. Herudover er marsvin også en bilag IV-art, som er nærmere beskrevet i afsnit 15.2.4.

I forbindelse med det nationale overvågningsprogram i Danmark (NOVANA) udføres flyovervågning af marsvin og sæler³³⁹. Resultater fra optællingerne indgår som datagrundlag for beskrivelsen af de eksisterende forhold for marsvin på strækningen ved Skagen.

Marsvin

Marsvin (*Phocoena phocoena*) er den mest almindelige hval i Danmark og er den eneste, som yngler i de danske farvande, men artens specifikke yngleområder kendes ikke. Dog observeres en høj andel af hunner med kalve langs Vestkysten og i Bælthavet i sommermånederne³⁴⁰. Marsvin kan både forekomme kystnært og på åbent hav. Marsvins vigtigste levesteder i danske farvande er særligt i farvandene omkring Skagen, Storebælt ved Sprogø, syd for Gedser Odde, syd for Ebeltoft ved Djursland, hovedparten af Lillebælt samt omkring Als, Sønderborg og Flensborg Fjord³⁴¹. Populationen af Nordsømarsvin anslås til ca. 350.000 stk. Dyrene findes primært i den østlige, vestlige og sydlige del af Nordsøen³⁴².

Marsvinets biologi

Med en vægt på godt 50 kg og en kropslængde på omkring 1,5 meter er marsvinet en af verdens mindste hvalarter. Marsvin lever primært af torske- og sildefisk, herunder tobis, men marsvin er opportunist, og tilpasser sig til tilgængeligt bytte. Marsvin orienterer sig og jager ved hjælp af ekkolokalisering, hvilket betyder at de udsender kliklyde til at finde deres føde og anvender hørelsen til at lokalisere byttet. De kan dermed søge føde i mørke, selv om de også ser godt under vand. Marsvin har et højt stofskifte og har brug for at spise ofte, og jager dermed også om natten³⁴³. Under fødesøgning er marsvin typisk neddykkede i 2-3 minutter.

³³⁸ Naturstyrelsen. 2012. Danmarks Havstrategi – Basisanalyse. www.nst.dk.

³³⁹ Hansen, J.W. (red.) 2018: Marine områder 2016. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 140 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 253.

³⁴⁰ Aarhus Universitet, DCE Center for Miljø og Energi, 2019, NOVANA, <https://novana.au.dk/arter/arter-2016/pattedyr/marsvin/>

³⁴¹ Teilmann, J., Sveegaard, S., Dietz, R., Petersen, I.K., Berggren, P. & Desportes, G. 2008: High density areas for harbour porpoises in Danish waters. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 84 pp. – NERI Technical Report No. 657.

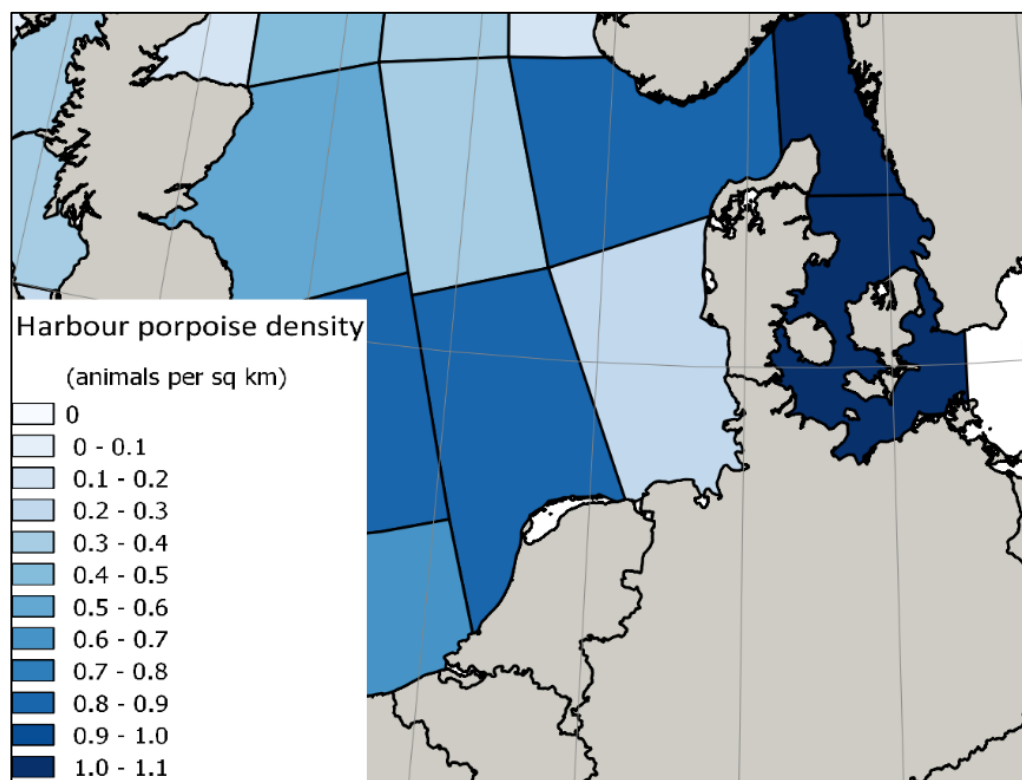
³⁴² Søgaard et al. 2016. Arter 2015. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 126 s. – Videnskabelig rapport nr. 209

³⁴³ Wisniewska et al. 2016. Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. [https://www.cell.com/current-biology/pdfExtended/S0960-9822\(16\)30314-1](https://www.cell.com/current-biology/pdfExtended/S0960-9822(16)30314-1)

Hannerne bliver kønsmodne i en alder af 2-3 år, og hunnerne i en alder af 3-4 år. Marsvinene parrer sig i juli til august. Drægtigheden varer ca. 11 måneder, og fødslerne finder sted i juni-juli måned. Herefter dier ungerne i fem til otte måneder. Marsvin har ingen fast flokstruktur, men kan optræde i mindre flokke i områder med meget føde. Hunner med unger kan også ses svømme sammen i mindre flokke, mens hanner formodes at færdes alene³⁴⁴.

Marsvins hørelse er tilpasset livet under vandet, og de kommunikerer med hinanden ved hjælp af lyde. Hørelsen hos tandhvaler er kendetegnet ved meget høj følsomhed (lave tærskler) for høje frekvenser, langt op i ultralydsområdet startende fra ca. ti kHz til 100-160 kHz og med en meget skarp øvre grænse for hørelsen³⁴⁵.

Ud fra overvågningsdata fra fly- og skibsobservationer af marsvin indsamlet under de store internationale SCANS-undersøgelser samt de mindre nationale undersøgelser i perioden 2005-2013 i Nordsøen er der udarbejdet modeller for tætheden af marsvin i Nordsøen³⁴⁶. Herved kan lokaliseres såkaldte "hotspots", hvor tætheden af marsvin er stor. Langs med strækningen ved Skagen ligger tætheden af marsvin mellem 1,0 – 1,1 individer/km² ud fra SCANS-undersøgelserne³⁴⁷.



Figur 15-1. Tæthed af marsvin i SCANS III undersøgelserne. Figur er gengivet efter <https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/category/researchoutput/>³⁴⁸.

³⁴⁴ Gyldendal, Den Store Danske, Dansk Pattedyratlas. Marsvin. http://denstoredanske.dk/Dansk_Pattedyratlas/Hvaler,_Cetacea/Marsvin

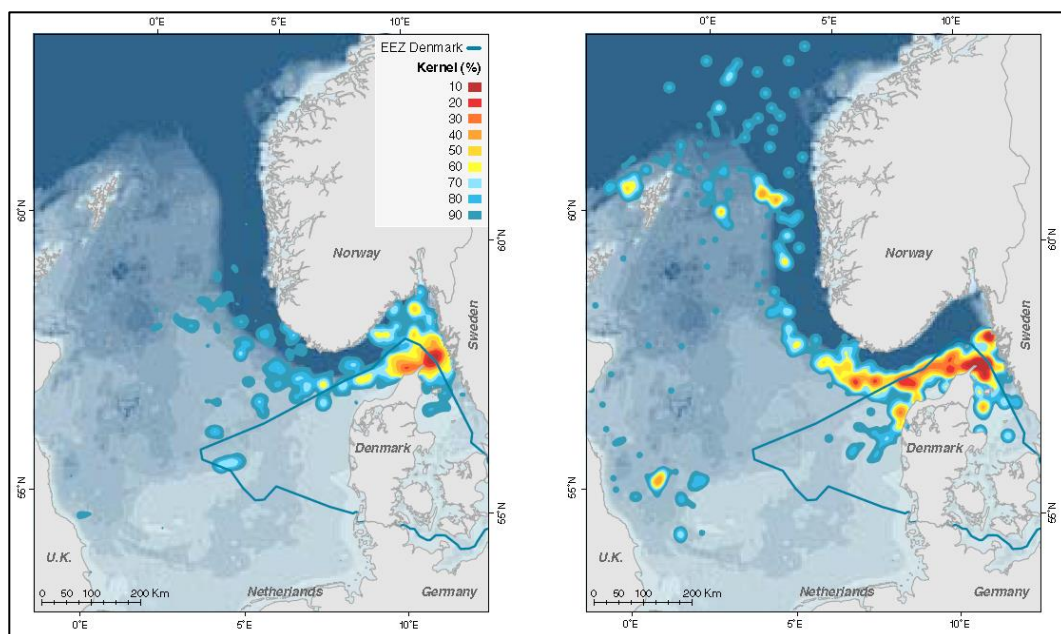
³⁴⁵ Tougaard, J., 2014, Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 1 – Målemetoder, enheder og hørelse hos marine organismer. Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, nr. 44, 41 s. <https://dce2.au.dk/pub/TR44.pdf>

³⁴⁶ Gilles et al. 2016. Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. *Ecosphere* 7(6): e01367. 10.1002/ecs2.1367

³⁴⁷ Scans-III, Results, <https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/category/researchoutput/>

³⁴⁸ Scans-III, Results, <https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/category/researchoutput/>

I den nordlige del af Nordsøen og Skagerrak udgør Skagen et hotspotområde for marsvin. Forholdet understøttes af resultaterne fra en undersøgelse af mærkede marsvin i danske farvande³⁴⁹, som viste, at vigtige områder i Nordsøen for marsvinene relaterede sig til farvandet ved Skagen, afgrænset af den norske rende i Skagerrak mod nord. Civile observationer af marsvin i form af enten svømmende individer eller strandede døde individer viser, at marsvin kan ses langs med kysten ved Skagen og også kan optræde ved Skagen Havn³⁵⁰.



Figur 15-2. Marsvin i Skagerrak området om sommeren (tv.) og vinteren (th.). Tæthedsmønstret (kernel density) er baseret på mærkning af 26 marsvin ved Skagen (jo lavere procent desto højere tæthed). Gengivet efter Teilmann et al. (2008)³⁵¹.

Marsvin bestandene i Nordsøen, Skagerrak og de indre farvande vurderes til at være stabile, og er listet som ikke truet (LC) på Den danske Rødliste fra 2019³⁵². Marsvin er en bilag IV-art, som er underlagt særlig beskyttelse (15.2.4). Strækningen ved Skagen støder op til Natura 2000-området N1 Skagen og Skagens Gren, hvor marsvin er på udpegningsgrundlaget (se afsnit 15.2.3).

Spættet sæl

Spættet sæl er den almindeligste sælart i de danske farvande og udbredelsen er inddelt i fire populationer: Vestlig Østersø, Kattegat, Limfjorden og Vadehavet (Figur 15-3). Strækningen ved Skagen ligger indenfor Kattegatpopulationens udbredelse. Spættet sæl blev fredet i 1976, hvor den samlede danske bestand var på ca. 2.000 individer. Seneste tællinger fra 2016 af spættet sæl opgør den samlede danske bestand til ca. 16.000 dyr, hvor ca. 8.800 forekommer i Kattegat³⁵³. Spættet sæl yngler i hele den danske del af Kattegat, og antallet af unger blev i 2016 opgjort til ca. 1.250.

³⁴⁹ Teilmann, J., Sveegaard, S., Dietz, R., Petersen, I.K., Berggren, P. & Desportes, G. 2008: High density areas for harbour porpoises in Danish waters. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 84 pp. – NERI Technical Report No. 657.

³⁵⁰ Fugleognatur.dk

³⁵¹ Scans-III, Results, <https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/category/researchoutput/>

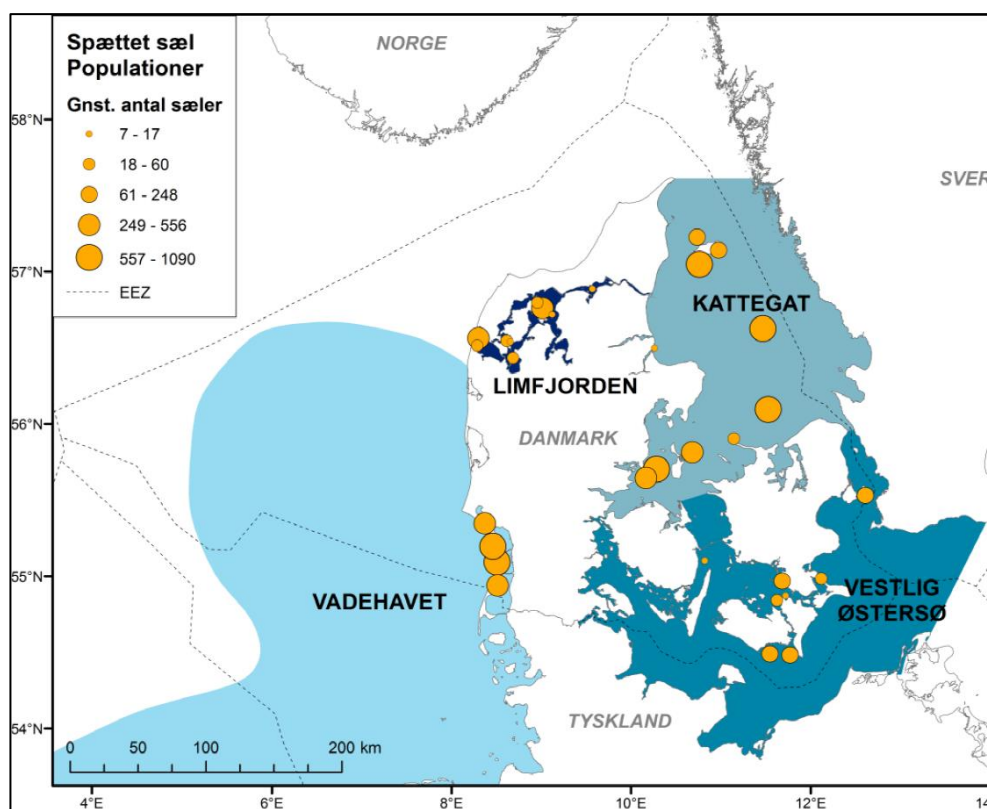
³⁵² Aarhus Universitet 2019, Institut for Bioscience, Den danske rødliste, <http://bios.au.dk/raadgivning/natur/redlist-frame>

³⁵³ Hansen, J.W. (red.) 2018: Marine områder 2016. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 140 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 253.

Biologien hos spættet sæl

Spættet sæl forekommer i kystnære farvande og går på land på uforstyrrede småøer, sandstrande og rev for at hvile, yngle eller skifte pels. Hunnerne bliver kønsmodne i en alder af 4-5 år, og hannerne i en alder af 4-6 år. Sælerne parrer sig typisk i juli og august måned. Drægtigheden varer ca. 10,5 måneder, og fødslerne finder sted i juni-juli måned. Herefter dier ungerne i ca. en måned indenfor perioden juni-juli inden de vænnes fra. Pelsskifte sker i perioden august-september.

Arten er meget stedfast, hvad angår hvilepladser, men kan i forbindelse med fødesøgning forekomme mange kilometer væk fra deres faste hvileplads, dog typisk under 25 km. Spættet sæl kan blive over 1,5 meter og veje over 100 kg, hvor hannerne er større end hunnerne. Føden består især af fisk, og sæler er generalister, som tilpasser sig de fiskearter, der er tilgængelige i fødesøgningsområdet. De jager primært ved hjælp af synet, men kan også anvende deres knurhår til at søge efter føde, og dermed er sæler ligesom marsvin i stand til at søge føde i mørke. Sæler har amfibisk hørelse, da de kan høre både over og under vand. Sæler kommunikerer ved hjælp af lyde og har de højeste følsomheder mellem 1 kHz og 50 kHz.



Figur 15-3. Udbredelsesområder for populationer (vist med blå farvenuancer) af spættet sæl i Vadehavet, Limfjorden, Kattegat og vestlige Østersø. Vigtige hvilepladser for spættet sæl er markeret med gule cirkler. Det gennemsnitlige antal sæler på hvilepladsen er opgjort på baggrund af optællingerne i fældesæsonen i august 2015 og 2016. Gengivet efter Galatius, A. (2017) ³⁵⁴.

³⁵⁴ Galatius, A (2017). Baggrund om spættet sæl og gråsåls biologi og levevis i Danmark. Notat fra DCE til Miljøstyrelsen.

Tællinger af spættet sæl fra august 2015 og 2016 viser at nærmeste hvilepladser for spættet sæl er ved Læsø³⁵⁵ (Figur 15-3), som ligger ca. 50 km væk fra strækningen ved Skagen. I VVM-redegørelsen for Skagen havn (2018) fremgår det, at der er en stor sælbestand i farvandene omkring Skagen, og at spættet sæl kan forekomme på strandene ved Grenen året rundt³⁵⁶. Civile registreringer af spættet sæl viser at arten ses langs strækningen ved Skagen, samt at den kan træffes i havnebassinerne ved Skagen Havn³⁵⁷.

Spættet sæl optræder som ikke truet (Least Concern, LC) på Den Danske Rødliste³⁵⁸. Arten er medtaget på udpegelsesgrundlaget for 22 Natura 2000-områder i Danmark, hvor det nærmeste af Natura 2000-områderne ligger ca. 15 km syd for strækningen ved Skagen (se afsnit 15.2.3).

Gråsæl

Gråsælen blev fredet i 1967 og er på trods af tegn på fremgang, stadig relativ sjælden i Danmark. Indtil for hundrede år siden var gråsælen vidt udbredt i Danmark, men intensiv jagt udryddede arten helt. Gråsælerne i danske farvande stammer fra populationer, som kommer fra Nordsøen eller Østersøen, med overlap mellem de to populationer i Kattegat³⁵⁴. Tællinger viser forekomst af mellem 30-80 gråsæler ved Læsø perioden 2010-2016, mens hovedparten af gråsæler i Danmark forekommer i Østersøområdet.

Gråsælens biologi

Gråsæl lever som spættet sæl kystnært, men svømmer i højere grad end spættet sæl ud på længere færdstogter, og kan dermed træffes langt til havs. Satellitsporing af gråsæl har vist, at arten bevæger sig over mange hundrede kilometer i Østersøen. Arten er meget stedfast hvad angår hvilepladser, som findes på uforstyrrede småøer, sandstrande og rev. Her går gråsælerne i land for at hvile, yngle eller skifte pels.

Hunnerne bliver kønsmodne i en alder af 4-6 år, og hannerne når de er ca. seks år. Drægtigheden varer ca. et år, og fødslerne hos gråsæler i Nordsøen finder sted i fra november - januar måned. Herefter dier ungene i gennemsnit 18 dage, inden de vænnes fra. Hunnerne parrer sig ca. 1 måned efter fødslen. Pelsskiftet hos gråsælerne i Nordsøen starter i marts og toppe i april måned.

Gråsælen er en stor sæl og hannen, der er omkring 1½-2 gange større end hunnen, kan blive over to meter og veje op til 300 kg. Som spættet sæl er de generalister med hensyn til føde, og spiser de fiskearter, som er tilgængelige.

I VVM-redegørelsen for Skagen havn (2018) fremgår det at der kan observeres gråsæl i farvandet omkring Skagen³⁵⁹. Civile registreringer af gråsæl viser, at arten ses ved Grenen, og at den kan forekomme i havnebassinerne ved Skagen Havn³⁶⁰. Tællinger af gråsæl fra august 2015 og 2016 viser, at nærmeste hvilepladser for gråsæl er ved Læsø³⁶¹, som ligger ca. 50 km væk fra strækningen ved Skagen (Figur 15-4).

³⁵⁵ Galatius, A (2017). Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark. Notat fra DCE til Miljøstyrelsen.

³⁵⁶ COWI 2018. Skagen Havn. VVM for Etape 3 Udvidelse af Skagen Havn.

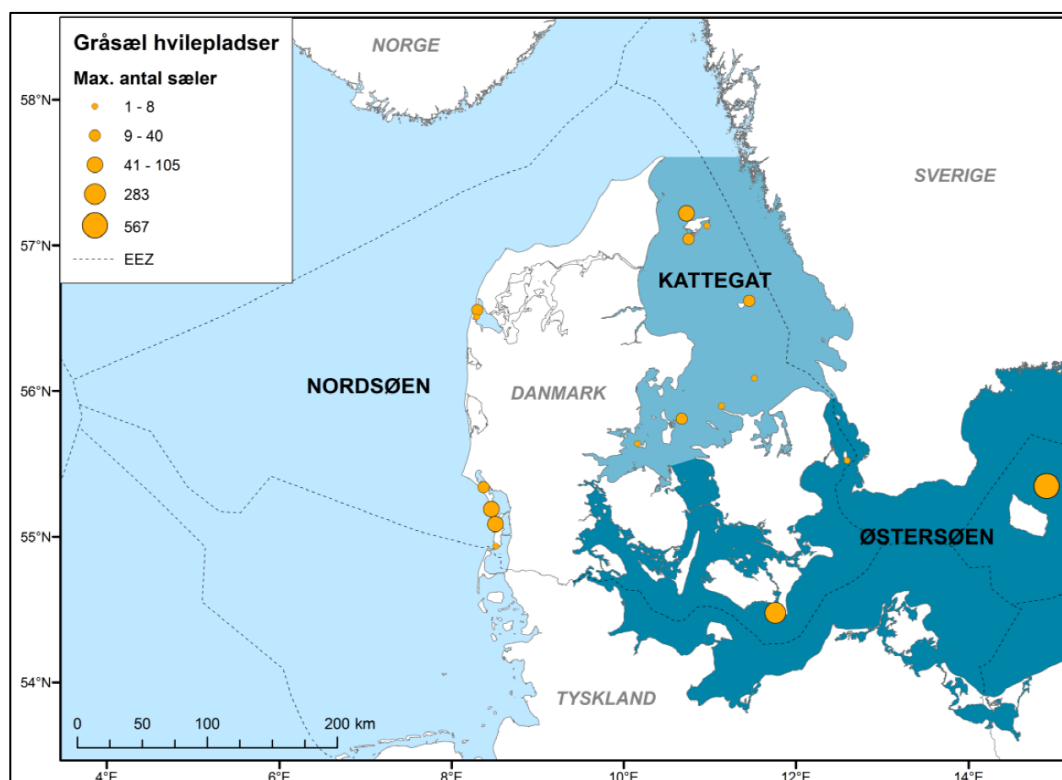
³⁵⁷ Fugleognatur.dk

³⁵⁸ Aarhus Universitet 2019, Institut for Bioscience, Den danske rødliste, <http://bios.au.dk/raadgivning/natur/redlist-frame>

³⁵⁹ COWI 2018. Skagen Havn. VVM for Etape 3 Udvidelse af Skagen Havn.

³⁶⁰ Danmarks Fugle og Natur, Naturbasen – Danmarks Nationale Artsportal, Fugleognatur.dk

³⁶¹ Galatius, A (2017). Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark. Notat fra DCE til Miljøstyrelsen.



Figur 15-4. Udbredelsesområder for populationer (vist med blå farvnuancer) af gråsæl i Nordsøen og Østersøen, samt det overlappende område i Kattegat. Vigtige hvilepladser for gråsæl er markeret med gule cirkler. Det gennemsnitlige antal sæler på hvilepladsen er opgjort på baggrund af optællingerne i fældesæsonen i august 2015 og 2016. Gengivet efter Galatius, A. (2017)³⁶¹.

Gråsæl er ligesom spættet sæl følsom overfor menneskelig forstyrrelse i yngletiden, mens ungerne dier og mens de har pelsskifte. Bevaringsstatus for arten er vurderet ugunstig pga. en meget lille og svingende bestand. De vigtigste lokaliteter for sæler i de danske farvande er pålagt reservatbestemmelser for at sikre sælerne uforstyrrede hvilepladser primært i yngleperioden, under diegivningen og i den periode, hvor sælerne fælder pelsen³⁶².

Gråsælen er vurderet som sårbar art (VU vulnerable) på Den Danske Rødliste³⁶³. Derudover er gråsælen inkluderet i bilag II i Bonn-konventionen³⁶⁴. Arten er medtaget på udpegningsgrundlaget for 12 Natura 2000-områder i Danmark, hvor det nærmeste af natura 2000-områderne ligger ca. 15 km syd for strækningen ved Skagen (se afsnit 15.2.3).

15.2.2 Havfugle

De fuglearter, som findes indenfor strækningen ved Skagen, omfatter både vadefugle, der søger føde langs kysten på lavt vand og egentlige havfugle, som opholder sig det meste af livet til havs. Vadefugle er beskrevet i kapitel 16 *Natur på land*. Nogle arter optræder på bilag 1 eller bilag 2 på fuglebeskyttelsesdirektivet³⁶⁵. Arter optaget på bilag 1, er sårbare arter med en ugunstig bevaringsstatus i Europa, og er derfor strengt beskyttede i EU inden for fuglebeskyttelsesområderne,

³⁶² Miljø- og Fødevarerministeriet, Forvaltningsplan for spættet sæl og gråsæl. <https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2008/dec/forvaltningsplan-for-spaettet-sael-og-graasael/>

³⁶³ Aarhus Universitet 2019, Institut for Bioscience, Den danske rødliste, <http://bios.au.dk/raadgivning/natur/redlist-frame>

³⁶⁴ Bonn-konventionen Konvention om beskyttelse af migrerende dyr

³⁶⁵ Fuglebeskyttelsesdirektivet (Rådets direktiv nr. 79/409 af 2. april 1979, om beskyttelse af vilde fugle med senere ændringer)

mens bilag 2 består af regelmæssigt tilbagevendende trækfuglearter, der forekommer i et antal af international eller national betydning.

VVM-redegørelserne for Skagen Havn³⁶⁶ og ³⁶⁷ samt for råstofeftersforskning ved Skagens Rev³⁶⁸ beskriver, hvilke havfugle, der kan forekomme omkring Skagen. Herudover foretages i forbindelse med NOVANA overvågningen tællinger af trækfugle i Danmark, hvor seneste afrapportering er for tællinger foretaget i 2016³⁶⁹.

De arter af havfugle, som på baggrund af ovenstående undersøgelser og civile registreringer³⁷⁰ vurderes at kunne forekomme regelmæssigt på strækningen ved Skagen, er listet i Tabel 15-1. Det skal fremhæves, at der overvejende er tale om ikke-ynglende fugle, oftest i mindre flokke, og hvor de fleste generelt opholder sig på vanddybder, der er større end ti meter.

Art	Generel udbredelse omkring Skagen	Vigtigste fødeemner	Beskyttelsesstatus og rødliste status ³⁷¹
Alk (<i>Alca torda</i>)	Forekommer spredt langs kysten ved Skagen, primært om vinteren. Forekomsten af alk varierer alt efter tilstedeværelsen af fiskestimer. Danmark er et meget vigtigt overvintringsområde for bestanden af alke, der ses i alle de danske farvande udenfor yngletiden, især i Kattegat.	Især små stimefisk som sild, brisling, tobis og kutlinger som jages ved at dykke fra havoverfladen på dybt vand (> 30 meter).	Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 2. Rødlister som VU (sårbar) i Danmark
Dværghmåge (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	I Danmark findes 2-3 ynglepar af dværghmåge, som yngler ved lavvandede søer eller laguner, og gerne i forbindelse med kolonier af hættemåge og sortterne. Uden for yngletiden ses dværghmåger ved kysterne ofte i forbindelse med træk. Dværghmåge ses især på træk i april-maj og august-november, og er en almindelig træk-gæst i Danmark.	Lever af insekter som tages på vandoverfladen samt af småfisk, orme og krebsdyr.	Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 1. Arten er i Europa rødlistevurderet som "næsten truet" (NT), mens den i EU og på globalt plan er rødlistevurderet som "ikke truet" (LC). I Danmark er data til vurdering utilstrækkelige (DD).
Ederfugl (<i>Somateria mollissima</i>)	Ederfugl ses hele året, men er mest talrig om vinteren, hvor store dele af bestandene fra Østersøen og de nordlige dele af Kattegat sammen med en stor del af den danske ynglebestand overvintrer i store flokke i de danske farvande f.eks. i Vadehavet, ved Læsø, Ålborg Bugt, omkring Samsø og Endelave, samt spredt i	Stor præference for muslinger som søges på lavere vand under 10 - 20 meter.	Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 2. Rødlister som NT (næsten truet art) i Danmark.

³⁶⁶ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

³⁶⁷ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

³⁶⁸ Orbicon 2017. VVM-redegørelse for råstofindvinding på Skagens Rev.

³⁶⁹ Holm et al. 2018. Fugle 2018. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 136 s. - Videnskabelig rapport nr. 261 <http://dce2.au.dk/pub/SR261.pdf>

³⁷⁰ DOFbasen, www.dofbasen.dk

³⁷¹ Aarhus Universitet 2019, Institut for Bioscience Den danske rødliste, <https://bios.au.dk/raadgivning/natur/redlist-frame/>

Art	Generel udbredelse omkring Skagen	Vigtigste fødeemner	Beskyttelsesstatus og rødliste status ³⁷¹
	lavvandede havområder i Sydøstdanmark. Artens ses også ved Skagen Havn og ved Grenen. I Danmark yngler arten langt overvejende i de indre danske farvande, men også i Vadehavet. Den vigtigste ynglelokalitet er Saltholm i Øresund.		
Fløjlsand (<i>Melanitta fusca</i>)	Fløjlsanden er almindeligt forekommende i Kattegat som trækfugt og vinterfugt og holder særlig til på åbent hav, ofte sammen med sortand. Fløjlsand yngler ikke i Danmark.	Fanger sin føde ved dykning og lever af snegle og muslinger.	Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 2. Rødlistet som NT (næsten truet art) i Danmark.
Hættemåge (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	Hættemågen er den mest almindelige og mest udbredte måge i Danmark og kan ses året rundt. Forekommer ved Skagen Havn og ved Grenen. I Danmark yngler hættemågen i langt størstedelen af landet, men den er afhængig af forekomsten af små øer og holme i søer, fjorde eller ved kysten.	Meget varieret fødevalg bl.a. insekter, snegle, orme, fisk, ådsler samt affald. Søger føde både på land og på havet.	Rødlistet som truet (EN) i Danmark.
Lomvie (<i>Uria aalge</i>)	Uden for yngletiden er lomvien en talrig fugl i danske farvande på det åbne hav.	Lever af små fritsvømmende stimefisk som f.eks. sild, brisling og tobis som typisk jages ved at dykke fra havoverfladen på dybt vand (> 30 meter).	Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 2. Rødlistet som VU (sårbar) i Danmark
Mallemuk (<i>Fulmarus glacialis</i>)	Almindelig i Kattegat. Arten holder fortrinsvis til på åbent hav, men ses regelmæssigt ved de danske kyster.	Lever af krebsdyr, fisk og fiskeaffald. Føden findes på havoverfladen eller ved at dykke ned efter fisk mm.	Arten er rødlistevurderet som sårbar (VU) i EU og på globalt plan som "livskraftig" (LC). I Danmark er data til vurdering utilstrækkelige (DD).
Ride (<i>Rissa tridactyla</i>)	Almindelig i Danmark om vinteren. Findes især på det åbne hav i Nordsøen. Artens ses ved Skagen Havn og ved Grenen. Uden for ynglesæsonen opholder riderne sig normalt langt til havs, men under kraftige storme ses store flokke passere ved fremspringende punkter langs kysten som f.eks. Skagen, Hanstholm, Blåvand og Gilbjerg Hoved. Langt den væsentligste ynglekoloni i Danmark er på Bulbjerg i Thy med ca. 450-500 ynglepar. Desuden har arten etableret sig med et stærkt	Om vinteren næsten udelukkende af plankton. I yngletiden småfisk og små krebsdyr samt fiskeaffald. Føden søges i havoverfladen	Rødlistet som VU (sårbar) i Danmark

Art	Generel udbredelse omkring Skagen	Vigtigste fødeemner	Beskyttelsesstatus og rødliste status ³⁷¹
	svingende antal på Hirtshals Havn.		
Rødstrubet lom (<i>Gavia stellata</i>)	I Danmark er rødstrubet lom en almindelig træ- og vintergæst, og de danske farvande, herunder det nordlige Kattegat, er vigtige overvintrings- og fædningsområder for rødstrubet lom. Arten ses i Danmark hyppigst i træktiderne (pr. sept.-nov. og igen april-ult. maj). En del ikke-ynglende fugle ses også oversomrende. Arten yngler ikke i Danmark.	I Danmark lever begge arter til havs hvor de raster og søger føde på 10-30 meter dybt vand, ofte mange kilometer fra kysten. Begge arter af lom dykker ned fra havoverfladen og fanger hermed mindre fisk, heriblandt sild, brisling, tobis og kutlinger. Søger føde både på dybt vand og lavere vanddybder.	Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 1. Ikke truet i Danmark
Sortstrubet lom (<i>Gavia arctica</i>)	Arten ses i Danmark hyppigst i træktiderne (pr. sept.-nov. og igen april-ult. maj). En del overvintrer og enkelte ikke-ynglende ungfugle oversommer også. De danske farvandene, herunder Kattegat, er fælde- og overvintringsområder af international betydning for sortstrubet lom. Arten yngler ikke i Danmark.		Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 1. Ikke tilstrækkelige data (DD) til vurdering af rødliste status i Danmark.
Sildemåge (<i>Larus fuscus</i>)	Sildemågen optræder ofte langt til havs, hvor den henter en stor del af sin føde. Den iagttages ofte fra skibe, mens den sjældnere ses ind i landet, herunder ved Skagen Havn og ved Grenen. Yngler i kolonier på øer og andre kystnære steder.	Søger føde langt til havs og har et meget varieret fødevalg, herunder fisk og fiskeriaffald som primært tages fra havoverfladen.	Ikke truet i Danmark
Skarv	Skarver ses rastende på molerne ved Skagen Havn og på fiskeri inde i og uden for havnen. Arten ses mange steder langs de danske kyster og ved de større søer.	Skarven lever af fisk, som den fanger ved at dykke og svømme under vandet.	Ikke truet i Danmark
Sortand (<i>Melanitta nigra</i>)	Sortanden er almindeligt forekommende i Kattegat som trækgæst og vintergæst og holder særlig til på åbent hav. Arten ses også ved Grenen og Skagen Havn. De danske farvande udgør det absolut vigtigste fælde- og overvintringsområde for vinterbestanden af vesteuropæiske sortænder.	Hovedsageligt muslinger, særligt hvælvet trugmusling og amerikansk knivmusling, som søges på vanddybder fra ca. 5-15 meter.	Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 2. Ikke tilstrækkelige data (DD) til vurdering af rødliste status i Danmark.
Stormmåge (<i>Larus canus</i>)	I Danmark findes stormmågen over det meste af landet, især langs kyster og fjorde. Forekommer ved Skagen Havn og ved Grenen.	Meget varieret fødevalg, herunder fisk og fiskeriaffald. Søger også efter orme og insekter på land.	Ikke truet i Danmark
Sule (<i>Morus bassanus</i>)	I Danmark ses sulen fortrinsvis som trækgæst og forekommer i hele Kattegat, samt (sjældent) i de indre farvande. Sulen ses langs med hele Vestkysten og helt op til Skagen, hvor Skagen Rev er et yndet fourageringsområde for	Fisk, som fanges på dybt vand ca. 20 meter ved at styrtdykke eller ved at dykke ned fra havoverfladen.	Ikke truet i Danmark

Art	Generel udbredelse omkring Skagen	Vigtigste fødeemner	Beskyttelsesstatus og rødliste status ³⁷¹
	fuglene. I de seneste år et stigende antal fugle i forårsmånederne.		
Svartbag (<i>Larus marinus</i>)	Almindelig hele året og kan bl.a. ses omkring fiskerihavnene, herunder Skagen Havn. Yngler især på øer og småholme.	Som andre måger er svartbagen meget alsidig i fødevalg og lever bl.a. af fisk, fugleæg, fugleunger, ådsler og affald.	Ikke truet i Danmark
Sølvmåge (<i>Larus argentatus</i>)	Forekommer ved Skagen Havn og ved Grenen. De fleste er strejfende fugle, der overvintrer i vore egne farvande. Et mindretal trækker i perioden aug./sept. - med. marts/med. april til Vesteuropa. Danmark besøges på alle årstider af sølvmåger nord- og østfra.	Som andre måger er sølvmågen meget alsidig i fødevalg og lever bl.a. af fisk, fugleæg, fugleunger, ådsler og affald. De fouragerer primært omkring overfladen af havet.	Ikke truet i Danmark

Tabel 15-1. Havfugle ved Skagen, som forekommer i større antal ud for strækningen i længere perioder.

Derudover ses omkring Skagen mange tilfældige og spredte observationer³⁷² af havfugle, herunder forskellige arter af storlommer (islom, hvidnæbbet lom), skråper, stormsvale, måger, terner samt også tejst, søkonge, lunde mv.

I forbindelse med udarbejdelse af VVM-redegørelserne for Skagen Havn³⁷³ og ³⁷⁴ samt for råstofefterforskning ved Skagens Rev³⁷⁵ er der foretaget registrering af forekomst af havfugle ved Skagen Havn og ved Grenen. Særligt rødstrubet lom og sortand er registreret i større antal ved Grenen i forbindelse med VVM-redegørelsen for råstofindvinding ved Skagens Rev³⁷⁵, hvor sortand er langt den mest dominerende art registreret her med ca. 13.000 observerede individer i perioden 2010-2017.

I forbindelse med NOVANA overvågningen er der foretaget overvågning af forekomsten af lommer (både rød- og sortstrubet) under de landsdækkende midvinteroptællinger i 2016 (Figur 15-5)³⁷⁶. Langt størstedelen af lommer blev observeret langt fra kysten og dermed udenfor de kystnære områder ved Skagen, hvor sandfodringen vil foregå. Som beskrevet i Tabel 15-1 vil lommer også typisk søde føde på vanddybder, der er større end ti meter.

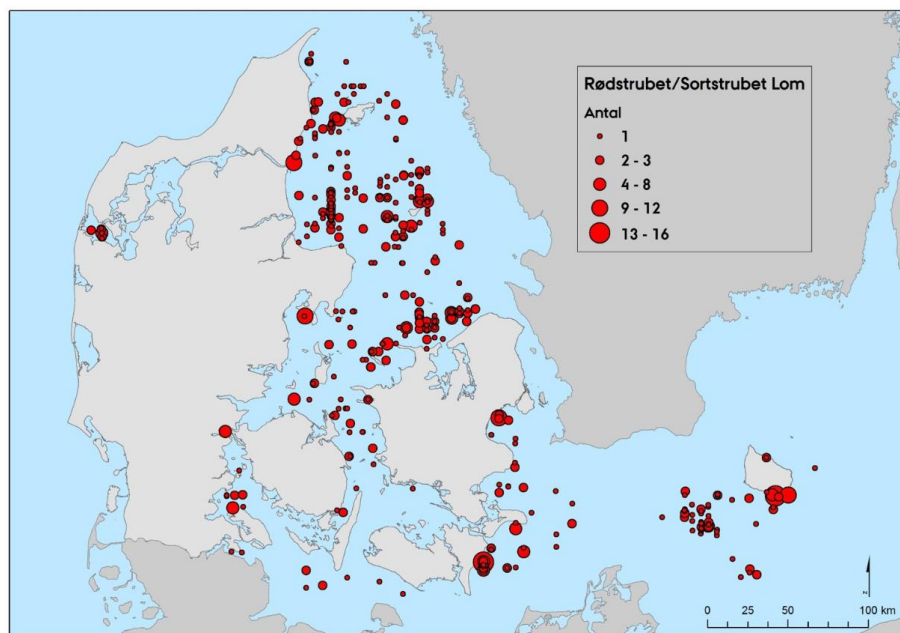
³⁷² Skagen Fuglestation: Artslister, <https://www.skagenfuglestation.dk/fugletraekket/arter-og-tal>

³⁷³ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegørelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

³⁷⁴ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

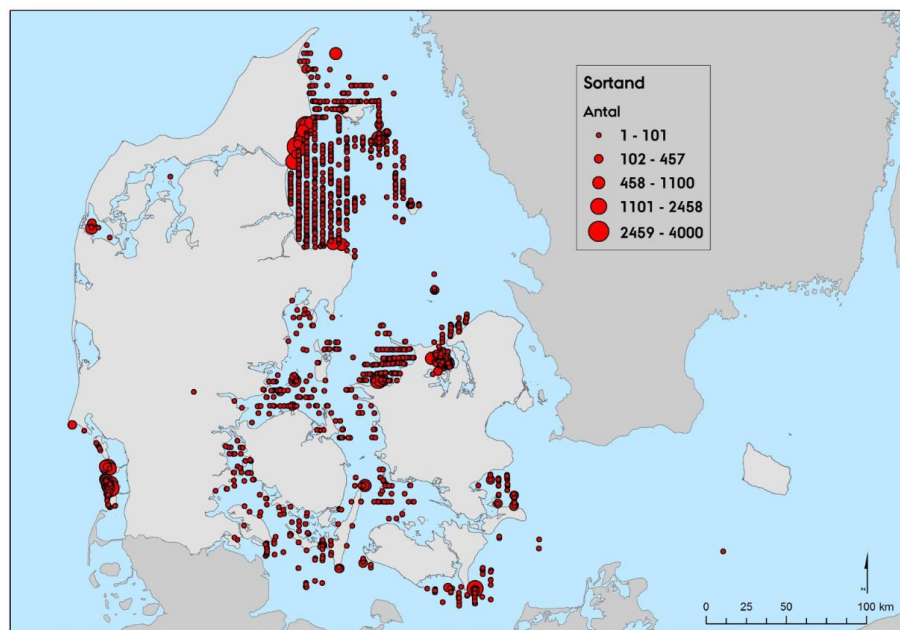
³⁷⁵ Orbicon 2017. VVM-redegørelse for råstofindvinding på Skagens Rev.

³⁷⁶ Holm et al. 2018. Fugle 2018. NOVANA. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 261 <http://dce2.au.dk/pub/SR261.pdf>



Figur 15-5. Fordelingen af lommer (både rød- og sortstrubet) i forbindelse med den landsdækkende NOVANA tælling i midvinter 2016³⁷⁶.

Forekomsten af sortand under de landsdækkende midvinteroptællinger fremgår af Figur 15-6. Langt størstedelen af sortand blev observeret langt fra de kystnære områder ved Skagen, hvor sandfodringen vil foregå. Som beskrevet i Tabel 15-1 opholder sortænder sig på åbent hav og søger typisk føde på større vanddybde.



Figur 15-6. Fordelingen af sortand i forbindelse med den landsdækkende NOVANA tælling i midvinter 2016³⁷⁷.

³⁷⁷ Holm et al. 2018. Fugle 2018. NOVANA. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 261 <http://dce2.au.dk/pub/SR261.pdf>

15.2.3 Beskyttede marine områder

Ved strækningen ved Skagen findes et Natura 2000-område, fredede områder samt bilag IV-arten marsvin, der behandles i det følgende.

Natura 2000-områder

Natura 2000-områder er et netværk af naturområder i hele EU, der indeholder særlig værdifuld natur set i et europæisk perspektiv. Natura 2000-områderne er udpeget jf. EU's habitatdirektiv og fuglebeskyttelsesdirektiv for at beskytte levesteder og rasteområder for fugle og for at beskytte naturtyper samt plante- og dyrearter, der er truede, sårbare eller sjældne i EU. Habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet er implementeret i dansk lovgivning bl.a. via habitatbekendtgørelsen³⁷⁸ og Natura 2000-bekendtgørelsen³⁷⁹. Natura 2000-områderne er pt. under tilretning, og der er pr. 1.11. 2018 sket en opdatering af Natura 2000-områderne, hvor arealer enten er tilføjet eller fjernet³⁸⁰. Opdateringen af Natura 2000-områderne er i høring hos EU for nuværende og de nye habitatgrænser forventes endeligt tilrettede i 2020³⁸¹.

Ved Skagen findes Natura 2000-området N1 Skagens Gren og Skagerrak, som har marine habitatnaturtyper og marine habitatarter på udpegningsgrundlaget (Figur 15-7).

N1 Skagens Gren og Skagerrak støder op til strækningen ved Skagen, hvor der foretages kystbeskyttelse. N1 består af habitatområdet H1 Skagens Gren og Skagerrak. N1 er specielt udpeget på grund af de terrestriske naturtyper klithede, klitlavning og grå/grøn klit. De marine naturtyper er først nærmere kortlagt i 2017-2018³⁸² og omfatter sandbanke, rev og boblerev, der forekommer i Tannis Bugten, og dermed ikke ud for strækningen ved Skagen. I den reviderede basisanalyse for N1 indgår sandbanke og rev på udpegningsgrundlaget for N1³⁸³. Marsvin og stavsild er arter på udpegningsgrundlaget. Der er udarbejdet en væsentlighedsvurdering for Natura 2000-område N1 for at vurdere de mulige påvirkninger af Natura 2000-områdets udpegningsgrundlag (se bilag 9 om *Væsentlighedsvurdering*).

³⁷⁸ Miljø- og Fødevareministeriet, BEK nr. 1595 af 06/12/2018. Bekendtgørelse om udpegnings- og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/1595>.

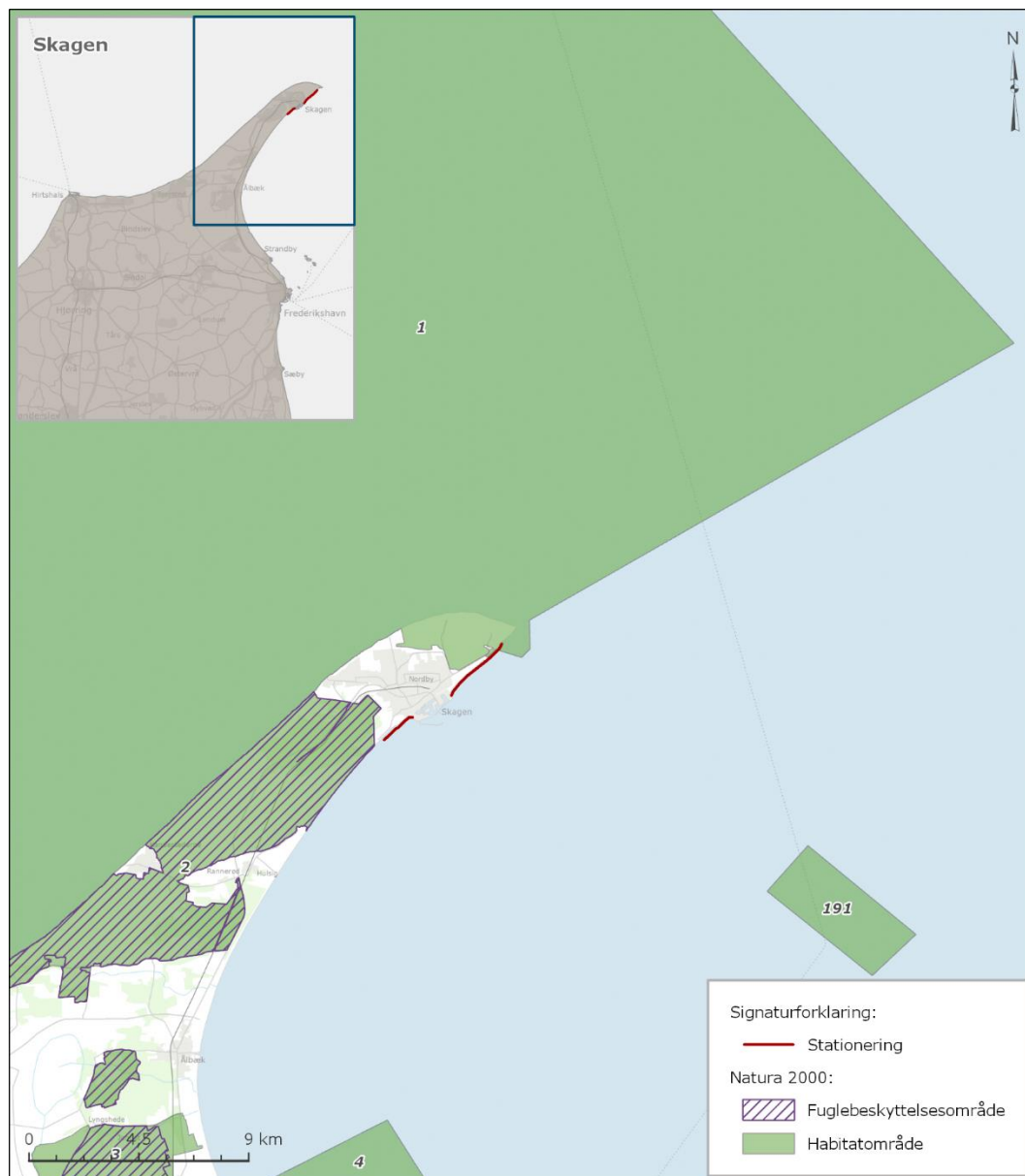
³⁷⁹ Miljø- og Fødevareministeriet, BEK nr. 654 af 19/05/2020. Bekendtgørelse om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/654>.

³⁸⁰ Miljø- og Fødevareministeriet, Gældende Natura 2000 områder pr 1.11.2018, <http://miljoegis.mim.dk/spatial-map?profile=natura2000-afgraensning-nov2018gaeldende>

³⁸¹ Miljøstyrelsen, Justering af Natura 2000-områderne, <https://mst.dk/natur-vand/natur/natura-2000/natura-2000-omraaderne/justering-af-natura-2000-omraaderne/>

³⁸² Miljøstyrelsen 2019. Kortlægning af Natura 2000-områder. Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2017-2018.

³⁸³ Miljøstyrelsen 2020. Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Skagens Gren og Skagerrak Natura 2000-område nr.1. Habitatområde nr.1.



Figur 15-7. Natura 2000-område N1 ved Skagen, hvor der er marine habitatnaturtyper og marine habitatarter på udpegningsgrundlaget.

Fredede områder

De fredede områder langs med strækningen ved Skagen knytter sig i stort omfang til fredninger af ferske eller terrestriske områder langs med kysten, som ikke vil blive beskrevet eller vurderet nærmere her.

15.2.4 Bilag IV-arter

Bilag IV-arter er dyre- og plantearter som optræder på EU's habitatdirektivs³⁸⁴ bilag IV. Arterne er af fællesskabsbetydning og kræver streng beskyttelse. Medlemslandene skal træffe foranstaltninger, der sikrer de nævnte arters naturlige udbredelsesområde. Arter på bilag IV må ikke fanges ind, deres æg ikke indsamles og deres yngle- og rasteområder må ikke forringes. Bilag IV-arterne er ikke kun beskyttet i habitatområderne, men overalt hvor de yngler eller raster.

Langs strækningen ved Skagen kan der i det marine miljø optræde bilag IV-arten marsvin, som er beskrevet i afsnit 15.2.1.

15.3 0-alternativet

Ved 0-alternativet forventes ingen påvirkninger af havpattedyr, havfugle eller marine beskyttede områder på strækningen ved Skagen. Det skyldes, at det vurderes, at den naturlige udvikling af kysten i perioden 2020-24 ikke vil påvirke hverken havpattedyr, havfugle eller marine beskyttede områder.

15.4 Vurdering af påvirkninger

Sandfodring i form af strandfodring, rainbowing eller klapning kan medføre en række påvirkninger af den marine natur, herunder:

- Havpattedyr
- Havfugle
- Beskyttede marine områder
- Marine bilag IV-arter

Det er vurderet i kapitel 9 *Vand*, at der ikke er risiko for spredning af forurenende stoffer i vandsøjlen eller indførsel af ikkehjemhørende arter ved sandfodring. Det skyldes at fodringssandet består af rent sand med et lavt indhold af organisk stof, samt at skibene, som anvendes til sandfodringen, skal overholde konventionen for ballastvand³⁸⁵. Emnerne behandles derfor ikke yderligere.

I de følgende afsnit er mulige påvirkninger af havpattedyr, havfugle og beskyttede marine områder og marine bilag IV-arter som følge af sandfodring beskrevet og deres påvirkningsgrad vurderet for kampagner på 120.000 m³ hvert andet år samt yderligere én kampagne i perioden på 60.000 m³ eller én samlet kampagne på 300.000 m³ i perioden 2020-24. Sandfodring via klapning og rainbowing fordeler det anvendte sediment fra otte meter kurven og indtil 150 meter landværts for fem meter dybdekurven, som beskrevet i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3. Arealet kaldes i det følgende for påvirkningszonen.

³⁸⁴ Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:DA:HTML>

³⁸⁵ IMO 2017. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM).

15.4.1 Havpattedyr

Påvirkningen af marsvin og sæler kan potentielt ske i form af en række ændringer i miljøet som følge af den planlagte kystbeskyttelse, herunder:

- Fysisk forstyrrelse af havbunden
- Spredning af sediment i vandsøjlen
- Sedimentation på havbunden
- Visuel forstyrrelse og luftbåren støj
- Undervandsstøj

Påvirkningerne beskrives og vurderes i det følgende.

Fysisk forstyrrelse af havbunden

Ved kystnær fodring ved klapning eller rainbowning vil der ske en fysisk forstyrrelse af havbunden, hvor sandfodringen vil resultere i dækning af den oprindelige del af havbunden i et område primært indenfor 5-7 meter dybdekurven. Den kystnære fodring vil dække havbunden med et sandlag på >1,5 meter (se kapitel 13 *Marin bundfauna*). Metoden for klapning og rainbowning er forklaret nærmere i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3. Selve klapningen gennemføres indenfor få minutter, mens varigheden af rainbowning er afhængig af skibets lossekapacitet (typisk én time).

Den direkte fysiske forstyrrelse af havbunden i forbindelse med sandfodring forventes ikke at påvirke marsvin eller sæler, da arterne er meget mobile og vil svømme væk fra området i den korte periode, hvor klapning eller rainbowning foregår.

En indirekte effekt af fysisk forstyrrelse af havbunden på havpattedyr kan skyldes påvirkning af fødemængden. Der vil ske et midlertidigt habitattab for bundfaunaen i den del af påvirkningszonen, som tildækkes af sand ved kystnær fodring, hvilket lokalt kan betyde nedsat fødemængde for fisk i området, som dermed vil trække væk. I kapitel 13 *Marin Bundfauna* vurderes fysisk forstyrrelse af havbunden at være begrænset. Det vurderes dermed at det lokale tab af bundfauna ikke vil resultere i en påvirkning af fisk på populationsniveau (se kapitel 14 *Fisk*), og dermed heller ikke i en fødebegrænsning for marsvin eller sæler.

Herudover er både marsvin og sæler generalister og søger føde i et stort område, som vurderes primært at være på vanddybder, der er større end seks meter langs strækningen ved Skagen grundet de meget dynamiske forhold på lavere vand. Studier af marsvin i forbindelse med Femarnbelt Fixed Link³⁸⁶ viste bl.a., at marsvin typisk søger føde på vanddybder, der er større end ti meter.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at sæler og marsvin påvirkes direkte eller indirekte af fysisk forstyrrelse af havbunden i forbindelse med sandfodring, vurderes at være meget lille, da sæler og marsvin typisk søger på dybere vand og her har adgang til et stort fødesøgningsområde. Den fysiske forstyrrelse vurderes derfor at være af lokal udbredelse i påvirkningszonen, og varigheden vil være midlertidig, da den kystnære fodring foregår over en periode på op til 33 døgn. Samtidig er arterne mobile og kan svømme væk fra området, mens der sandfodres, hvorved påvirkningen vurderes at være meget lille. Konsekvensen for marsvin og sæler ved fysisk forstyrrelse af havbunden i forbindelse med kampagner hvert andet år samt én kampagne i perioden eller én kampagne på 300.000 m³ i perioden 2020-24 vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig påvirkning på sæler og marsvin.

³⁸⁶ FEMM (2013). Femarnbelt Fixed Link EIA. Marine Mammals - Baseline. Report no. E5TR0014. <http://vvmdokumentation.femern.dk/31.%20E5TR0014a7c7.pdf?filename=files/BR/31.%20E5TR0014.pdf>

Spredning af sediment i vandsøjlen

Den langsgående netto-sandtransport ved Skagen er begrænset sammenlignet med sandtransporten på Vestkysten, og ligger mellem 0 – 4.000 m³ årligt i sydgående retning og 800 – 41.600 m³ årligt i nordgående retning (se Figur 8-18 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Under eksisterende forhold kan der i perioder være høje koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen i forbindelse med storme (op til 67 mg/l), mens den typiske naturlige middeldkoncentration (baggrundskoncentration) af suspenderet sediment ved Skagen kystnært anslås til at være ca. 0-7 mg/l (se Tabel 8-5 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*).

Når der foretages kystnær fodring, vil der ske en spredning af fint sediment i vandsøjlen, som herefter sedimenterer på havbunden. Det vurderes, at kystnær fodring giver den største forekomst af suspenderet sediment i vandsøjlen i forhold til strandfodring.

Når der foretages vurderinger af påvirkninger fra suspenderet sediment på marin biodiversitet, sker det ofte ud fra følgende koncentrationer baseret på erfaring fra tidligere projekter, som bl.a. Nordstream 2³⁸⁷:

- 2 mg/l repræsenterer koncentrationen, hvor sedimentet kan anes i vandfasen.
- 10 mg/l repræsenterer koncentrationen, hvor sårbare fiskearter flygter fra området.
- 15 mg/l repræsenterer koncentrationen, hvor fugles fouragering kan blive påvirket grundet reduceret sigtbarhed.
- 50 mg/l repræsenterer koncentrationen, hvor bundfauna kan påvirkes grundet tilstopning af gæller og filtrerende organer.

Modellering af spredning af suspenderet sediment fra rainbowing og klapning ved Skagen viser, at sedimentfanens udbredelse sker langs med kysten, enten mod nord eller syd alt efter strømretningen, og primært vil forekomme inden for seks meter dybdekurven. Varigheden af udbredelsen for koncentrationer af suspenderet sediment på 10 mg/l i vandsøjlen i forbindelse med sandfodring er modelleret til at være maksimalt otte døgn (se Tabel 8-8 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*).

Den direkte effekt af øget forekomst af suspenderet sediment i vandsøjlen ved sandfodring vurderes ikke at udgøre en væsentlig påvirkning af marsvin. Det skyldes, at marsvin jager ved brug af ekkolokalisering, hvor de anvender udsendte kliklyde til at finde deres føde. Derfor er de ikke særligt følsomme overfor forringet sigtbarhed som følge af suspenderet sediment. Samtidig er marsvin en meget mobil art med stor rækkevidde i sin fødesøgning. Den direkte effekt af suspenderet sediment vurderes dermed alene at kunne få en midlertidig indflydelse på marsvins jagtmuligheder i et lokalt område omkring sandfodringen.

Sæler er ligesom marsvin heller ikke afhængige af synet for at kunne navigere og finde føde, og forekomsten af sæler i bl.a. Vadehavet, hvor koncentrationen af suspenderet sediment er naturligt høj på grund af stor resuspension, bekræfter uafhængigheden³⁸⁸. Sæler er ligesom marsvin meget mobile, og derfor vurderes deres følsomhed i forhold til suspenderet sediment at være lav. Det gælder for både spættet sæl og gråsæl. Den direkte effekt af suspenderet sediment vurderes dermed alene at kunne få en midlertidig indflydelse på sælernes jagtmuligheder i et lokalt område omkring sandfodringen.

³⁸⁷ Nordstream 2, Vurderinger af virkninger på miljøet, Danmark, 2017. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Olie-Gas/nord_stream_2_vvm_-_danmark_-_dansk.pdf

³⁸⁸ Weiffen, M., Møller, B., Mauck, B. & Dehnhardt, G., 2006. Effect of water turbidity on the visual acuity of harbour seals (*Phoca vitulina*), Vis. Res. 46, 1777–1783.

Suspenderet sediment kan også have en indirekte effekt på havpattedyr som følge af påvirkning af fødegrundlaget. I kapitel 13 *Marin bundfauna* vurderes påvirkningen fra suspenderet sediment at have en begrænset påvirkning af bundfauna, da de forekommende bundfaunaarter er robuste og tilvænnet naturligt høje koncentrationer af suspenderet sediment. Hermed er der ingen væsentlig påvirkning af bundfauna som fødegrundlag for fisk og havpattedyr. I kapitlet om fisk vurderes påvirkningen fra suspenderet sediment at have en begrænset påvirkning af fisk, på baggrund af de naturligt høje koncentrationer af suspenderet sediment. Samtidig søger både sæler og marsvin føde i store områder, så lokale påvirkninger fra suspenderet sediment på bundfauna og fisk vurderes ikke at føre til fødebegrænsning for havpattedyr.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at sæler og marsvin påvirkes direkte eller indirekte af suspenderet sediment i forbindelse med kystnær fodring og strandfodring, vurderes at være meget lille, da sæler og marsvin typisk søger føde på dybere vand, har et stort fødesøgningsområde og ikke er følsomme overfor sediment i vandsøjlen, da de kan søge føde uden brug af synet. Påvirkningens varighed vurderes at være midlertidig, da overskridelsen af 10 mg/l maksimalt varer op til otte døgn inden for den samlede periode på 33 døgn, hvor der kystnær fodres. Påvirkningen vil være af lokal udbredelse, da sedimentfanen har en udbredelse på op til ti kilometer langs strækningen ved Skagen. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da arterne er mobile og kan svømme væk fra området, mens der sandfodres, og de indirekte effekter via fødegrundlaget er vurderet som begrænsede, da populationsniveauet for fisk ikke påvirkes. Konsekvensen for marsvin og sæler ved fysisk forstyrrelse af havbunden i forbindelse med kampagner op til fire år ud af de fem årsamt én kampagne i perioden eller én kampagne på 300.000 m³ i perioden 2020-24 vurderes dermed samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning fra suspenderet sediment på sæler og marsvin.

Sedimentation på havbunden

Resultater fra simulering af sedimentation på havbunden viser der kan forekomme sedimentation på op til 10 cm tykkelse på havbunden nærmest sandfodringen. Aflejringer i den størrelsesorden er ubetydelige i forhold til den naturlige variation i sandaflejring ved Skagen, hvor der kan forekomme bundændringer på op til 60 cm efter en enkelt storm på bare seks timers varighed.

Marsvin og sæler vurderes ikke at være følsomme over for sedimentation af suspenderet stof på havbunden, hvoraf hovedparten vil sedimentere inden for seks meter dybdekurven. Både marsvin, spættet sæl og gråsæl er meget mobile og søger føde i et stort område, og lokale potentielle påvirkninger af bundfauna eller fisk som følge af sedimentation vurderes ikke at nedsætte fødemængden for havpattedyr langs strækningen ved Skagen.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at sæler og marsvin påvirkes direkte eller indirekte af sedimentation på havbunden i forbindelse med kystnær fodring vurderes at være meget lille, da sæler og marsvin typisk søger føde på dybere vand og har et stort fødesøgningsområde. Påvirkningens varighed vurderes at være midlertidig, da den kystnære fodring sker over en periode på op til 33 døgn, hvorefter sedimentationen indgår i den naturlige dynamik. Påvirkningen vil være af lokal udbredelse, da sedimentfanen har en udbredelse på op til ti kilometer langs strækningen ved Skagen. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da sæler og marsvin er mobile og kan svømme væk fra området, mens der sandfodres, og de indirekte effekter via fødegrundlaget er vurderet som begrænsede, da populationsniveauet for fisk og bundfauna ikke påvirkes. Konsekvensen for marsvin og sæler af sedimentation i forbindelse med sandfodring vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på sæler og marsvin.

Visuel forstyrrelse og luftbåren støj

Skibstrafik kan potentielt virke forstyrrende på nogle havpattedyr både i form af visuel forstyrrelse fra skibe og entreprenørmaskiner på land, og i form af luftbåren støj fra skibsmotorer, pumpeaktivitet og entreprenørmaskiner i forbindelse med strandfodringen.

Marsvin vurderes at være mest følsomme overfor den type forstyrrelser i yngle- og dieperioden samt i parringssæsonen, som beskrevet i Tabel 15-2. Langs strækningen ved Skagen er der dog ikke kendte yngleområder for marsvin, og strækningen indgår ikke i de såkaldte hotspots for marsvin i Danmark³⁸⁹. Visuel forstyrrelse og luftbåren støj fra skibe vurderes derfor ikke at være en relevant påvirkning af marsvin.

Sæler vurderes generelt ikke at være følsomme overfor forstyrrelser fra mennesker, når de svømmer i havet. Derimod er sæler følsomme overfor forstyrrelser på deres hvilepladser i yngleperioden, mens ungerne dier og under pelsskifte³⁹⁰ (Tabel 15-2). Sæler reagerer på forstyrrelserne ved at søge ud i vandet, og særligt hurtigtgående både, såsom speedbåde, beskrives som værende forstyrrende for sæler³⁹¹.

Art	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Marsvin						Y	YP	P				
Spættet sæl						Y	YP	PF	F			
Gråsæl (Nordsøen)	YP		F	F							Y	YP

Tabel 15-2. Årstid, hvor marsvin, spættet sæl og gråsæl yngler (Y), fælder (F) eller parrer sig (P).

Nogle studier fremhæver landbaseret forstyrrelse, som værende den type forstyrrelse, som sæler på hvilepladserne er mest følsomme overfor³⁹², mens et studie af spættet sæl på Anholt viste en kraftigere reaktion på tilstedeværelsen af både i vandet end på færdsel fra mennesker på land³⁹³. Ved studiet på Anholt flygtede sælerne ud i vandet ved forstyrrelse fra både på en afstand af ca. 850 meter fra kolonien, og de kom først tilbage efter et par timer. Det kunne i studiet dog ikke påvises, om forstyrrelsen af sæler på land skyldtes den luftbårne støj fra bådene, de visuelle forstyrrelser eller en kombination af begge påvirkninger.

Forstyrrelse af sæler på land vurderes ikke at udgøre en væsentlig påvirkning på strækningen ved Skagen. Det skyldes at de nærmeste hvilepladser for spættet sæl og gråsæl ligger ved Læsø ca. 50 km fra strækningen (se afsnit 15.2.1, Figur 15-3 og Figur 15-4).

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at sæler påvirkes af visuel forstyrrelse og luftbåren støj i forbindelse med sandfodring, vurderes at være lille, da der ikke er hvilepladser for sæler langs kysten ved Skagen. Påvirkningen vil være lokal langs strækningen ved Skagen. Dermed vil påvirkningsgraden af visuel forstyrrelse og luftbåren støj i forbindelse med sandfodring være lille,

³⁸⁹ Aarhus University, Department of Bioscience. Surveillance of Harbour porpoises. <http://bios.au.dk/en/about-bioscience/organisation/marine-mammal-research/populations-and-monitoring/surveillance-porpoises/>

³⁹⁰ Galatius, A, 2017. Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2017/Baggrund_om_spættet_sæl_og_graasael.pdf

³⁹¹ Laursen, K., Tougaard, J., Nielsen, R.D. & Therkildsen, O.R. 2016. Sejlads med vandscooter, jetski og lignende fartøjer. Konsekvenser for fugle og havpattedyr ved en udvidelse af mulighederne for sejlads i Natura 2000-områder og vildtreservater. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 88. <http://dce2.au.dk/pub/TR88.pdf>

³⁹² Galatius, A, 2017. Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2017/Baggrund_om_spættet_sæl_og_graasael.pdf

³⁹³ Andersen et al. 2012. Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 22: 113–121.

og varigheden af påvirkningen vil være midlertidig for sæler langs strækningen, da arbejdet foregår i en periode på op til otte uger. Konsekvensen for sæler af visuel forstyrrelse og luftbåren støj i forbindelse med sandfodring vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være begrænset for enkeltindivider og ubetydelig på populationsniveau. Derfor vil der ikke være en væsentlig indvirkning fra visuel forstyrrelse og luftbåren støj på sæler.

Undervandsstøj

Lyd bevæger sig hurtigt og langt i vand i forholdt til i luft. Havpattedyr anvender lyde til kommunikation samt fødesøgning, og dermed kan uønsket støj i havet være en kilde til påvirkning. For marsvin og sæler i vand er den væsentligste kilde til forstyrrelser fra skibstrafik efter alt at dømme undervandsstøj³⁹⁴. Støjen under vandet kan måles som en ændring i tryk, og beskrives som lydtryk. Enheden for lydstyrke er typisk angivet som decibel.

Virkningen af undervandsstøj på havpattedyr kan generelt inddeles i fire brede kategorier, der i høj grad afhænger af dyrenes afstand til lydkilden. Grænserne for hver virkningszone er ikke skarpe, og der er et betydeligt overlap mellem de forskellige zoner³⁹⁵:

- Detektion er, når dyrene kan høre støjen.
- Maskering omfatter en begrænsning i at kunne høre andre lyde, som f.eks. kommunikation mellem individer
- Adfærdsmæssige ændringer, der strækker sig fra kraftig undvigelse til langsomt at svømme væk fra lyden.
- Fysiske skader på høreorganerne, som kan resultere i enten midlertidige ændringer i dyrenes registreringstærskel (midlertidig høreskade, TTS), hvor dyret genvinder sin oprindelige registreringsevne efter en restitueringsperiode (typisk minutter eller dage) eller i permanente ændringer i dyrenes registreringstærskel (permanent høreskade, PTS).

TTS (temporary thresholds shift) vil hos mennesker kunne beskrives som oplevelsen efter at have været udsat for kraftig lyd påvirkning, som f.eks. høj musik til en koncert, hvor hørelsen er midlertidigt dårligere. TTS fortager sig over en periode, som kan vare fra minutter og op til flere døgn, hvis påvirkningen over grænsen for TTS har været kraftigt. Ved en meget kraftig lyd påvirkning, som ligger over grænsen for PTS (Permanent thresholds shift), eller ved gentagne udsættelser for kraftige tilfælde af TTS kan det føre til en varig høreskade (PTS). Det vil være påvirkninger af havpattedyr, som resulterer i permanente skader, som vil blive betragtet som væsentlige påvirkninger.

Art	TTS (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$)	PTS (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$)
Gråsæl og spættet sæl (PW pinnipedia)	181	201
Marsvin (HF-hvaler)	153	173

Tabel 15-3. Tærskelværdier for temporære (TTS) og permanente (PTS) grænser for høreindsættelse for sæler og marsvin udsat for kontinuert undervandsstøj (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$)³⁹⁶.

³⁹⁴ Laursen, K., Tougaard, J., Nielsen, R.D. & Therkildsen, O.R. 2016. Sejlads med vandscooter, jetski og lignende fartøjer. Konsekvenser for fugle og havpattedyr ved en udvidelse af mulighederne for sejlads i Natura 2000-områder og vildtreservater. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 88. <http://dce2.au.dk/pub/TR88.pdf>

³⁹⁵ Southall, B., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C. R. Jr., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Richardson, W. J., Thomas, J. A., Tyack, P. L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. Aquatic mammals 33(4).

³⁹⁶ National Marine Fisheries Service. 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.

Marsvin er mest følsomme over for støj, da de har de laveste grænser for TTS og PTS sammenlignet med sæler (Tabel 15-3).

Ved sandfodring stammer undervandsstøj fra både selve skibet samt fra aktiviteterne klapning, pumpeaktivitet ved rainbowing og indpumpningen af sand ved strandfodring³⁹⁷. De anvendte støj-kilder ved sandfodring for metoderne klapning, rainbowing og strandfodring med rørledning medfører 500 Hz – 10 kHz, hvilket baseres på et Hollandsk studie af støj fra en Suction Hopper Dredger³⁹⁸.

De målte data for undervandsstøj data var korrigeret til SEL, SEL PW og SEL HF værdier. Af hensyn til eventuelle fortidsminder på havbunden, skal klapning foregå over en periode på minimum fem minutter. Til beregning af udbredelsen af undervandsstøj fra klapning er der derfor brugt en fem minutters belastningstid. Skulle klapningen tage 1-2 minutter længere, har det ingen betydning for lydudbredelsen. En fordobling af klapningstiden til 10 minutter vil forøge støjen med ca. 3 dB, hvilket vurderes at være af mindre betydning. For rainbowing er der brugt en belastningstid på 60 minutter og for strandfodring en belastningstid på 80 minutter. For detaljer om grundlaget for støjberegningerne se bilag 2 om *Støj og undervandsstøj*.

Ved en worst-case antagelse af, at sæler eller marsvin opholder sig stationært ved sandfodrings-skibet, når sandfodringen foregår, vil der for marsvin, som har størst følsomhed, være tale om påvirkninger over grænsen for TTS inden for en afstand af op til 3.200 meter og over grænsen for PTS inden for en afstand af op til 212 meter ved strandfodring, som giver den højeste lyd-påvirkning. Afstandene vil være langt mindre for sæler (Tabel 15-4).

Aktivitet	Sæler TTS afstand (m)	Sæler PTS afstand (m)	Marsvin TTS afstand (m)	Marsvin PTS afstand (m)
Klapning	12	0	135	8
Rainbowing	83	0	1.950	135
Strandfodring	160	9	3.200	212

Tabel 15-4. Påvirkningsafstande for grænser for TTS og PTS hos sæler og marsvin ved worst-case scenariet, hvor dyrene ikke antages at flygte væk fra støjen fra arbejdet og i stedet antages at være stationære.

Det vil imidlertid være usandsynligt, at sæler eller marsvin forbliver ved sandfodrings-skibet, når arbejdet foregår, samt når skibene sejler mellem indvindingsområderne og fodringslokaliteten, og derfor vil en realistisk afstands-beregning indeholde en flugtrespons for sæler og marsvin. Flugtresponsen understøttes af et studie fra 2017 udført på Sortehavsmarsvin i strædet ved Istanbul i Tyrkiet³⁹⁹. Når marsvin kom indenfor en afstand af 200-400 meter fra hurtigtgående skibe, udviste de en adfærdssændring og ændrede deres svømmeretning til at svømme væk fra skibene.

Det antages derfor i afstands-beregningen, at sæler og marsvin svømmer væk fra støj-kilden med en fart på 1,5 m/s⁴⁰⁰. Når dyrene flygter, vil lydstyrken aftage med afstanden, og dermed vil dy-

³⁹⁷ De Jong et al. 2010. Underwater noise of Trailing Suction Hopper Dredger at Maasvlakte 2: Analysis of source levels and background noise. Report no. TNO-DV 2010 C335.

³⁹⁸ Underwater noise of Trailing Suction Hopper Dredger at Maasvlakte 2: Analysis of source levels and background noise, 2010, TNV, <https://dredging.org/media/ceda/org/documents/resources/otheronline/uwn-tno-dv2010c335.pdf>

³⁹⁹ Bas et al. 2017. The effects of marine traffic on the behaviour of Black Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena relicta*) within the Istanbul Strait, Turkey. PLoS ONE 12(3): e0172970. doi:10.1371/journal.pone.0172970.

⁴⁰⁰ Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving – Working Group 2014. Report to the Danish Energy Authority. ResearchGate. Technical Report 2015.

rene nå udenfor en afstand, hvor de risikerer at pådrage sig temporære eller permanente høreskader, hvilket fremgår af Tabel 15-5. Påvirkningsafstanden på 0 meter angiver, at ingen havpattedyr bliver udsat for støjniveauer, som vil udløse TTS eller PTS, da de svømmer væk fra støjen, inden støjpåvirkningen når at overstige deres grænser for TTS eller PTS. Dermed vil undervandsstøj fra selve aktiviteterne ikke forårsage en væsentlig påvirkning af sæler eller marsvin.

Aktivitet	Sæler TTS afstand (m)	Sæler PTS afstand (m)	Marsvin TTS afstand (m)	Marsvin PTS afstand (m)
Klapning	0	0	0	0
Rainbowing	0	0	0	0
Strandfodring	0	0	0	0

Tabel 15-5. Påvirkningsafstande for grænser for TTS og PTS hos sæler og marsvin ved scenariet, hvor dyrene antages at flygte væk fra støjen fra aktiviteterne med en fart på 1,5 m/s.

Sejladsen mellem indvindingsområderne og fodringslokaliteten kan potentielt forstyrre sæler og marsvin, hvor marsvin vurderes være mest følsomme. Hvis skibstrafikken er høj i et område, vil marsvins undvigeadfærd nedsætte tiden til fødesøgning, hvilket kan være kritisk, da marsvin har et højt stofskifte og har brug for at spise ofte⁴⁰¹. Undersøgelsen af Wisniewska et al. (2016) fandt dog ikke nogen overordnet signifikant effekt af forstyrrelsen på dyrenes kumulative adfærdsbudget (dvs. samlede tidsmængde brugt på forskellige typer adfærd). Et argument mod kritisk påvirkning fra skibe er det faktum, at nogle af de mest tungt trafikerede farvande i den vestlige Østersø, som Kadetrenden, Storebælt og den nordlige tip af Skagen også er områder, hvor den største koncentration af marsvin findes⁴⁰².

Samlet vurdering: Da farvandet omkring Skagen er et hotspotområde for marsvin, vurderes sandsynligheden for, at marsvin og også sæler påvirkes af undervandsstøj i forbindelse med sandfodring at være moderat. Påvirkningen fra undervandsstøj vil have lokal udbredelse, da sæler og marsvin vil svømme væk fra skibene og dermed ikke blive udsat for støjniveauer, som kan udløse TTS eller PTS. Dermed vil påvirkningsgraden af undervandsstøj i forbindelse med sandfodring være lille for sæler og marsvin. Varigheden af påvirkningen fra undervandsstøj vil være midlertidig, da arterne er mobile og kan svømme væk fra området, mens der sandfodres over en periode på op til otte uger. Konsekvensen for marsvin og sæler af undervandsstøj i forbindelse med sandfodring vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være begrænset for enkeltindivider og ubetydelig på populationsniveau, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på sæler og marsvin.

15.4.2 Havfugle

En række miljøændringer, der udløses af den planlagte kystbeskyttelse, kan påvirke havfugle på strækningen ved Skagen, herunder:

- Fysisk forstyrrelse af havbunden
- Suspenderet sediment
- Sedimentation på havbunden
- Visuel forstyrrelse og luftbåren støj

Dykkende fugle kan potentielt også påvirkes af undervandsstøj, men deres følsomhed og respons er ikke velbeskrevet. Der vides meget lidt om undervandshørelse eller hørelse i luft hos de dykkende fugle, og det er derfor ikke klart om dykkende fugles hørelse er tilpasset til at fungere i

⁴⁰¹ Wisniewska et al. 2016. Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance

⁴⁰² Sveegaard, S., et al., 2011. "High-density areas for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) identified by satellite tracking". Mar. Mamm. Sci. 27, 230-246.

vand eller i luft, eller hvad dykkende fugle anvender en potentiel evne til at høre under vand til. Da havfuglene er mobile og kan forlade områder med undervandsstøj, er påvirkninger fra undervandsstøj på havfuglene derfor ikke beskrevet og vurderet yderligere.

Påvirkningen af havfugle beskrives og vurderes i det følgende.

Fysisk forstyrrelse af havbunden

Den direkte fysiske forstyrrelse af havbunden i forbindelse med sandfodring forventes ikke at påvirke havfugle, da de vurderes at svømme/flyve væk fra området i den korte periode, hvor klapning eller rainbowing foregår. Nogle havfugle, som f.eks. måger, kan ligefrem opsøge strækninger som strandfodres, hvor de spiser de bunddyr, som følger med sandet fra indvindingsområdet.

Som for havpattedyr forventes ingen indirekte påvirkning af havfugle fra påvirkning af fødegrundlaget i forbindelse med fysisk forstyrrelse af havbunden ved kystnær fodring ved Skagen. I kapitel 13 *Marin bundfauna og bundflora* vurderes påvirkningen af fysisk forstyrrelse af havbunden at være begrænset. Det vurderes dermed, at det lokale midlertidige tab af bundfauna ikke vil resultere i en påvirkning af fisk på populationsniveau, som beskrevet i kapitel 14 *Fisk*, og dermed heller ikke i en fødebegrænsning for havfugle. Samtidig vil det være et mindre areal af havbunden som påvirkes, og havfuglene vil kunne søge føde på de omkringliggende arealer.

Sortand og lom (både rød- og sortstrubet) beskrives som de arter af havfugle, der typisk kan forekomme i større antal ud for Skagen Havn⁴⁰³ og ⁴⁰⁴ samt Skagens Gren⁴⁰⁵, og dermed også vil kunne forekomme ud for strækningen, hvor der sandfodres (se afsnit 15.2.2, Figur 15-5 og Figur 15-6). Sortand og arter af lom opholder sig typisk på åbent hav og søger her føde på vanddybder på hhv. 5-15 meter (sortand) og 10-30 meter (lom). Dermed forekommer arterne typisk udenfor den kystnære 0-6 meter zone, hvor fysiske forstyrrelser af havbunden fra klapning og rainbowing vil foregå.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at havfugle påvirkes direkte eller indirekte af fysisk forstyrrelse af havbunden i forbindelse med strandfodring vurderes at være meget lille, og påvirkningen er af lokal udbredelse, da den fysiske forstyrrelse fra sandfodring vil foregå i den kystnære zone og kun i en del af påvirkningszonen. Påvirkningsgraden fra den fysiske forstyrrelse af havbunden vil være meget lille, da havfugle typisk søger føde på dybere vand inden for et stort fødesøgningsområde, og da de indirekte effekter via fødegrundlaget er vurderet som begrænsede, da populationsniveauet for bundfauna og fisk ikke påvirkes. Varigheden af påvirkningen fra fysisk forstyrrelse af havbunden vil være midlertidig, da der sandfodres i en periode på op til 33 døgn. Konsekvensen for havfugle vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på havfugle.

Spredning af sediment i vandsøjlen

Havfuglene æder hovedsageligt enten fisk eller bundfauna. Den forringede sigtbarhed i vandsøjlen på grund af suspenderet sediment fra sandfodring kan påvirke fødesøgningen for de havfugle, der jager fisk i vandsøjlen ved hjælp af synet. Det gælder både arter som suler, der fanger byttet ved styrtdykning, og arter som lommer og alkefugle, der jager ved dykning fra havoverfladen (se Tabel 15-1). Påvirkning af sigtbarheden sker, når koncentrationen af suspenderet sediment over-

⁴⁰³ Nordjyllands Amt. (oktober 2004). VVM-redegørelse, Udvidelse af Skagen Havn. ISBN: 87-7775-580-4, <https://docplayer.dk/11141505-Vvm-redegoerelse-udvidelse-af-skagen-havn.html>.

⁴⁰⁴ Skagen Havn. (2018). Etape 3 udvidelse af Skagen Havn, VVM-redegørelse, Miljøvurdering af plangrundlaget og Natura 2000 væsentlighedsvurdering, Bind 1. Hovedrapport. Endeligt udkast. COWI.

⁴⁰⁵ Orbicon 2017. VVM-redegørelse for råstofindvinding på Skagens Rev.

skrider ca. 15 mg/l, hvor sigtbarheden i vandet vil være omkring to meter. Den nedsatte sigtbarhed i vandet vurderes ikke at påvirke havfugle, som lever af bundfauna i sedimentet, herunder sortand og ederfugl, eller arter, som finder føden på havoverfladen eller umiddelbart herunder, som bl.a. mallebuk, skarv og de i Tabel 15-1 nævnte måge- og ternearter, herunder ride og dværgmåge.

Under eksisterende forhold kan der i perioder med høje bølger være høje koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen ved Skagen (67 mg/l), mens middelkoncentration inden for seks meter dybdekurven anslås til at være på ca. 7 mg/l (se Tabel 8-5 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Modellering af spredning af suspenderet sediment fra rainbowing og klappning ved Skagen viser at sedimentfanens udbredelse sker langs med kysten, enten mod nord eller syd alt efter strømretningen, og primært vil forekomme inden for seks meter dybdekurven. Varigheden af udbredelsen for koncentrationer af suspenderet sediment på 10 mg/l i vandsøjlen i forbindelse med sandfodring er modelleret til at være maksimalt otte ud af de 33 døgn, det maksimalt tager at kystnær fodre (se Tabel 8-8 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Koncentrationen af suspenderet sediment i forbindelse med sandfodring vurderes derfor at ligge inden for den naturlige variation i middelkoncentrationen af suspenderet sediment ved Skagen. Den forringede sigtbarhed som følge af suspenderet sediment fra sandfodringen vil forekomme lokalt og kortvarigt.

Som for havpattedyr kan der forekomme en indirekte påvirkning af havfugle i form af effekter fra sediment i vandsøjlen på fødegrundlaget. I kapitel 13 *Marin bundfauna* og kapitel 14 *Fisk* vurderes konsekvensen af suspenderet sediment ved sandfodring at være begrænset. Det vurderes, at fuglene i perioder med forhøjede sedimentkoncentrationer har gode muligheder for at fortrække til alternative raste- og fødesøgningsområder ved Skagen.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at havfugle påvirkes direkte eller indirekte af spredning af sediment i vandsøjlen i forbindelse med sandfodring vurderes derfor at være meget lille, da havfugle typisk opholder sig på dybere vand og har et stort fødesøgningsområde og da populationsniveauet for bundfauna og fisk ikke påvirkes. Sedimentfaner fra sandfodringen vil have lokal udbredelse langs med kysten ved strækningen indenfor seks meter dybdekurven. Dermed vil påvirkningsgraden af suspenderet sediment være lille, da havfugle typisk søger føde på dybere vand og har et stort fødesøgningsområde. Varigheden for koncentrationer af suspenderet sediment >10 mg/l vil være midlertidig, og er modelleret til at være maksimalt otte døgn ud af de 33 døgn, hvor der kystnær fodres. Konsekvensen for havfugle af suspenderet sediment i forbindelse med sandfodring vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på havfugle.

Sedimentation på havbunden

Sedimentation på havbunden, som følge af spild, vil potentielt kunne påvirke de arter af havfugle, herunder sortand, som søger føde på bunden i form af bundfauna. På baggrund af modelleringsresultaterne vil sedimentationen af suspenderet sediment efter kystnær fodring, der giver den største sedimentspredning sammenlignet med strandfodring, primært foregå indenfor seks meter dybdekurven i tykkelser, som er på maksimalt ti centimeter (se Tabel 8-9 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*). Sedimentationsmængderne er lavere end de bundændringer på 0,2 meter – 0,6 meter, som kan forekomme i forbindelse med en storm (se afsnit 8.2.4 i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*).

Sortand udgør den dominerende del af de arter af havfugle, der lever af bundfauna såsom muslinger, på strækningen ved Skagen. Da sortand primært opholder sig på åbent hav og her jager på vanddybder over fem meters dybde, forventes arten ikke at blive direkte påvirket af sedimen-

tation på havbunden indenfor 0-6 meter kurven fra kysten. Den indirekte påvirkning fra sedimentation på fødegrundlaget i form af bundfauna er vurderet som ubetydelig (se kapitel 13 *Marin Bundfauna*), og dermed vurderes påvirkningen af de øvrige arter af havfugle, som lever af bundfauna, ikke at være væsentlig.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at havfugle påvirkes direkte eller indirekte af sedimentation i forbindelse med sandfodring vurderes at være meget lille, da havfugle typisk opholder sig på dybere vand og har et stort fødesøgningsområde og da populationsniveauet for bundfauna og fisk ikke påvirkes. Sedimentationen på havbunden fra sandfodringen vil have lokal udbredelse langs med kysten ved strækningen inden for seks meter dybdekurven, og der vil maksimalt sedimentere ti centimeter, hvilket er mindre end de bundændringer på 20-60 cm som naturligt kan forekomme på strækningen. Dermed vil påvirkningsgraden af sedimentation være meget lille, da havfugle typisk søger føde på dybere vand og har et stort fødesøgningsområde. Varigheden af påvirkningen fra sedimentation vil være midlertidig, da den kystnære fodring foregår i op til 33 døgn. Konsekvensen for havfugle af sedimentation i forbindelse med sandfodring vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på havfugle.

Visuel forstyrrelse og luftbåren støj

Skibstrafik kan potentielt virke forstyrrende på havfugle både i form af visuel forstyrrelse fra skibe samt i form af luftbåren støj og undervandsstøj fra skibsmotorer og fra pumpeaktivitet mm. i forbindelse med sandfodringen. Nogle arter af havfugle (lommer og havdykænder) vurderes at være meget følsomme overfor sejlads og kan fortrænges fra et område, mens andre arter kan tiltrækkes af skibe (f.eks. forskellige arter af måger).

For havfugle vurderes skibstrafikken mellem sandindvindingsområdet og sandfodringslokaliteten ikke at adskille sig væsentligt fra den daglige sejlads, der allerede foregår langs med strækningen ved Skagen i form af transportskibe samt fiskefartøjer. Samtidig vil sejladsen kun foregå i korte perioder på op til otte uger ved strandfodring, hvor sandfodringen foregår. Sandfodringen vil primært blive udført i perioden fra april til november, og dermed uden for overvintringsperioden for rastende sortænder og lommer, som strækker sig hen over vinteren til forårets start. Sortænder og lommer vil derudover typisk opholde sig længere til havs, og dermed udenfor det kystnære område, hvor sandfodringen foregår. Dermed vurderes forstyrrelse fra sejlads med sandfodringskibe til og fra sandindvindingsområderne ikke at udgøre en væsentlig påvirkning i forhold til potentiel fortrængning af rastende sortænder og lommer fra strækningen ved Skagen.

Ved sandfodring ligger skibet stille ud for kysten, mens lasten tømmes ved enten klapning, rainbowing eller strandfodring. I forbindelse med arbejdet vil der blive udsendt luftbåren støj fra skibet fra pumper m.m. (se *Projektbeskrivelse* i kapitel 3 og bilag 2 *Støj og undervandsstøj*). Forstyrrelse fra skibets fysiske tilstedeværelse og generering af luftbåren støj vurderes at påvirke havfugle i området forskelligt. Særligt sortænder og lommer vurderes som følsomme arter over for sejlads med flugtafstande op til 1.000-2.000 meter⁴⁰⁶ og ⁴⁰⁷, mens måger og mallebukker omvendt kan opsøge fiskefartøjer direkte for at spise fiskeaffald. Forstyrrelsesgraden afhænger af havfuglearten, men er også påvirket af tiden på året, om fuglene forekommer enkeltvist eller i flok, fartøjshastighed, vindhastighed m.m. Lom er for eksempel blevet observeret til at være meget modvillig til at vende tilbage til sin tidligere position og genoptage sine tidligere aktiviteter, når en given forstyrrelse er ophørt⁴⁰⁷.

⁴⁰⁶ Ruddock and Whitfield, 2007. A Review of Disturbance Distances in Selected Bird Species. Report from Natural Research (Projects) Ltd to Scottish Natural Heritage

⁴⁰⁷ Schwemmer et al. 2011. Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. Ecological Applications 21: 1851-1860.

Sortand og lom (både rød- og sortstrubet) vurderes dermed at være de mest følsomme arter over for visuel forstyrrelse og luftbåren støj i forbindelse med arbejdet på strækningen ved Skagen. Arterne færdes typisk på åbent hav og søger føde på vanddybder, der er større end fem meter (sortand) og større end ti meter (lommer) og dermed uden for den kystnære zone, hvor forstyrrelser fra tilstedeværelsen af skibe i forbindelse med sandfodring vil foregå (se afsnit 15.2.2). Samtidig vil den visuelle forstyrrelse samt luftbåren støj kun påvirke strækningen i den begrænsede periode på op til otte uger, hvor der er sandfodring. Havfuglene vil her have mulighed for at søge føde på de tilstødende strækninger, og dermed vurderes havfuglene ikke at blive fødebegrænsede i et væsentligt omfang som følge af evt. forstyrrelser fra tilstedeværelsen af skibe.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at havfugle påvirkes af visuel forstyrrelse og luftbåren støj i forbindelse med sandfodring vurderes at være moderat på baggrund af følsomheden af sortand og lom overfor visuel forstyrrelse og luftbåren støj. Påvirkningens udbredelse vurderes at være lokal, da sandfodringen vil foregå i den kystnære zone, mens havfuglene typisk opholder sig på åbent hav og søger føde på større vanddybder. Dermed vil påvirkningsgraden af visuel forstyrrelse og luftbåren støj i forbindelse med sandfodring være lille, og varigheden af påvirkningen vil være midlertidig for havfugle langs strækningen, da påvirkningen finder sted i op til otte uger. Konsekvensen for havfugle af visuel forstyrrelse og luftbåren støj i forbindelse med sandfodring vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være ubetydelig, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning fra visuel forstyrrelse og luftbåren støj på havfugle.

15.4.3 Beskyttede marine områder

For Natura 2000-områder og deres udpegningsgrundlag gælder en særlig procedure i forhold til, at vurdere et projekts påvirkning. Vurderingen skal ifølge habitatdirektivet ske i form af en væsentlighedsvurdering, som har til formål at vurdere om en væsentlig påvirkning af områdets udpegningsgrundlag kan afvises. Hvis det ikke er tilfældet, skal der gennemføres en uddybende konsekvensvurdering, der har til formål at vurdere om projektet vil medføre en skadevirkning på områdets udpegningsgrundlag eller områdets integritet.

Der er derfor i forbindelse med miljøvurderingen gennemført en *Væsentlighedsvurdering* (bilag 9) for Natura 2000-område N1 'Skagens Gren og Skagerrak', som potentielt kan blive påvirket af den planlagte kystbeskyttelse.

Som beskrevet i afsnit 15.2.3 støder N1 Skagens Gren og Skagerrak op til den nordlige strækning ved Skagen. I den reviderede basisanalyse for N1 indgår sandbanke og rev på udpegningsgrundlaget for N1⁴⁰⁸, men i forbindelse med kortlægning af de marine naturtyper er der i Tannisbugten fundet sandbanke, rev og boblerev i 2017-2018⁴⁰⁹, hvilket ligger mere end 25 km fra strækningen ved Skagen. Marsvin og stavsil er arter på udpegningsgrundlaget.

Påvirkning i form af fysisk forstyrrelse af havbunden vil foregå i umiddelbar nærhed af sandfodringen langs strækningen ved Skagen, og vil derfor ikke berøre de marine naturtyper i N1, som er kortlagt i Tannisbugten.

Modelberegninger af spredning af sediment i vandsøjlen og sedimentation på havbunden viser at sedimentfaner fra sandfodringen udbredes langs med kysten, primært indenfor 0-8 meter kurven, og dermed vil sedimentfanerne ikke udbredes til kortlagte naturtyper i N1. Sedimentspredning vil

⁴⁰⁸ Miljøstyrelsen 2020. Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Skagens Gren og Skagerrak Natura 2000-område nr.1. Habitatområde nr.1.

⁴⁰⁹ Miljøstyrelsen 2019. Kortlægning af Natura 2000-områder. Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2017-2018.

ikke udgøre en væsentlig påvirkning af stavsild eller marsvin. Beregninger af undervandsstøj (se afsnit 15.4.1 og bilag 2 om *Støj og undervandsstøj*) viser at marsvin og stavsild ikke bliver væsentligt påvirkede af undervandsstøj fra aktiviteterne.

Af væsentlighedsvurderingen for N1 (se bilag 9 *Væsentlighedsvurdering*) fremgår det, at der i forbindelse med sandfodringen ikke vil være væsentlige påvirkninger af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N1 Skagens Gren og Skagerrak.

15.4.4 Bilag IV-arter

Habitatbekendtgørelsen⁴¹⁰ rummer ud over udpegningen af habitatområder endvidere en mere generel beskyttelse af en række arter opført på habitatdirektivets bilag IV, som også gælder uden for Natura 2000-områdernes grænser. I Natura 2000-bekendtgørelsen⁴¹¹ om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet indgår beskyttelsen af bilag IV-arter i § 7. Natura 2000-bekendtgørelsens ordlyd er som udgangspunkt meget restriktiv og angiver, at der ikke må udøves aktiviteter, der kan beskadige eller ødelægge yngle- eller rasteområder i det naturlige udbredelsesområde for bilag IV-dyrearter, eller som kan ødelægge de plantearter, der er optaget i habitatdirektivets bilag IV. Dog kan der ifølge §8 fraviges fra § 7, hvis fravigelsen ikke hindrer, at bevaringsstatus for en bilag IV-arts bestand oprettholdes i dens naturlige udbredelsesområde, og der ikke findes andre tilfredsstillende løsninger, og at det ansøgte efter stk. 2 har til formål at forhindre alvorlig skade på ejendom.

Langs strækningen ved Skagen er den eneste marint forekommende bilag IV-art marsvin. Der forekommer ikke kendte yngleområder for marsvin på strækningen, men farvandet omkring Skagen indgår som et hotspotområde for marsvin i Danmark (se afsnit 15.2.1)⁴¹². Vurdering af påvirkninger fra kystbeskyttelsen på marsvin fremgår af afsnit 15.4.1, og det konkluderes heri at der ikke er væsentlige påvirkninger på populationer eller enkeltindivider af marsvin i forbindelse med aktiviteterne. Dermed påvirkes muligheden for opretholdelse af den økologiske funktionalitet for marsvin ikke.

15.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af havpattedyr, havfugle og beskyttede marine områder.

15.6 Kumulative effekter

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter, hvis aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen som opstår under kystfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter for havpattedyr, havfugle, marine beskyttede områder eller marine bilag IV-arter, som i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

⁴¹⁰ Miljø- og Fødevareministeriet, BEK Nr.1595 af 06/12/2018. Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/1595>.

⁴¹¹ Miljø- og Fødevareministeriet, BEK nr 654 af 19/05/2020. Bekendtgørelse om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/654>.

⁴¹² <http://bios.au.dk/en/about-bioscience/organisation/marine-mammal-research/populations-and-monitoring/surveillance-porpoises/>

15.6.1 Kumulative effekter i forbindelse med anlæg og drift af etape 3 udvidelsen af Skagen Havn

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte Etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM for Etape 3 udvidelsen⁴¹³ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment udenfor havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og kystfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset⁴¹⁴ og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i bilag 4 om *sedimentation, hydraulik og morfologi*. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter for havpattedyr, havfugle, marine beskyttede områder eller marine bilag IV-arter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

15.6.2 Kumulative effekter – undervandsstøj

I forbindelse med anlæg af etape 3 udvidelsen af Skagen Havn er det vurderet at undervandsstøj fra nedramning/nedvibrering af spuns og pæle i anlægsfasen udgør en ubetydelig miljørisiko for sæler og marsvin. Hvilket begrundes med, at risikoen for at der opstår høreskader hos marsvin og sæler, under anlæggelsen af spuns og pæle, er begrænset til en afstand af <10 – 60 meter fra nedramningsstedet⁴¹³.

Da beregningen af undervandsstøj i forbindelse med sandfodringen viser, at sæler og marsvin ikke påvirkes væsentligt, som angivet i Tabel 15-5, og påvirkningen fra undervandsstøj fra anlægsarbejde på etape 3 udvidelsen af Skagen Havn er beskrives som værende ubetydelig, vurderes der ikke at forekomme væsentlige kumulative effekter af undervandsstøj for havpattedyr i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet i afsnit 15.4.1 om undervandsstøj.

15.7 Sammenfattende vurdering

Sammenfattende vurderes, at kystbeskyttelse i form af sandfodring ikke vil føre til væsentlige påvirkninger af havpattedyr eller havfugle langs strækningen ved Skagen.

Påvirkningen af marsvin og sæler kan potentielt ske i form af en række ændringer i miljøet som følge af den planlagte kystbeskyttelse, herunder fysisk forstyrrelse af havbunden, spredning af sediment i vandsøjlen, sedimentation på havbunden, visuel forstyrrelse og luftbåren støj samt undervandsstøj. Konsekvensen for marsvin og sæler vurderes at være ubetydelig til begrænset, og dermed er påvirkningen ikke væsentlig.

Den planlagte kystbeskyttelse kan påvirke havfugle på strækningen ved Skagen ved fysisk forstyrrelse af havbunden, suspenderet sediment, sedimentation på havbunden samt visuel forstyrrelse og luftbåren støj. Konsekvensen for havfugle vurderes at være ubetydelig, og dermed er påvirkningen ikke væsentlig.

Ud for strækningen ved Skagen ligger Natura 2000-området N1. Påvirkninger fra sandfodring kan potentielt påvirke marine naturtyper og arter, der er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området. Af væsentlighedsvurderingen fremgår det, at der ikke vil være væsentlige påvirkninger af de marine naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N1 i forbindelse med

⁴¹³ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

⁴¹⁴ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

strandfodringen. Der forekommer ligeledes ikke nogen væsentlige påvirkninger af bilag IV-arter, herunder marsvin.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til Havpattedyr, havfugle er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Havpattedyr					
Fysisk forstyrrelse af havbunden	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
Spredning af sediment i vandsøjlen	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Sedimentation på havbunden	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Visuel forstyrrelse og støj over vand	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Undervandsstøj	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Havfugle					
Fysisk forstyrrelse af havbunden	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
Spredning af sediment i vandsøjlen	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Sedimentation på havbunden	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
Visuel forstyrrelse og støj over vand	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Beskyttede marine områder	-	-	-	-	Ikke væsentlig*
Bilag IV-arter	-	-	-	-	Ikke væsentlig*

Tabel 15-6. Opsummering af miljøpåvirkninger forbundet med den planlagte kystbeskyttelse. *: for Bilag IV-arter og Natura 2000-områder vurderes ud fra kriterierne væsentlig påvirkning/ikke væsentlig påvirkning.

16. NATUR PÅ LAND

Kapitlet beskriver påvirkningen af terrestrisk natur i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen. De vurderede naturforhold omfatter beskyttede naturtyper, naturområder og arter samt biodiversitet i bred forstand.

16.1 Metode

De eksisterende naturforhold for kyststrækningen ved Skagen er beskrevet på baggrund af skrivebordskortlægning og feltbesigtigelse inden for en korridor på 250 meter fra kysten. Kortlægningen har haft til formål at danne grundlag for en vurdering af den planlagte kystbeskyttelses påvirkning af naturen på land og omfatter:

- Habitatnaturtyper; arts-, struktur- og naturtilstand (se Tabel 16-1), antal karakteristiske arter, kystbeskyttelsesforhold, invasive arter^{415 416}
- Bilag IV-arter; forekomst^{417 418}
- § 3-områder; antal karakteristiske arter, kystbeskyttelsesforhold, invasive arter⁴¹⁸
- § 3-vandløb; økologisk tilstand jf. vandområdeplan^{418 419}
- Fredede områder; fredningens formål
- Særligt sjældne og karakteristiske arter for området (bl.a. fugle, fredede og rødlistede arter)^{420 421}
- Biodiversitet; en bred vurdering af påvirkning af natur langs kysten generelt baseret på emnerne ovenfor.

Skrivebordskortlægningen er gennemført ved at indsamle eksisterende kortlægningsdata vedrørende forekomst og udbredelse af beskyttede naturtyper og arter fra eksisterende online databaser og kortforsyninger. Data omfatter naturtype, registreringsår, antal karakteristiske arter og naturtilstand, samt eventuelle oplysninger om kystbeskyttelse og hydrologi. Desuden findes en oversigt over forekomst af bilag IV arter, og fredede arter inden for undersøgelseskorridoren samt beskyttede vandløb.

Feltbesigtigelsen af naturforhold på strækningen blev udført i oktober 2018 med fokus på naturens generelle karakter og tilstand, samt den hidtidige kystbeskyttelses virkning på naturforhold langs kysten. Feltbesigtigelsen havde til formål at give et repræsentativt overblik over naturtyper og arter, der er tilknyttet kystnaturen på strækningen.

Besigtigelsen udgør ikke en egentlig kortlægning af naturforhold, men et supplement til skrivebordskortlægningen. Forud for besigtigelsen blev der udarbejdet feltkort med registreret, beskyttet natur og eksisterende kystbeskyttelse, og lokaliteter der er repræsentative for naturtyper og levesteder for beskyttede arter i området blev udvalgt til besigtigelse.

⁴¹⁵ MiljøGIS for Natura 2000 planer 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&&profile=natura2000planer2-2016>

⁴¹⁶ Naturdata 2018. <http://naturdata.miljoportal.dk/freeTextSearch?searchText=k%C3%B8dfarvet%20g%C3%B8geurt>

⁴¹⁷ MiljøGIS for Natura 2000 planer 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&&profile=natura2000planer2-2016>

⁴¹⁸ Naturdata 2018. <http://naturdata.miljoportal.dk/freeTextSearch?searchText=k%C3%B8dfarvet%20g%C3%B8geurt>

⁴¹⁹ MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021. Juni 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>

⁴²⁰ DOFbasen, 2018. Dansk ornitologisk Forening (DOF) database over observationer af fugle. <https://dofbasen.dk/>

⁴²¹ Fugle og natur 2018. <https://www.fugleognatur.dk/>

Feltbesigtigelsen tager udgangspunkt i vejledning til besigtigelse af beskyttet natur jf. naturbeskyttelseslovens § 3, og på hver lokalitet blev natur- og kystforhold registreret langs en transekt fra kystlinjen over første klitrække til bagvedliggende klithede eller anden naturtype/arealanvendelse. Registreringen omfattede estimeret naturtilstand (Tabel 16-1), positive og negative naturtypeforhold (Tabel 16-2), samt fotodokumentation. Registrerede lokaliteter fremgår af Figur 16-4.

Det vurderes, at data- og vidensgrundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af terrestrisk natur er tilstrækkeligt.

Naturtilstand	Generel definition af tilstandsklasser
Høj tilstand (1)	Værdierne for de biologiske kvalitetselementer for naturområdet svarer til, hvad der normalt gælder for den pågældende naturtype under uberørte forhold, og der er ingen eller kun meget små tegn på forandringer.
God tilstand (2)	Der forekommer typespecifikke forhold og samfund.
Moderat tilstand (3)	Værdierne for de biologiske kvalitetselementer for den pågældende naturtype udviser lave niveauer for forandringer som følge af menneskelig aktivitet, men afviger kun lidt fra, hvad der normalt gælder for naturtypen under uberørte forhold.
Ringe tilstand (4)	Værdierne for de biologiske kvalitetselementer for den pågældende naturtype afviger i moderat grad fra, hvad der normalt gælder for naturtypen under uberørte forhold. Værdierne viser middelstore tegn på forandringer som følge af menneskelig aktivitet og er betydeligt mere forstyrrede end under forhold med god tilstand.
Dårlig tilstand (5)	Naturområder der viser tegn på større ændringer i værdierne for de biologiske kvalitetselementer for den pågældende naturtype, og hvori de relevante biologiske samfund afviger væsentligt fra, hvad der normalt gælder for den pågældende naturtype under uberørte forhold.

Tabel 16-1. Generel definition for de fem tilstandsklasser for naturtilstand, både beregnet samt estimeret ved besigtigelse. Naturtilstand kan estimeres eller beregnes og bruges i vurdering af virkning på habitater⁴²².

Positive strukturer	Negative strukturer/trusler
Vindbrud og haverodering i yderste klitter	
Forekomster af rensdyrlav o.a. laver	Tilgroet med rynket rose
Klithede domineret af revling o.a. dværgbuske	Bunden dækket af Stjerne-bredribbe (invasiv mos)
Grå/grøn klit m. sammenhængende vegetation	Kraftigt slid fra færdsel

Tabel 16-2. Positive og negative strukturer registreret ved feltbesigtigelse af kystnatur⁴²².

16.2 Eksisterende forhold

I det følgende beskrives naturen langs strækningen ved Skagen, herunder Natura 2000-områder, §3-beskyttet natur, bilag IV-arter, fredede arter og fredede områder.

Kysterne er Danmarks mest betydningsfulde bidrag til biodiversiteten i et internationalt perspektiv. Her findes klitter, strandenge og kystdynamik, som der ikke findes tilsvarende mange steder i Europa. Samtidig hører kysterne til den mest uberørte natur i Danmark, fordi store strækninger er undsluppet kultivering og bebyggelse⁴²³. Hele kyststrækningen ved Skagen er beskyttet af klitfredning eller strandbeskyttelse jf. naturbeskyttelsesloven § 8 og § 15, og en stor del af arealet

⁴²² Fredshavn, J.R., Nygaard, B. & Ejrnæs, R. 2009. Naturtilstand på terrestriske naturarealer – besigtigelser af § 3-arealer. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 46 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 736.
<http://www.dmu.dk/Pub/FR736.pdf>

⁴²³ Ejrnæs, R., et al. 2011: Danmarks biodiversitet 2010 – status, udvikling og trusler. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 152 sider – Faglig rapport fra DMU nr. 815.

inden for 250 meter fra kysten er udpeget som beskyttet natur jf. EU-Habitatdirektivet og naturbeskyttelseslovens § 3. Desuden er kysten yngle- og levested for flere dyrearter, som er beskyttet af dansk og international lovgivning.

16.2.1 Kystnaturen generelt

Kystnaturen er karakteriseret ved at være meget dynamisk og formet af de stærke, forstyrrende kræfter fra havet og vinden, som aftager med afstand til havet. I lige linje fra kysten og ind imod land findes mange steder en naturlig rækkefølge af naturtyper i forskellige successionsstadier.

Yderst mod havet ligger stranden, hvor der ofte ikke findes nogen vegetation på grund af den kraftige bølgepåvirkning. På kyster, hvor der foregår eller har foregået en aflejring af sand fra havet, findes i lidt større afstand fra havet den hvide klit, der nogle steder ligger bag en forklit. Den hvide klit og forklitten er domineret af hjælme, som både tåler og er afhængig af løbende tildækning af sand. Planternes rodsystem fastholder sandet og stabiliserer klitterne.

Bag den hvide klit er aflejringen af sand mindre, og vegetationen i den grønne klit, der findes her, bliver mere stabil, tæt og artsrig med arter som marehalm, sandskæg, gul snerre og klitstedmoderblomst. På de ældre klitter, hvor der er foregået en længerevarende udvaskning af sandet, bliver vegetationen mere nøjsom, og dværgbuske og laver karakteriserer her klitnaturtyperne grå klit og klithede.

På Skagens Odde er klitdannelsen primært foregået ved aflejring fra nordvest, og der er opstået et karakteristisk rimme-dobbe landskab med parallelle lavninger med mose og strandvolde med klitvegetation. Klitryggene og moserne strækker sig fra øst til vest, som det kan ses af mønsteret i § 3-naturtyper på Figur 16-4.



Figur 16-1. Billeder af kystnaturen på strækningen ved Skagen. Tv: Den nordlige projektstrækning med smal strand, og kuperede klitter og rimme-dobber der støder ud til kysten. Th: mosaik af hede og mose længere inde på Grenen.

16.2.2 Natura 2000-områder

Ved den nordligste del af projektstrækningen og ud til spidsen af Grenen findes Natura 2000-område N1 'Skagens Gren og Skagerrak' (Figur 16-2), og syd for projektstrækningen findes Natura 2000-område N2 'Råbjerg Mile og Hulsig Hede'.

I det følgende beskrives Natura 2000-områderne og udpegningsgrundlaget for hvert område. I tabellerne for udpegningsgrundlaget angives med fed de terrestriske habitatnaturtyper, der potentielt kan blive påvirket af kystbeskyttelsen.

Natura 2000-område N1 'Skagens Gren og Skagerrak'

Natura 2000-område N1 er udpeget for at beskytte både sandbanker og klitnatur samt de bagvedliggende søer og vandløb. I området findes der flere naturtyper, som i kraft af deres store arealmæssige udstrækning eller deres høje naturkvalitet, er af international betydning. De er værdifulde, fordi der er tale om så store sammenhængende klitområder i noget nær naturlig tilstand, dvs. med fri dynamik, naturlige vandstandsforhold og et veludviklet og varieret planteliv. Der forekommer en stor del af regionens skovklitter i området. Af andre vigtige naturtyper i området bør især nævnes klitheder og klitlavninger, til dels også grå/grønne klitter, samt andre klitarter. Flere af klitlavningerne har karakter af søer, hvilket sammen med tilgroningen gør området vanskeligt fremkommeligt⁴²⁴.

Naturtype		Naturtype	
1110	Sandbanke	1170	Rev
2110	Forklit	2120	Hvid klit
2130	Grå/grøn klit*	2140*	Klithede
2160	Havtornklit	2170	Grårisklit
2180	Skovklit	2190	Klitlavning
3130	Søbred med småurter	3140	Kransnålalge-sø
3150	Næringsrig sø	3160	Brunvandet sø
3260	Vandløb		
Arter			
1103	Stavsild	1351	Marsvin

Tabel 16-3. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område N1. Naturtyper som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af den planlagte kystbeskyttelse er markeret med fed, og det er alene dem, der kan blive påvirket, der behandles i væsentlighedsvurderingen.

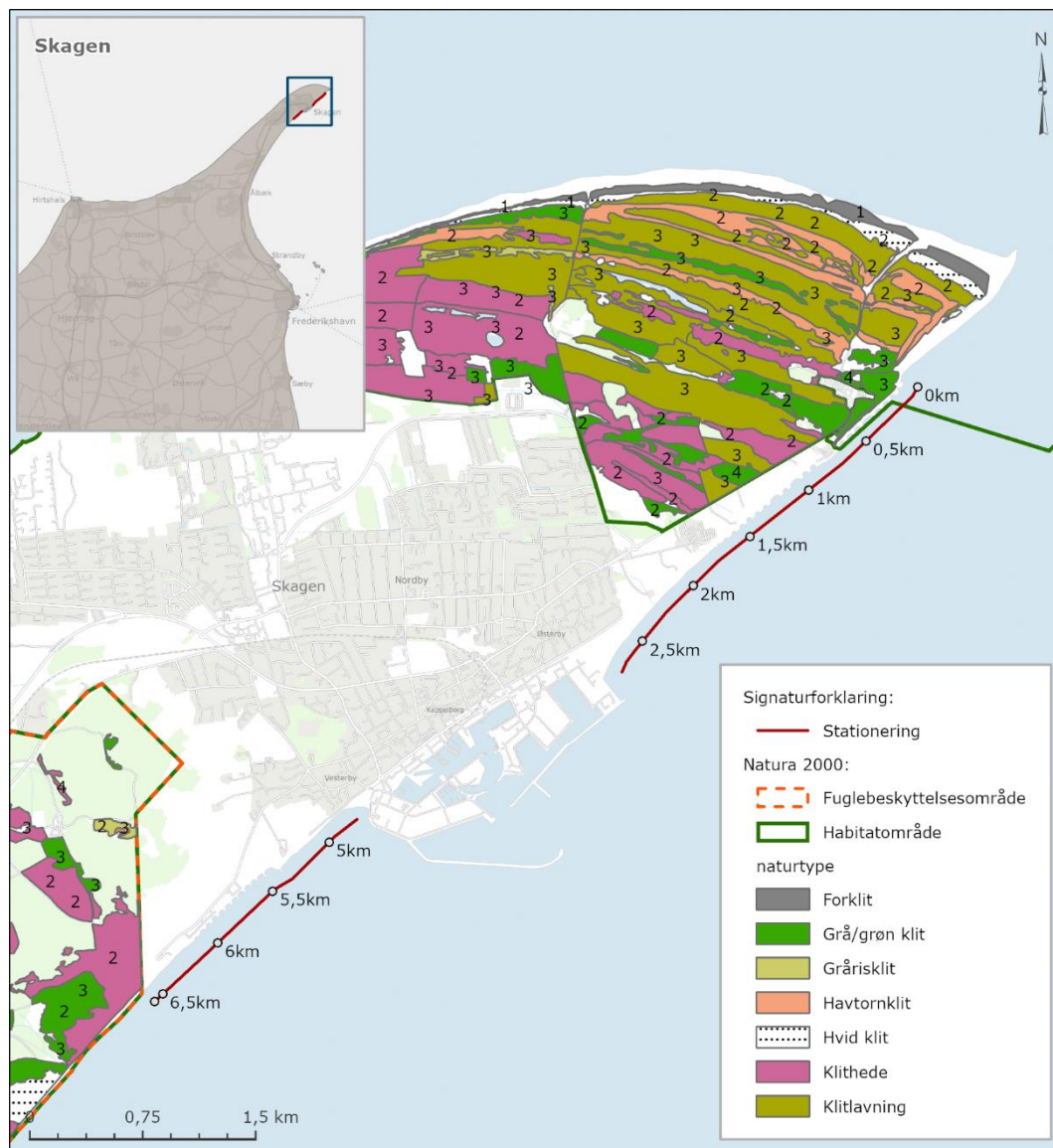
Natura 2000-område N1 grænser op til kysten på den nordligste del af projektstrækningen (ca. 0-1 km) og herfra går afgrænsningen skråt ind i landet. Langs hele den østlige grænse af området findes klitnaturtyperne i mere eller mindre parallelle rækker bestemt af rimme-dobbe landskabet. På sandryggene findes klithede, grå-grøn klit og havtornklit mens der i lavningerne findes klitlavning og grårisklit. Klitlavningerne er den naturtype, som arealmæssigt er størst i området. Yderst på Grenen findes naturtyperne hvid klit og forklit.

Klithede er en prioriteret naturtype og den findes i mosaik med de andre klitnaturtyper, men fortrinsvis på de mere tørre sandrygge.

Naturtilstanden for habitatnaturtyperne i Natura 2000-området tæt ved kysten, hvor der planlægges kystbeskyttelse, er generelt god, men nogle steder moderat, hvilket fortrinsvis skyldes tilgroning med vedplanter (bjergfyr) og invasive arter (rynket rose)⁴²⁵.

⁴²⁴ Miljø- og Fødevareministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Skagens Gren og Skagerrak Natura 2000-område nr.1 Habitatområde nr.1. https://mst.dk/media/129829/n1_n2000plan_2016-21.pdf

⁴²⁵ Miljø- og Fødevareministeriet juni 2020. Natura 2000-plan 2022-2027 Skagens Gren og Skagerrak Natura 2000-område nr.1 Habitatområde nr.1. <https://mst.dk/natur-vand/natur/natura-2000/natura-2000-planer/natura-2000-planlaegning-2022-2027/>



Figur 16-2. Natura 2000-område N1 med habitatnaturtyper og deres naturtilstand (angivet med tal 1-5, hvor 1 er den højeste naturværdi)⁴²⁶.

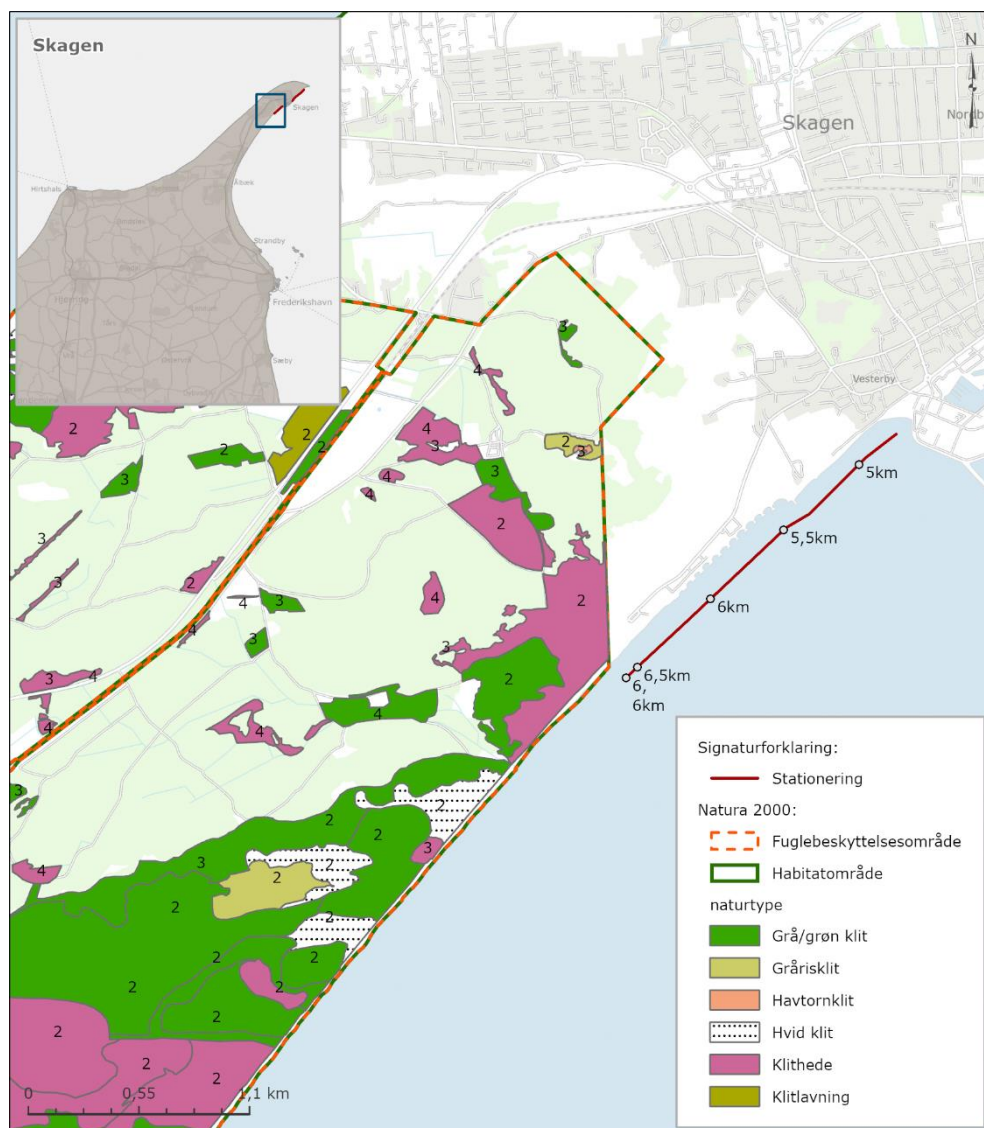
Natura 2000-område N2 'Råbjerg Mile og Hulsig Hede'

Natura 2000-området har et areal på 5.889 ha. Natura 2000-området består af Habitatområde nr. H2 og Fuglebeskyttelsesområde nr. F5. Området består mest af vidtstrakte og sammenhængende klitområder på Skagens Odde. I den sydlige del af området ses Nordeuropas største vandremile, Råbjerg Mile⁴²⁷.

Den nordøstlige del af Natura 2000-området grænser op til projektstrækningen ved Skagen, hvor der foretages kystbeskyttelse. Væsentlighedsvurderingen tager derfor kun hensyn til de naturtyper, der findes i den nordøstlige del af Natura 2000-området (Figur 16-3).

⁴²⁶ Miljø- og Fødevareministeriet juni 2020. Natura 2000-plan 2022-2027 Skagens Gren og Skagerrak Natura 2000-område nr.1 Habitatområde nr.1.

⁴²⁷ Miljø- og Fødevareministeriet juni 2020. Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Råbjerg Mile og Hulsig Hede, Natura 2000-område nr. 2, Habitatområde H2, Fuglebeskyttelses-område F5.



Figur 16-3. Forekomst og tilstandsvurdering af habitatnaturtyper i Natura 2000-område N2.

Naturtype		Naturtype	
2110	Forklit	2120	Hvid klit
2130	Grå/grøn klit*	2140	Klithede*
2160	Havtornklit	2170	Grårisklit
2180	Skovklit	2190	Klitlavning
3110	Lobeliesø	3130	Søbred med småurter
3140	Kransnålalge-sø	3150	Næringsrig sø
3160	Brunvandet sø	3260	Vandløb
7150	Tørvelavning	9190	Stilkeke-krat
91D0	Skovbevokset tørvemose	91E0	Elle- og askeskov
Arter		Arter	
1065	Hedepletvinge	1166	Stor vandsalamander
Fugle (F5)		Fugle (F5)	
	Rørdrum (Y)		Hedehøg (Y)
	Plettet rørvagtel (Y)		Trane (Y)
	Hedelærke (Y)		Tinksmed (Y)
	Rødrygget tornskade (Y)		Natravn (Y)
	Markpiber (Y)		

Tabel 16-4. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område N2. Naturtyper og arter som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af den planlagte kystbeskyttelse er markeret med fed, og det er alene dem, der kan blive påvirket, der behandles i nærværende væsentlighedsvurdering.

Udpegede naturtyper og arter

En række naturtyper, habitatarter og fuglearter er listet på udpegningsgrundlaget for Natura 2000 områderne langs strækningen og er omfattet af væsentlighedsvurderingerne, da det er vurderet, at de potentielt kan blive påvirket af kystbeskyttelsesaktiviteterne. I boksen nedenfor gives en overordnet beskrivelse og vurdering af habitatnaturtyper på land, der potentielt kan blive påvirket af kystbeskyttelsen.

Habitatnaturtyper og fuglearter langs kysten i Natura 2000-områderne

Forklit (2110)



Naturtypen forklit ligger yderst langs havet i klitlandskabet og danner de første stadier i dannelser af klitter. Naturtypen består typisk af vindribber, strandvolde, hævede sandflader på den øvre strand eller forklitter ved foden af de høje klitter. Selv et få cm tykt lag flyvesand er nok til at henhøre et areal til klittyperne. Generelt er der meget sparsom eller ingen plantevækst på store dele af naturtypen, karakteristiske arter er strand-kvik, marehalm, strand-arve og strandmandstro. Naturtypen er for første gang kortlagt i projektområdet i forbindelse med 3. kortlægning

af de lysåbne naturtyper.

Hvid klit (2120)

Naturtypen dækker over de yderste rækker af klitter langs kysterne og de heraf afledte vandremiler og lignende. Hvid klit er lys at se på grundet den aflejring af sandtunger på læsiden, som kommer fra en mindre, konstant sandflugt fra toppen af klitterne. De danner ofte rækker langs kysten med en typisk bevoksning af hjælme eller marehalm.

Grå/grøn klit (2130)

Grå/grøn klit findes længere inde i landet bag forklit og hvid klit, og består af et mere eller mindre lukket plantedække med græsser, urter, mosser og laver i mosaik. Naturtypen omfatter både grøn klit og grå klit, der repræsenterer forskellige successionsstadier i vegetationsudviklingen. Den grønne klit er mere næringsholdig og kalkrig og domineret af græsser og urter, mens sandet i den grå klit er udvasket og surt og dværgbuske og laver er karakteristiske.

Klithede (2140)

Naturtypen omfatter stabile/gamle klitter bag de ydre klitter, med et mere eller mindre lukket vegetationsdække domineret af dværgbuske. Kalkindholdet i jorden er lavt som følge af udvaskning af sandjorden. Dele af naturtypen findes på tørre klitter, mens andre dele findes i fugtige lavninger.

Havtornklit (2160)

Naturtypen findes længere inde i landet i klitlandskabet på kalkrig bund og er typisk domineret af buske af havtorn.

Grårisklit (2170)

Grårisklit findes ofte i mosaik med andre klitnaturtyper og er karakteriseret ved krat af gråris (krybende pil *Salix repens ssp. argentea*).

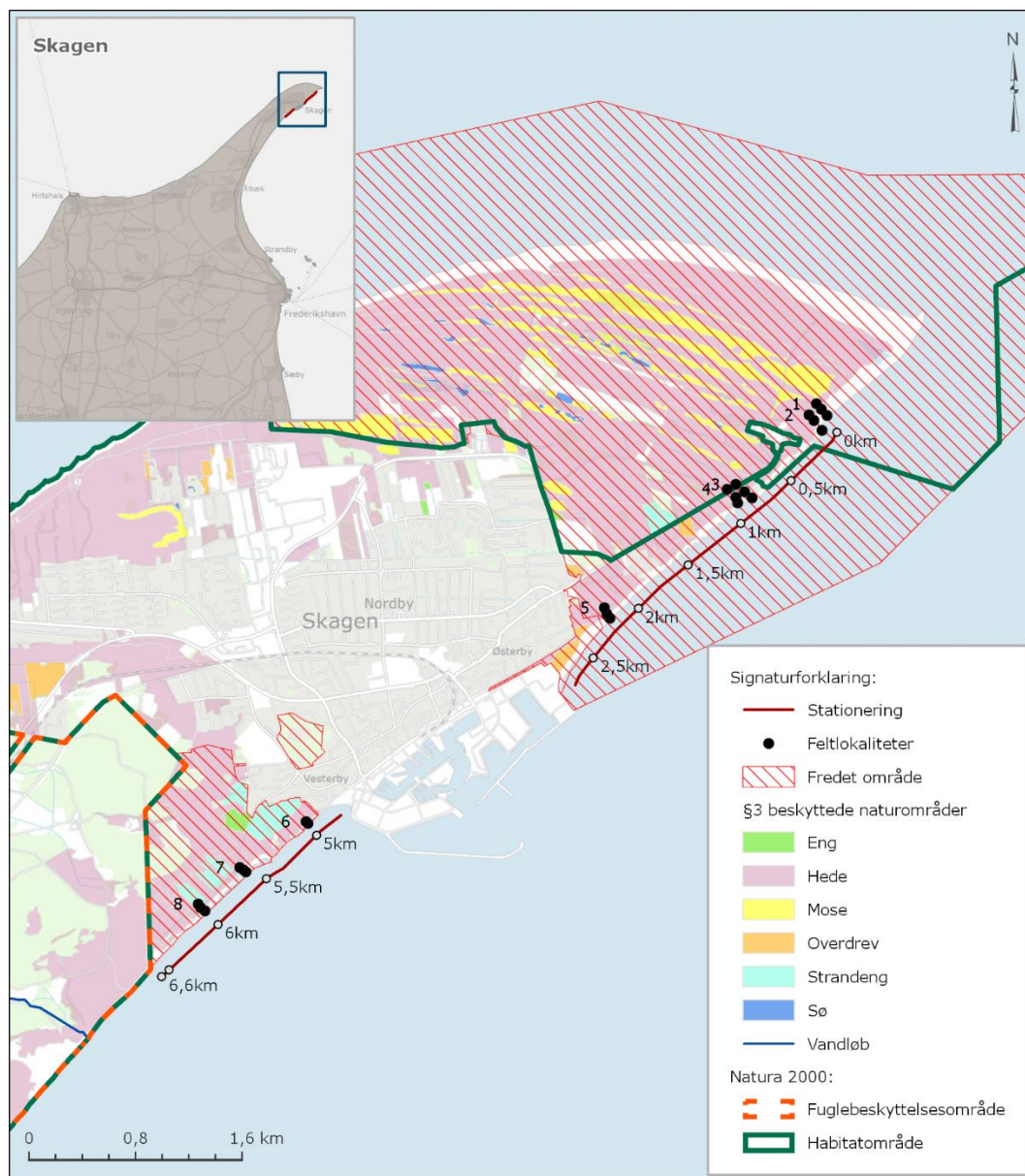
Klitlavning (2190)

Fugtige eller vanddækkede klitlavninger findes i klitlandskabet hvor grundvandsstanden er høj. Naturtypen er typisk domineret af urteagtige planter.



16.2.3 Beskyttet § 3-natur

Langs kysten på strækningen ved Skagen findes § 3-beskyttet natur langs hele strækningen. Yderst mod havet en sandstrand, der er bredest på spidsen af Grenen, hvor den er 250 meter og smallere ned langs østkysten. Grenen er karakteristisk ved det markante rimme-dobbe-landskab, som er havets historiske sandaflejringer, der nu skaber en struktur af parallelle sandrygge. Strukturen er afgørende for forekomsten af naturtyper, som det ses af kortet på Figur 16-4. På sandryggene, rimmerne, findes gammel klit eller hede og i lavningerne, dobberne, findes mose og mindre søer.



Figur 16-4. Oversigt over § 3-områder, fredede områder og Natura 2000-områder samt feltlokaliteter langs strækningen.

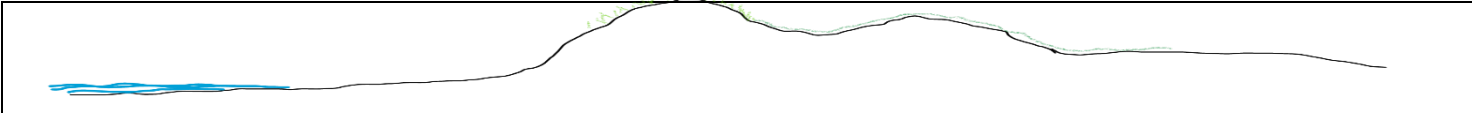
Langs Grenens østkyst på begge sider af Skagen by er kysten mere beskyttet end ved Vesterhavet men dog en erosionskyst med naturlig kysttilbagetrækning. Her findes en smal strand eller ingen strand før hård kystbeskyttelse (omkring Skagen by). Mod land afløses den smalle strand af

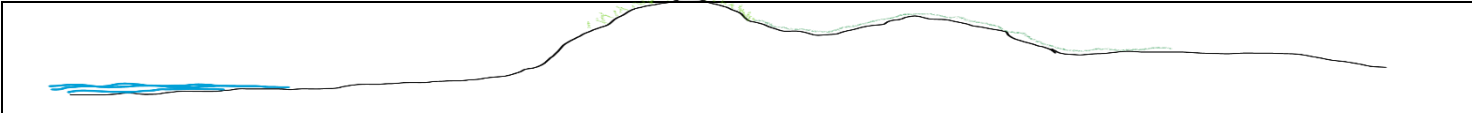
en lav klitrække, og bagved klitrækken findes klithede på den næringsfattige sandbund. Nord for Skagen by findes et strandoverdrev, hvor havnens moleanlæg giver læ for bølgerne, og der er opstået luvsideaflejring af sand i en lille bugt.



Figur 16-5 T-høfder syd for Skagen by med smal stenstrand og lav grøn klit ud mod havet, efterfulgt af klithede inde i landet.

I Tabel 16-5 ses en oversigt over tilstanden af de beskyttede naturtyper, der er registreret langs strækningen inden for projektafgrænsningen sammenholdt med observationer fra feltbesigtigelse og eksisterende kystbeskyttelse.

Punkt	Elementer til beskrivelse af transekt			
		Strand	Hvid klit	Grøn/grå klit
1	§ 3-naturtype og tilstand	Strand 2	(hvid klit) 2	Hede (grøn klit) 2
	Beskrivelse	Bred strand	Ca. otte meter høj hvid klit, ikke stejl. Høj forstyrrelse fra turister, god naturlig dynamik med sandvandring.	Stabil sammenhængende vegetation med træer og buske (pil, hyld)
	Positive strukturer			
	Trusler			
	Kystbeskyttelse	Ingen	Ingen	Ingen
2	§ 3-naturtype og tilstand	Strand 3	Hede (hvid klit) 3	Hede (grå-grøn klit) 2
	Beskrivelse	Smal strand	En del slitage fra færdsel	Stabil sammenhængende vegetation med træer og buske (pil, hyld)
	Positive strukturer			
	Trusler			
	Kystbeskyttelse	Bølgebryder/T-høfde, skråningsbeskyttelse		
3	§ 3-naturtype og tilstand	Hede (hvid klit) 5	Hede (Grå klit) 3	Hede (klithede) 3
	Beskrivelse	Ingen strand, skråningsbeskyttelse med udlagte sten. Flad hvid klit lav, ret stabil mange stier.	Fin sammenhængende vegetation domineret af revling, hedelyng og rensdyrlav op til vej.	Stabil vegetation domineret af hedelyng og revling.
	Positive strukturer			
	Trusler			
	Kystbeskyttelse	Skråningsbeskyttelse, bølgebrydere		
4	§ 3-naturtype og tilstand	(strand) 4	Hede (grå klit) 3	Hede (klithede) 3
	Beskrivelse	Smal sandstrand eroderet mellem høfder.	Domineret af dværgbuske, mindre rensdyrlav end punkt 3.	Stabil vegetation domineret af hedelyng og revling.
	Positive strukturer			
	Trusler			
	Kystbeskyttelse	Bølgebrydere, T-høfder		
5	§ 3-naturtype og tilstand	Sandstrand 4	Hede (hvid klit) 3	Hede (grå-grøn klit) 3

				
Punkt	Elementer til beskrivelse af transekt	Strand	Hvid klit	Grøn/grå klit
	Beskrivelse	Strand med tilvækst pga. læ fra havneanlæg	Enkelt sammenhængende klitrække, lav og stabil vegetation.	Mosaik af græsvegetation og rensdyrlav/dværgbusk-vegetation
	Positive strukturer			
	Trusler		Rynket rose	
	Kystbeskyttelse	Ingen		
6	§ 3-naturtype og tilstand	(Ruderat, sten) 5	Hede (grå-grøn klit) 3	
	Beskrivelse	Sten lagt ud til kystbeskyttelse på hele strand samt gammel betonkant. Ingen naturlig kystlinje	Stabil vegetation op til bebyggelse	
	Positive strukturer			
	Trusler		Rynket rose	
	Kystbeskyttelse	Skråningsbeskyttelse		
7	§ 3-naturtype og tilstand	(Sand/stenstrand) 3	Hede (hvid klit) 3	Hede (grå-grøn klit) 3
	Beskrivelse	Smal strand karakteriseret af kysttilbagerykning	Stabil lav og en enkelt klitrække langs kysten	Stabil grønsværsvegetation (hjelme) i mosaik med dværgbuske og lidt rensdyrlav
	Positive strukturer			
	Trusler			
	Kystbeskyttelse	T-høfder		
8	§ 3-naturtype og tilstand	(Sandstrand) 3	Hede (hvid klit) 3	Hede (grøn klit, eng) 3
	Beskrivelse	Smal strand karakteriseret af kysttilbagerykning	Stabil lav og en enkelt klitrække langs kysten	Lavt areal bag klitrække er drænet og tidligere høsletsareal
	Positive strukturer			
	Trusler			
	Kystbeskyttelse	Bølgebryder		

Tabel 16-5. § 3-natur ved Skagen. For hver feltlokalitet er der registreret et transekt bestående af punkt på strand, hvid klit og grå/grøn klit bag første klitrække. Naturtype er angivet som udpeget jf. Danmarks Miljøportal samt registreret i felten i parentes. Efter naturtype er angivet estimeret naturtilstand med fed (1-5, se Tabel 16-1 for forklaring af værdi).

16.2.4 Bilag IV-arter

På strækningen ved Skagen er bilag IV-arterne markfirben, spidssnudet frø og odder registreret ved skrivebordskortlægningen af naturforhold.

Markfirben er registreret flere steder på strækningen bl.a. ved Grenen Kunstmuseum 150-300 meter fra kysten, ved Skagen Grå Fyr ca. 15-120 meter fra kysten, mellem Skagen by og høfderne nord for byen ca. 90-300 meter fra kysten samt både øst og vest for Damstedvej ved høfderne syd for Skagen. *Spidssnudet frø* er registreret ca. 150-300 meter fra kysten ved Grenen Kunstmuseum og 150 meter fra kysten på Grenen Campingplads. *Odder* er registreret på høfden ud for Åkandevej.⁴²⁸

Bilag IV-arter på strækningen

Markfirben

Markfirben findes over hele landet og træffes ofte ved kysterne. Arten lever i åbne områder med bar og løs, gerne sandet jord, hvor den ofte træffes i små kolonier. Markfirben findes typisk i et varieret landskab med afvekslende vegetation, hvor der findes mange insekter, muligheder for at solbade, og mulighed for at gemme sig for fjender. Hannen kommer frem af vinterdvalen i midten af april og begynder at solbade mens hunnen først kommer frem af vinterdvale i maj. I modsætning til det almindelige firben lægger markfirbenet sine æg i en bar plet med sand, hvor varmen fra solen kan klare udrugningen. Æggene klækkes i august-september. De voksne dyr går i dvale i september, ofte i selvgravet gange på skråninger, som vender mod syd. De unge dyr kan de blive fremme til helt ind i november, før de går i dvale. Markfirben er listet på den danske rødliste med kategorien som VU (sårbar)⁴²⁹.



Markfirben er generelt i tilbagegang, hvilket kan skyldes, at dens levesteder gror til eller udlægges til sommerhusområde e.l., men forstyrrelse på artens levested udgør også en trussel som f.eks. hedeafbrænding, rydning af vegetation og græsslåning⁴³⁰.

Spidssnudet frø

Spidssnudet frø yngler om foråret, og i april-maj ligger hunnerne mellem 500 og 3000 æg i vandhuller med vegetation under vandet, hvor æggene kan fæste sig. De nyudviklede frøer går på land i slutningen af juni og bliver typisk tæt på vandhullet i naturområder med eng, mose eller græsmarker, hvor de kan finde føde. Spidssnudet frø går typisk i vinterdvale på land, men de kan også overvintre i vand. Spidssnudet frø er listet på den danske rødliste med kategorien som NT (næsten truet).⁴³¹



Spidssnudet frø er gået meget tilbage i Danmark og er nu sjældent i dele af landet. De primære trusler mod arten er ødelæggelse af ynglevandhuller enten ved tørlægning, tilgroning, forurening eller udsætning af fisk og ænder.⁴³⁰

⁴²⁸ Naturbasen. www.naturbasen.dk/licens

⁴²⁹ Aarhus Universitet (2019). Den danske rødliste. <https://bios.au.dk/forskningraadgivning/temasider/redlistframe/>

⁴³⁰ Miljøstyrelsen. Artsleksikon. <https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/>

⁴³¹ Aarhus Universitet (2019). Den danske rødliste. <https://bios.au.dk/forskningraadgivning/temasider/redlistframe>

Odder

Odderen var tidligere udbredt i det meste af Danmark, og efter en drastisk tilbagegang frem til 1980'erne er bestanden igen i fremgang, og i dag findes odderen i store dele af Jylland. Odderen lever af fisk, og indimellem også af små pattedyr, fugle og krebsdyr. Den lever i tilknytning til både stillestående og rindende vand, salt- og ferskvand og findes typisk i fjorde, søer, moser og vandløb, hvor der er tæt vegetation at gemme sig i. Odderen er nataktiv og opholder sig om dagen i en hule i brinken, under træer eller under buske. Både hanner og hunner hævder territorium, som for hanner kan strække sig over ti kilometer vandløb. Kun i yngleperioden færdes hanner og hunner sammen. Odder er listet på den danske rødliste med kategorien som VU (sårbar).⁴³²

Den største trussel mod odderen er trafikdrab, men tidligere druknede oddere også ofte i fiskeruser. Ifølge gældende lov skal der nu bruges stoprist eller spærrenet i åluser.⁴³³

16.2.5**Fredede arter**

Fredede arter registreret ved skrivebordskortlægningen af naturforhold omfatter arter af krybdyr, padder og orkideer samt alle fugle, der ikke er bekendtgjort jagttid for⁴³⁴. Nogle af de fredede krybdyr og padder er også beskyttet af habitatdirektivets bilag IV og er beskrevet tidligere (afsnit 16.2.4).

Fredede arter på strækningen**Stålmorm**

Stålmorm er udbredt i hele landet men er sjælden på Mors, Thy, Lemvig samt mange mindre øer. Bestanden regnes for at være stabil i Danmark. Stålmormen findes stort set overalt, hvor landskabet er varieret, og den trives bedst i områder med tæt vegetation, som f.eks. nær skovbryn. Mest almindelig er den i fugtige løv-



skove og haver. Stålmormen lever skjult og bevæger sig kun meget lidt omkring, måske kun i en omkreds af ca. ti meter. Den er ikke afhængig af solbeskinnede områder på samme måde som firbenet og kan være aktiv ved en kropstemperatur på mellem ti og 40 grader. Hannerne kommer frem af vinterdvale i begyndelsen af april, og hunnerne ca. 14 dage efter. Parringen foregår herefter frem til juni, og hunnen enten føder levende unger, eller de klækkes umiddelbart efter de er lagt. Fødslen foregår fra slutningen af august og helt frem til oktober, af-

hængig af sommeren. Stålmormene går i dvale i oktober.^{433 435} Stålmorm er registreret ca. 150 meter fra kysten umiddelbart nord for Skagen by⁴³⁶.

⁴³² Aarhus Universitet (2019). Den danske rødliste. <https://bios.au.dk/forskningraadgivning/temasider/redlistframe>

⁴³³ Miljøstyrelsen. Artsleksikon. <https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/>

⁴³⁴ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om jagt og vildtforvaltning LBK nr 265 af 21/03/2019. <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2019/265>

⁴³⁵ Ejrnæs, R., et al. 2011: Danmarks biodiversitet 2010 – status, udvikling og trusler. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 152 sider – Faglig rapport fra DMU nr. 815.

⁴³⁶ Miljøstyrelsen. Artsleksikon. <https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/>

Hugorm

Hugormen vandrer hvert år mellem sommer-, vinter- og parringsområder. Om sommeren findes den ofte i stendynger, kvasbunker og lignende, men den kan også godt lide områder med spredte buske og træer eller et bakket terræn, hvor den hurtigt kan skifte mellem steder med sol og skygge. Om vinteren overvintrer hugormen en eller flere sammen i huller, især på bakkесider 60-125 cm nede i jorden. Hannerne kommer ud af hi i slutningen af marts, hunnerne en måneds tid senere, hvorefter parringen finder sted. Parringsområdet, der er tæt på vinterkvarteret, er et tørt sydvendt område, med lav plantevækst. Hugormen føder ca. 7-10 levende unger, oftest i begyndelsen eller midten af august. Hugormen kan både svømme og klatre i træer, og føden varierer en del, men den lever primært af mus, firben, stålorme og frøer.



Hugormen er almindelig i Danmark, men regnes for at være i tilbagegang. Tilbagegangen skyldes opdyrking af heder, afvanding af skovmoser, tilplantning af skovlysninger og menneskets udryddelse især nær sommerhusbebyggelser. Hugorm er registreret ca. 220 meter fra kysten lidt nord for Grenen Kunstmuseum, 150 meter fra kysten ved rundkørslen ved Grenen Kunstmuseum, ca. 20 meter fra kysten lidt syd for Skagen Grå Fyr, 20-300 meter fra kysten ved Grenen Camping, langs Gamle Fyrvej ca. 250 meter fra kysten, ca. 150 meter fra kysten vest for Damstedvej.

Skovfirben



Skovfirben er udbredt i hele landet. Skovfirben findes i næsten al slags natur, dog mest i krat, skovbryn, hegn og gærder, og mere sjældent på dyrkede marker. Arten findes, hvor der er variation i vegetationen samt blottet jord eller sten, da den har brug for områder hvor den skiftevis kan varme sig op og køle af. Hannerne kommer frem i starten af april, og hunnerne i slutningen af april. Skovfirben føder 5-7 unger i slutningen af juli til starten af august. Skovfirben går i hi i september eller oktober.

Skovfirben er meget almindelig i hele Danmark men regnes for at være gået tilbage pga. menneskets ændring af landskabet (afvanding af skovmoser, tilgroning og intensivt græssende kreaturer. Skovfirben er registreret ca. 100 meter fra kysten ved Grenen Camping, ca. 150 meter fra kysten umiddelbart nord for Skagen by samt ca. 150 meter fra kysten vest for Damstedvej.

Kødfarvet gøgeurt

Kødfarvet gøgeurt findes spredt i hele landet, primært i den nordlige del af Jylland og på Sjælland. Kødfarvet gøgeurt vokser på fugtig-våd, kalkrig, kystnær, vældpræget bund i kær, klitlavninger, på enge og grønklitenge.⁴³⁷ Arten er relativt sjælden i Danmark og i projektområdet findes den kun få steder. De primære trusler mod arten er dræning og opdyrking, men den er også sårbar overfor opgravning og færdsel. Kødfarvet gøgeurt er registreret ca. 300 meter fra kysten ved Grenen Kunstmuseum.



Hollandsk hullæbe

Hollandsk hullæbe (*Epipactis helleborine* var. *neerlandica*) er en underart af skov-hullæbe og er sjælden i Danmark, hvor den kun findes langs kysten i Nordvestjylland, ved Thyborøn og på Rømø. Hollandsk hullæbe

⁴³⁷ B. Mossberg & L. Stenberg. Den store nordiske flora. Gads Forlag 1999.

vokser i klitter og klitplantager. I projektområdet findes hollandsk hullæbe kun ét sted. Arten er sårbar overfor gravearbejde og øget færdsel med maskiner samt nedtrampning, dræning og tilgroning.⁴³⁸ Hollandsk hullæbe er registreret ca. 220 meter fra kysten ved Grenen kunstmuseum.

Skagen-hullæbe

Skagen-hullæbe (*Epipactis helleborine* var. *renzii*) er en underart af skov-hullæbe som er endemisk for Danmark og kun registreret på Skagen-Odde samt syd for Hirtshals⁴³⁹. Den vokser i hvid klit og grøn klit. Skagen-hullæbe er registreret ca. 250 meter fra kysten ved Grenen kunstmuseum.

Bakke-gøgelilje

Bakke-gøgelilje vokser hist og her i Nordjylland, men er sjælden i resten af Danmark. Bakke-gøgelilje stiller ikke så strenge krav til sit voksested som mange andre orkidéer og findes på fugtige heder, overdrev, skrænter, i klitlavninger og i lyse, gamle løvskove⁴³⁸. Arten er sårbar overfor gravearbejde og øget færdsel med maskiner samt nedtrampning, dræning, tilgroning og manglende dynamik. Bakke-gøgelilje er registreret ca. 50-220 meter fra kysten på begge sider af Fyrvej mellem Skagen Grå Fyr og Grenen Camping.

Fugle

Skagens Gren og de tilgrænsende områder er Nordeuropas vigtigste forårstræklokalitet for rovfugle og spurvefugle, og der er registreret talrige sjældne arter i området. Endvidere ses mange arter og individer af havfugle, herunder lommer, stormfugle, skråper, suler mv., især ved stærke vestlige vinde. De nævnte fugle er dog ikke knyttet til selve stranden. Skrivebordskortlægningen omfatter fuglearter, der er registreret at opholde sig på stranden eller omkring kystlinjen. Ifølge DOF-basen (Skagens Gren, Skagen Sønderstrand, Fyrvej, Damsted) raster et mindre antal vade-fugle i strandkanten i træktiden, eksempelvis sandløber, alm. ryle, islandsk ryle og stor præstekrave. På høfderne og havnemoler i Skagen Havn raster om vinteren sortgrå ryle, der er en fåtallig vintergæst i Danmark. På selve stranden raster om vinteren snespurv og bjerglærke⁴⁴⁰. Ynglefugle omfatter stor præstekrave.

16.2.6

Fredede områder

Arealfredninger har til formål at beskytte landskaber, naturen, dyr og planter og deres levesteder samt kulturhistorie, naturhistorie og undervisningsmæssige værdier. Derudover kan fredninger have til formål at sikre rekreative værdier. Fredningerne er omfattet af fredningskendelser, der indeholder bestemmelser om, hvad der er tilladt inden for det fredede område. Det kan f.eks. være bestemmelser om byggeri, forbedring og pleje af naturen og bestemmelser om offentlighedens adgang.

Ifølge naturbeskyttelsesloven § 37, stk. 2, må der ikke foretages noget inden for fredningen, der strider mod fredningskendelsernes bestemmelser, og der skal søges dispensation, hvis der skal foretages aktiviteter, som er i strid med bestemmelserne. Der skal dog ifølge naturbeskyttelseslovens § 50a, stk. 1, ikke søges om dispensation til kystbeskyttelse inden for en fredning, hvis det i afgørelsen om tilladelse til kystbeskyttelse fremgår, at den træder i stedet for fredningsnævnets afgørelse om fredning⁴⁴¹.

Den nordlige del af projektområdet ved Skagen er fredet (Figur 16-4). Det 670 ha store område ved Skagen Gren blev fredet i 2007, heraf blev delområder fredet i hhv. 1940 og 1973. Skagen Gren er fredet for at sikre Grenens store landskabelige, geologiske, biologiske, kulturhistoriske og

⁴³⁸ B. Mossberg & L. Stenberg. Den store nordiske flora. Gads Forlag 1999.

⁴³⁹ Per Hartvig 2015. Atlas flora Danica

⁴⁴⁰ DOFbasen, 2018. Dansk Ornitologisk Forening (DOF) database over observationer af fugle. <https://dofbasen.dk/>

⁴⁴¹ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse, LBK nr 240 af 13/03/2019, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/240>

rekreative interesser. Fredningsbestemmelserne sigter på at bevare området i dets naturlige tilstand og forbyder bl.a. terrænregulering, råstofindvinding, nyanlæg og beplantning. Dog må der udføres sandflugts dæmpende tiltag og anden kystbeskyttelse, som vurderes nødvendig af Kystdirektoratet, men så vidt muligt ikke træplantning⁴⁴².

Den sydlige del af projektområdet ved Skagen (Arealer ved Klitgården, Fredensklit og Damsted Klit) er fredet. Et 62 ha stort område blev fredet i 1933-35, og i 2001 blev det nuværende område på 98 ha fredet. Området blev fredet i 2001 for at sikre at de rekreative, naturhistoriske og landskabelige værdier bevares, at områdets naturværdier forbedres ved gennemførelse af naturpleje, og at adgangen til dele af området forbedres igennem et primitivt stisystem. Fredningsbestemmelserne sigter på at bevare området i dets naturlige tilstand og forbyder bl.a. terrænregulering, nyanlæg og beplantning. Fredningen er ikke til hinder for, at sandflugtsmyndigheden udfører eller påbyder udført foranstaltninger med henblik på bekæmpelse af sandflugt⁴⁴³.

16.2.7 Biodiversitet

Biodiversitet er betegnelsen for mangfoldigheden af alt levende, hvilket vil sige antallet af arter, den genetiske diversitet inden for arter, diversiteten af levesteder og økosystemer samt den funktionelle diversitet (herunder processer) i økosystemet. I en evaluering af status for biodiversiteten i Danmark fra DCE i 2010 er der opstillet en metode til at måle biodiversiteten bl.a. i kystområder som et af de ni overordnede økosystemer i Danmark⁴⁴⁴. Metoden omfatter grupper/elementer af arter, levesteder og processer. Desuden er der udarbejdet et biodiversitetskort for Danmark baseret på artsdata samt proxy'er eller strukturelle indikatorer for biodiversitet⁴⁴⁵.

Konklusionen for status for biodiversitet langs de danske kyster er at den for 64 % af de evaluerede elementer er i tilbagegang, for 18 % af elementerne er der fremgang og for de resterende 18 % er udviklingen ukendt. Ud af ni evaluerede artsgrupper er syv i tilbagegang. Værst ser det ud for ynglefugle, løbebiller, padder og rensdyrlaver. Fælles for mange af arterne i tilbagegang er, at de kræver naturlig dynamik ved kysten, både hvad angår havets og vindens slid på kysten og vandets fri bevægelighed⁴⁴⁴. Evalueringen af de strukturelle elementer viser, at bart sand, våde lavninger og en lav, åben plantevækst er blandt de levesteder, som mangler, for at arterne kan trives. En positiv udvikling ses bl.a. i indholdet af kvælstof i rensdyrlaver i bl.a. klithede som er faldende. De store videnshuller angår udviklingen i kysternes dynamik og vandets kredsløb⁴⁴⁴.

Som de største trusler mod biodiversiteten i kystens økosystem nævnes bl.a. afvanding, næringsbelastning og kystbeskyttelse (hård og blød). Hertil kommer direkte habitattab og fragmentering på grund af bebyggelse og anden arealanvendelse samt spredning af invasive arter⁴⁴⁴.

På Danmarks biodiversitetskort er kyststrækningen nord og syd for Skagen by udpeget med en score på 5-15, hvilket svarer til en moderat biodiversitet eller moderat potentiale for biodiversitet.

Kyststrækningen ved Skagen ligger i Frederikshavn Kommune. Kommunen har ikke en formuleret strategi for biodiversitet.

⁴⁴² Fredning Skagen Gren 2005. <https://www2.blst.dk/nfr/07989.00.pdf>

⁴⁴³ Fredning Klitgården 2001. <https://www2.blst.dk/nfr/07883.00.pdf>

⁴⁴⁴ Ejrnæs, R. et al. 2011: Danmarks biodiversitet 2010 – status, udvikling og trusler. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 152 sider – Faglig rapport fra DMU nr. 815.

⁴⁴⁵ Ejrnæs, R. et al. 2014. Biodiversitetskort for Danmark. Udviklet i samarbejde mellem Center for Makroøkologi, Evolution og Klima på Københavns Universitet og Institut for Bioscience ved Aarhus Universitet. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 96 s. – Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 112 <http://dce2.au.dk/pub/SR112.pdf>

På baggrund af metode til evaluering af kystens biodiversitet fra DCE's statusrapport er det valgt i nærværende miljøkonsekvensvurdering at fokusere på påvirkning af de elementer, som kortlægningen gør det muligt at evaluere, og som er mest relevante for den eksponerede kyst:

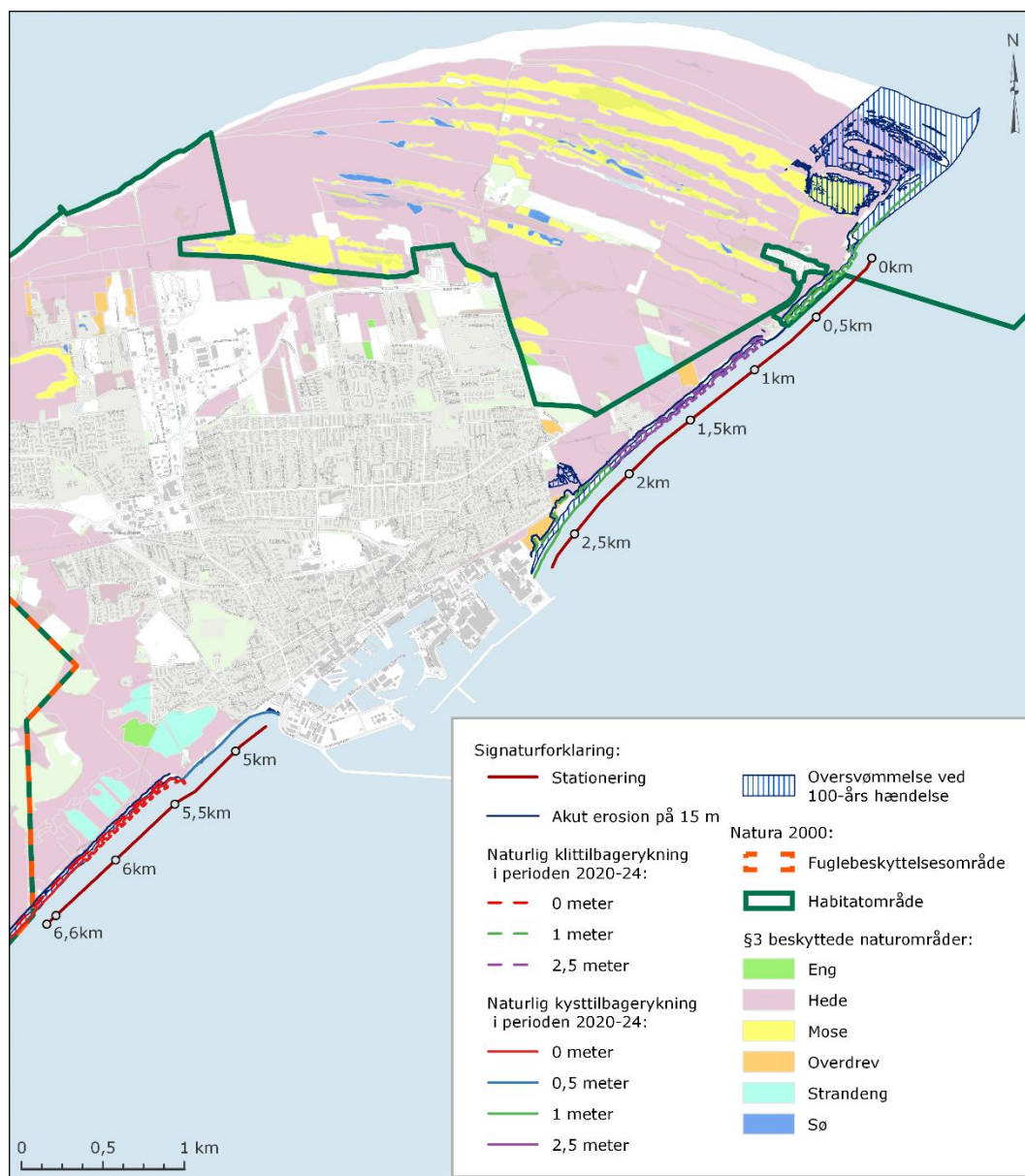
- Ynglefugle
- Strandtudse (udbredelse og antal)
- Rensdyrlaver (dækning og udbredelse)
- Sårbare planter i klitter (antal indikatorarter)
- Dækning af dværgbuske i klithede
- Næringsfattige klitter (kvælstofindhold i laver, Ellenberg's næringsstofal)
- Areal med naturlige oversvømmelser
- Kystdynamik (længde af kyst med naturlig erosion og sandflugt)

16.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres i perioden 2020-24. Det betyder, at der vil ske en naturlig udvikling, som indebærer erosion og tilbagerykning af kysten, større klitdynamik og potentielle oversvømmelser. Uden gennemførelse af kystbeskyttelse vil kysttilbagerykningen være på 0-0,5 m/år. Derudover kan der forekomme en akut tilbagerykning af kystlinjen under storm.

Modellering af kysttilbagerykning og akuterrosion på 15 meter viser, at ved kraftig storm svarende til en 100 års stormhændelse er der ikke identificeret risiko for væsentlige oversvømmelse af baglandet langs projektstrækningen. Kun et lille område med hede nord for Skagen by vil ifølge modellen blive oversvømmet (Figur 16-6). Derudover vil et område med beskyttet natur nord for strækningen blive oversvømmet ved gennembrud. Det oversvømmede område er ikke omfattet af den planlagte kystbeskyttelse.

Det vurderes, at 0-alternativet vil medføre en mindre tilbagerykning af kystlinjen som vil have en begrænset betydning for kystnaturen. Erosion og oversvømmelse som følge af stormflodshændelser vurderes ligeledes at have begrænset virkning på kystnaturen, idet både erosion og oversvømmelse er naturlige fænomener, som naturen er tilpasset til. Da landskabet imidlertid er udnyttet til andre formål end natur i en del af baglandet, og kystnaturen dermed ikke har mulighed for at sprede sig ind i landet, vil en reduktion af kysten og dens klitter betyde en reduktion af naturareal og også udbredelse af § 3 natur.



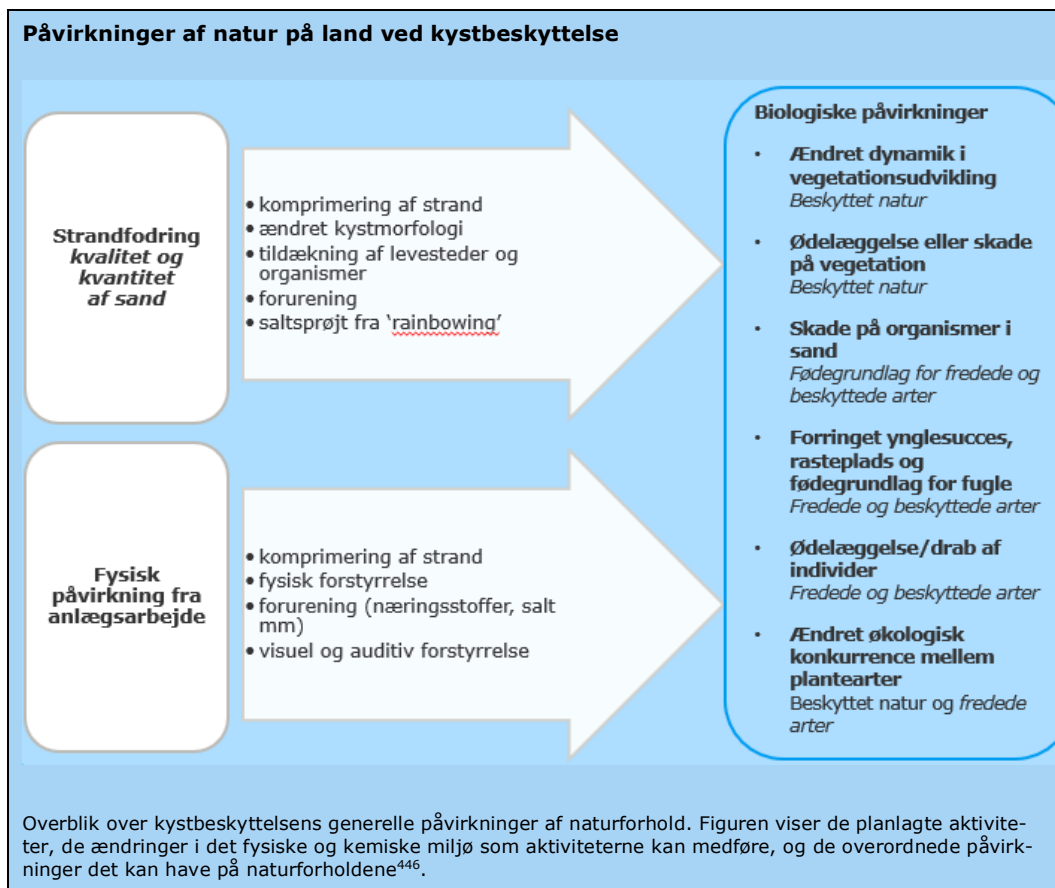
Figur 16-6. Formodet kysttilbagerykning på delstrækning Sønderstrand ved Skagen som følge af den gennemsnitlige årlige tilbagerykning samt den akutte erosion under en 100 års stormhændelse ved 0-alternativet.

16.4 Vurdering af påvirkninger

Den planlagte kystbeskyttelse kan potentielt påvirke naturen langs strækningen, herunder:

- Natura 2000-områder
- Beskyttet § 3-natur
- Bilag IV-arter
- Fredede arter
- Fredede områder
- Biodiversitet

I de følgende afsnit vurderes de forventede påvirkninger af naturforholdene som følge af den planlagte kystbeskyttelse. I boksen nedenfor er det beskrevet, hvordan de forskellige aktiviteter, der indgår i den planlagte kystbeskyttelse, kan påvirke naturen på land.



16.4.1 Beskyttet natur

De beskyttede § 3-naturtyper langs kysten udgøres primært af klitter, der er registreret som hede, overdrev eller strandeng. Naturtyperne kan blive påvirket af sandfodring indirekte og direkte ved fysisk forstyrrelse fra færdsel med maskiner. Desuden kan naturtyperne potentielt blive påvirket af kvælstofdeposition fra skibe og maskiner og næringsstofbelastning fra tilført sand.

Strandfodring

Generelt betyder en stabilisering af kysten ved strandfodring, at erosion af strand og klitter mindskes, og at klitbrud og sandvandring forekommer i mindre omfang end under naturlige forhold. Resultatet er, at den naturlige strand- og klitdynamik langs kysten påvirkes negativt. Omvendt medfører tilførslen af sand, at klitterne bevares, og at en fortsat sandvandring fra hav til strand og klitter kan finde sted og sikre en vis klitdynamik.

En delvis begrænsning af klitternes naturlige dynamik og erosion på østsiden af Grenen vil betyde, at de naturlige successionsmønstre vil blive forstyrret, og at der vil ske en forskydning af vegetationen imod mere modne vegetationstyper, som klithede og grårisklit.

Som nævnt i afsnit 16.3 om 0-alternativet vil klitterne på strækningen på sigt risikere at forsvinde i havet, da naturen ikke kan rykke ubegrænset ind i landet. Den planlagte kystbeskyttelse på strækningen bidrager derfor til at bevare klitterne, selvom dynamikken kan blive begrænset. *Samlet vurdering:* Strandfodringen vurderes med meget stor sandsynlighed at ville påvirke klitnaturen, da strandfodring vil forekomme på strækningen. Påvirkningens udbredelse er lokal langs

⁴⁴⁶ Speybroeck, J., et al. (2006). Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review. Aquatic conservation: Marine and aquatic freshwater ecosystems vol. 16: pp 419-435.

strækningen ved Skagen. Påvirkningsgraden vurderes at være moderat, da klitternes struktur og funktion ændres de steder, hvor der sker strandfodring, og varigheden vil være lang, da strandfodring er en tilbagevendende aktivitet på strækningen i op til fire ud af fem år. Til gengæld sikrer strandfodringen, at klitterne bevares på længere sigt. Konsekvensen ved de beskyttede naturområder som følge af strandfodring vurderes derfor samlet set at være moderat, hvorfor der ikke vil være væsentlige indvirkninger på beskyttet natur ved strandfodring.

Fysisk forstyrrelse

Ved færdsel med maskiner anvendes etablerede stier og adgangsveje til kysten, ligesom sårbare habitatnaturtyper skal friholdes fra færdsel. Færdsel sker i perioder på ca. 14 døgn pr. kilometer og i op til otte uger for strækningen. Færdsel på stranden med maskiner i forbindelse med sandfodring vil medføre fysisk påvirkning af vegetationen. Særligt den mere modne klitvegetation er sårbar overfor fysisk forstyrrelse, da brud i vegetationen medfører langvarig blotlægning af sandflader, der kan give anledning til større vindbrud. Tillige vil brud i vegetationen øge risikoen for spredning af invasive arter som f.eks. rynket rose.

Set fra et naturmæssigt synspunkt er forstyrrelser af især de yngre klitter ikke nødvendigvis en negativ faktor, da forstyrrelser kan bidrage til at skabe dynamik i klitterne. Klitterne på Grenens østside er dog i et ældre successionsstadium, og derfor mere sårbare overfor brud i vegetationen, idet f.eks. laver og dværgbuske regenereres langsommere end hjælme.

Samlet vurdering: Det vurderes, at der er en lille sandsynlighed for en påvirkning fra maskiner på de beskyttede naturtyper, da der ikke finder færdsel sted uden for eksisterende veje og spor. Påvirkningsgraden vurderes som lille, da kun små områder risikerer at blive berørt af skader lokalt. Forstyrrelserne vurderes at være midlertidige, da de kun forekommer i forbindelse med arbejde på strækningen svarende til 14 døgn pr. kilometer, og indtil naturen er kommet sig efter brud. Det vurderes derfor, at konsekvensen af den fysiske forstyrrelse er begrænset, og at indvirkningen dermed ikke er væsentlig.

Næringsstofforurening

Det tilførte sand til stranden kan potentielt indeholde ler og silt, som kan påvirke naturtyperne med næringsstoffer, når sand og fine partikler blæses med vinden ind i landet. En øget tilgængelighed af næringsstoffer kan forrykke balancen mellem forskellige vegetations- og naturtyper, så mere næringsrige typer favoriseres.

Sand til sandfodring hentes i det marine sandindvindingsområde 558-DA Skagens Rev, hvor indvindingen er tidligere miljøvurderet⁴⁴⁷ eller i forbindelse med oprensning af Skagen Havn. Det er i indvindingstilladelsen vurderet, at sedimentet i ansøgningsområdet er rent med et lavt indhold af organisk stof. Samtidig skal Miljøstyrelsen godkende oprensningsmaterialet fra havnen, før det kan anvendes til sandfodring. Det vurderes derfor, at koncentrationerne af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer svarer til det naturlige baggrunds niveau i det anvendte fodringssand.

Generelt vil kystklitters indhold af næringsstoffer i sandet stamme fra opskyl af organisk materiale eller fra atmosfærisk deposition, som beskrevet i nedenstående afsnit. Næringsindholdet i klitterne reduceres hurtigt på grund af en kraftig, naturlig udvaskning i de sandede jorde⁴⁴⁸. Tilførsel af marint indvundet sand med et lavt indhold af organisk materiale vurderes dermed ikke at føre til næringsstofforurening af beskyttede naturtyper som hede, overdrev og strandeng langs kysten ved Skagen.

⁴⁴⁷ 558-DA Skagen Rev Tilladelse til indvinding af råstoffer. MST 5.7.2018

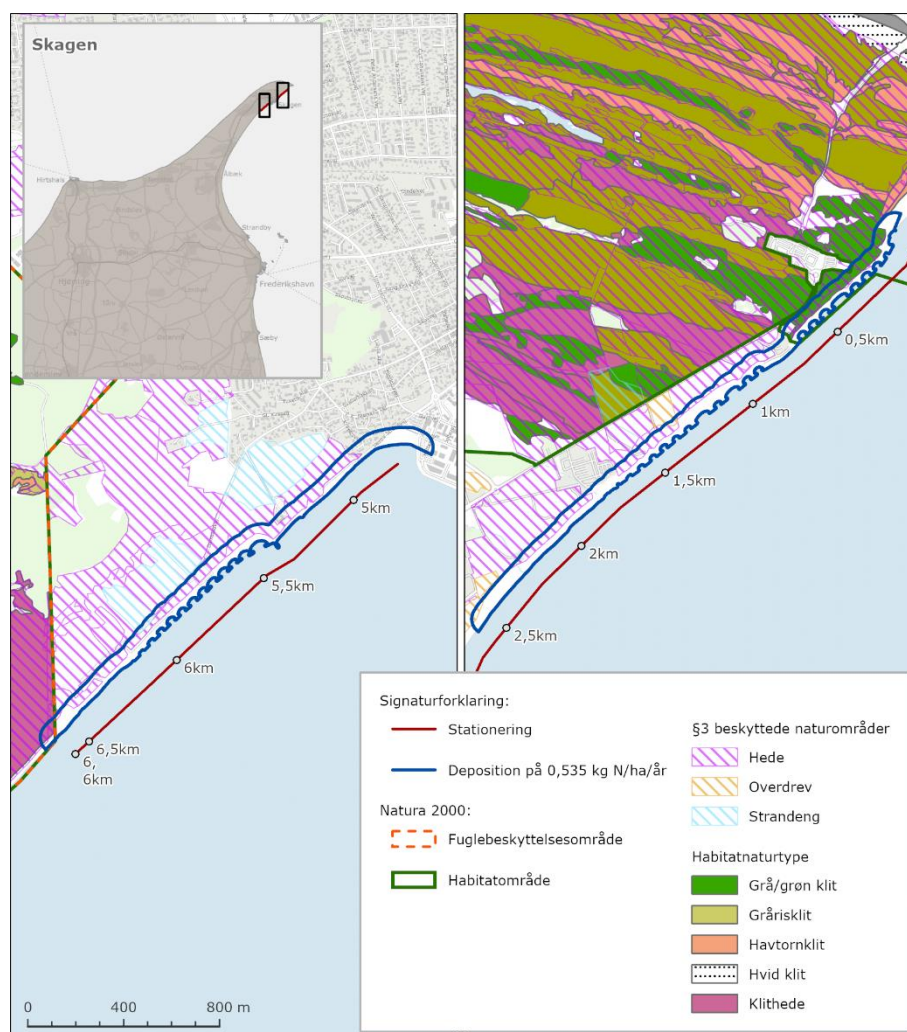
⁴⁴⁸ NOVANA overvågning for Kystklitter – <https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter/>

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at der tilføjes næringsstoffer med det tilførte sand, er moderat, da det tilførte sand vil have et lavt indhold af organisk materiale og dermed et lavt indhold af næringsstoffer. Påvirkningen vil være lokal, da der strandfodres på en kort strækning ved Skagen. Varigheden af påvirkningen er lang, da strandfodringerne kan gentages op til fire ud af fem år, og næringsstofferne vil indgå i det terrestriske miljø. Graden af påvirkning af beskyttede naturtyper langs strækningen vurderes som meget lille på grund af det lave indhold af organisk materiale i det anvendte sand. Samlet set vurderes konsekvensen derfor at være ubetydelig, hvormed indvirkningen fra tilførsel af næringsstoffer ikke er væsentlig for naturtilstanden af de beskyttede naturtyper langs strækningen ved Skagen.

Deposition af kvælstof

Brug af skibe og maskiner ved sandfodring og andre aktiviteter medfører emission af udstødningssgasser i form af bl.a. kvælstofoxider (NO_x), der kan medføre deposition af kvælstof, da gasserne spredes med vinden og afsættes på overflader i omgivelserne. Udfældning af NO_x -gasser kan derfor bidrage til kvælstofforurening eller næringsberigelse af beskyttede naturtyper.

I kapitel 10 *Luft* beregnes kvælstofdepositionen i kg N/ha/år som funktion af afstanden fra kystbeskyttelsen. Den maksimale akkumulerede N-deposition er beregnet til at være $0,53 \text{ kg N/ha/år}$ i en afstand på 70 meter fra arbejdet med strandfodring (se Figur 16-7). Herefter aftager depositionen, og i en afstand på mere end 750 meter er den under $0,1 \text{ kg N/ha/år}$.



Figur 16-7. Visual fremstilling af NO_2 -immissionskoncentrationen for scenarie 1 og 2 ved Skagen.

Baggrundsdepositionen for kvælstof for Frederikshavn Kommune er på 12 kg N/ha/år⁴⁴⁹. I Tabel 16-6 er tålegrænsen for kvælstofforurening for de naturtyper, der findes på strækningen vist sammen med den beregnede belastning fra den planlagte kystbeskyttelse inklusive baggrunds N-deposition⁴⁵⁰.

Naturtype	Tålegrænseinterval (kg N/ha/år)	Merbelastning (kg N/ha/år)	Samlet belastning (kg N/ha/år)
Strandeng	30-40	0,53	12,5
Hede (Hvid klit)	10-20	0,53	12,5
Hede (klithede)	10-20	0,53	12,5
Hede (Grårisklit)	10-20	0,53	12,5
Hede (Grå/grøn klit)	8-15	0,53	12,5
Overdrev på sandet bund	10-15	0,53	12,5

Tabel 16-6. Tålegrænseinterval for naturtyperne samt den beregnede belastning med kvælstof (kg N/ha/år). Merbelastningen på 0,53 kg N/ha er for en kampagne i et år, der vurderes som worst-case.

Som det fremgår af tabellen, overskrider den samlede N-belastning ikke den øvre tålegrænse for nogen af naturtyperne. Den samlede belastning ligger for strandeng et godt stykke under tålegrænsen, og for hederne ligger den i den nedre del af tålegrænseintervallet. For overdrev ligger den samlede belastning midt i tålegrænseintervallet. Det betyder, at hederne og overdrevene langs kysten i nogen grad allerede med baggrundsbelastningen er påvirket af næringsstoffer, og at merbelastningen med kvælstof vil medføre en meget lille forøgelse af påvirkningen.

Tilførslen af 0,53 kg N/ha/år fra sandfodringsaktiviteter vil forøge baggrundsbelastningen fra den atmosfæriske deposition med ca. 4 %. Da det forventede merbidrag vurderes til sammenlagt at være < 1 kg N ha/år, og Danmarks Miljøundersøgelser har vurderet, at det ikke er muligt at påvise biologiske ændringer ved påvirkninger på under 1 kg N ha/år⁴⁵¹, vurderes det, at påvirkningen af merbelastningen med kvælstof på de § 3 beskyttede naturtyper ikke vil være væsentlig.

Samlet vurdering: Det vurderes, at der er en meget stor sandsynlighed for, at der vil ske en merdeposition af kvælstof på de beskyttede naturtyper. Påvirkningens udbredelse vurderes at være lokal, på trods af, at vinden øger depositionens udbredelse. Påvirkningen vurderes at være lang, da den øgede deposition sker løbende i forbindelse med sandfodringer som gentages jævnligt. Påvirkningsgraden vurderes dog samlet set at være lille, da Danmarks Miljøundersøgelser har vurderet at det ikke er muligt at påvise biologiske ændringer ved påvirkninger på under 1 kg N ha/år. Det vurderes dermed, at konsekvensen for naturtypernes tilstand er begrænset, hvormed indvirkningen ikke er væsentlig.

Saltsprøjt

Saltsprøjt fra rainboring kan potentielt påvirke saltfølsomme plantearter, der risikerer at gå tilbage, hvormed saltsprøjt kan forrykke den naturlige balance i naturtyperne.

⁴⁴⁹ Aarhus Universitet, Institut for miljøvidenskab, Deposition af kvælstof, <https://envs.au.dk/faglige-omraader/luftforurening-udledninger-og-effekter/overvaagningsprogrammet/luftforureningsmodeller/deposition/>

⁴⁵⁰ Bak, Jesper L. 2018. Opdatering af empirisk baserede tålegrænser. Notat fra DCE. Nationalt Center for Miljø og Energi

⁴⁵¹ Miljø- og Fødevareministeriet Påvirkning af natur – Vurdering. https://oldwiki.mst.dk/Husdyrvejledning.Individuelt%20krav%20for%20natur%20omr%C3%A5der%20-%20Vurdering.ashx#Husdyrvejledning.Individuelt+krav+for+natur-omr_c3_a5der++Vurdering_Krav_til_totaldepositionen_på_kategori_B-natur_og_kategori_C-natur_5

Ved rainbowing sprøjtes sand i en stor bue på op til 100 meter fra skibet og ind mod kysten. Metoden medfører påvirkning i form af saltsprøjt over store afstande, der potentielt kan påvirke vegetationen i klitterne negativt, ved f.eks. svidning af løv. Rainbowing sker dog kun midlertidigt på den enkelte lokalitet (i op til 12 døgn for den samlede strækning), og normalt i relativt godt vejr uden kraftig østenvind, der kan bære saltsprøjt mod land, hvormed der er en lille sandsynlighed for påvirkning.

Det vurderes desuden, at påvirkningsgraden for naturtyperne som følge af saltsprøjt er meget lille, da den naturlige saltbelastning i forvejen er meget høj i klitterne langs kysten, hvor vegetationen også generelt er tilpasset saltpåvirkning fra havvand og luft. Konsekvensen vurderes derfor at være ubetydelig, hvormed indvirkningen ikke er væsentlig.

16.4.2 Natura 2000-områder

Naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne N1 'Skagens Gren og Skagerrak' samt N2 'Råbjerg Mile og Hulsig Hede' kan blive påvirket direkte af den planlagte kystbeskyttelse ved indbygning af sand, fysisk og visuel forstyrrelse fra færdsel med maskiner. Samtidig kan ændret kystmorfologi og dynamik på kyststrækningen som følge af sandfodring generelt medføre en påvirkning.

Væsentlighedsvurdering

For Natura 2000-områder og deres udpegningsgrundlag gælder en særlig procedure i forhold til, at vurdere et projekts påvirkning. Vurderingen skal ifølge habitatdirektivet ske i form af en væsentlighedsvurdering, som har til formål at vurdere om en væsentlig påvirkning af områdets udpegningsgrundlag kan afvises. Hvis det ikke er tilfældet, skal der gennemføres en uddybende konsekvensvurdering, der har til formål at vurdere om projektet vil medføre en skadevirkning på områdets udpegningsgrundlag eller områdets integritet.

Der er derfor i forbindelse med miljøvurderingen gennemført en væsentlighedsvurdering for Natura 2000-område N1 'Skagens Gren og Skagerrak' samt N2 'Råbjerg Mile og Hulsig Hede', som potentielt kan blive påvirket af den planlagte kystbeskyttelse. I det følgende beskrives de overordnede konklusioner fra væsentlighedsvurderingerne, der findes i bilag 9.

Gunstig bevaringsstatus

Påvirkninger af udpegningsgrundlaget i Natura 2000-områder skal vurderes ud fra målet om gunstig bevaringsstatus, som gælder for såvel udpegede naturtyper som fugle og andre dyrearter. En beskrivelse af kriterier for gunstig bevaringsstatus fremgår af boksen nedenfor.

Gunstig bevaringsstatus i Natura 2000

Habitatdirektivet giver følgende generelle definitioner af bevaringsstatus. En naturtypes bevaringsstatus anses for gunstig, når:

- Det naturlige udbredelsesområde og de arealer, det dækker inden for området, er stabile eller i udbredelse,
- Den særlige struktur og de særlige funktioner, der er nødvendige for dens opretholdelse på langt sigt, er tilstede og sandsynligvis stadig vil være det i en overskuelig fremtid, og
- Bevaringsstatus for de arter, der er karakteristiske for den pågældende naturtype, er gunstig efter litra i), jf. nedenfor.

II. En arts bevaringsstatus anses for gunstig (litra i), når:

- Data vedrørende bestandsudviklingen af den pågældende art viser, at arten vil opretholde sig selv som en levedygtig bestanddel af dens naturlige levesteder,

- Artens naturlige udbredelsesområde hverken er i tilbagegang, eller der er sandsynlighed for, at det inden for en overskuelig fremtid vil blive mindsket, og
- Der er og sandsynligvis fortsat vil være et tilstrækkeligt stort levested til på langt sigt at bevare dens bestande.

I den nationale beskrivelse af kriterier for gunstig bevaringsstatus for klitnaturtyper fremhæves naturtypernes naturlige mosaikforekomst, dynamiske natur og komplekse successionsmønstre. På den baggrund bør klitter betragtes i deres helhed, og målsætninger for sikring af bevaringsstatus for klitnaturtyperne sigter mod at videreføre en naturlig dynamik og succession, hvor eventuelt tab af areal for en naturtype kompenseres af tilgang af yngre successionsstadier.

En tolkning af gunstig bevaringsstatus i relation til kystbeskyttelse vil være, at fri og naturlig dynamik og succession i klitområder er at foretrække, at det samlede klitareal skal sikres, og at kystbeskyttelse derfor bør begrænses for at opnå og sikre gunstig bevaringsstatus. Det er kun muligt at opnå alle målene, hvor der er plads til naturtypernes frie dynamik. Hvor der ikke er plads til, at naturtyperne kan udfolde sig frit på grund af begrænsninger inde i landet, kan kystbeskyttelsen på længere sigt være gavnlige for naturtyperne og Natura 2000-områderne, da arealet med naturtyper sikres, selv om kvaliteten i form af naturlig dynamik forringes, og balancen mellem naturtyperne forskydes.

For fugle og andre dyrearter på Natura 2000-områdernes udpegningsgrundlag indebærer målet om gunstig bevaringsstatus, at der er udpeget en række biologiske indikatorer for relevante egenskaber og levestedskvaliteter, som skal opfylde særlige kriterier for at en art opnår gunstig bevaringsstatus. Kriterierne omfatter typisk målbare parametre for populationsstørrelse, levestedsareal, udbredelse og fremtidsudsigter for arterne⁴⁵².

Sammenfatning af væsentlighedsvurdering

Natura 2000-område N1

For de terrestriske naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N1 vurderes det, at der ikke vil være en væsentlig påvirkning fra den planlagte kystbeskyttelse på naturtypernes tilstand eller bevaringsmålsætninger.

Der er ikke udpeget forklit eller hvid klit langs Grenens østside, og habitatnaturtyperne grå/grøn klit, klithede, grårisklit, havtornklit og klitlavning har alle en mere stabil naturlig dynamik og påvirkes derfor ikke væsentligt af en reduktion af kystdynamikken som følge af sandfodring.

Natura 2000-område N2

Natura 2000-område N2 ligger stik syd for projektstrækningen med habitatnaturtypen klithede og grå/grøn klit som nærmeste naturtyper. Naturtypen hvid klit ligger ca. 750 m. syd for projektstrækningen. Som for Natura 2000-område N1 vurderes klithede, grårisklit og havtornklit ikke at blive væsentligt påvirket af en reduktion af kystdynamikken som følge af sandfodring, da naturtyperne har en mere stabil naturlig dynamik.

Samlet vurdering: Det vurderes i væsentlighedsvurderingerne, at der for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne N1 og N2 ikke vil ske en væsentlig påvirkning, ligesom områdernes integritet heller ikke vil blive skadet.

⁴⁵² Elmeros, M., Søgaard, B., Wind, P. & Ejrnæs, R. 2012. Kriterier for gunstig bevaringsstatus for udvalgte arter omfattet af EF-habitatdirektivet. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 114 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 21 <http://www.dmu.dk/Pub/SR21.pdf>

16.4.3 Bilag IV-arter

Færdsel med maskiner kan potentielt skade individer af arter på habitatdirektivets bilag IV eller deres yngle- og rastesteder. Det gælder især markfirben, som lever i klitterne, hvor de raster, fouragerer og graver sig ned i sandet.

Som for Natura 2000-områderne gælder der særlige regler for vurdering af påvirkninger af habitatdirektivets bilag IV-arter. Der er fokus på, at arterne ikke forsætligt må forstyrres eller slås ihjel, og at arternes yngle- og rasteområder skal beskyttes. Ved vurderingen af påvirkninger er det ikke individet, men bestandens økologiske funktionalitet, der skal bevares. Desuden må deres yngle- eller rastesteder ikke ødelægges.

Beskyttelse af bilag IV-arter

Med habitatdirektivets artikel 12 forpligtiges medlemslandene til at træffe de nødvendige foranstaltninger til at indføre en streng beskyttelsesordning i det naturlige udbredelsesområde for dyrearter, som står på direktivets bilag IV.

Direktivets ordlyd er som udgangspunkt meget restriktiv og betyder, at "der ikke må gives tilladelser eller vedtages planer mv., der kan beskadige eller ødelægge yngle- eller rasteadsler for visse dyrearter, hvis det medfører at den pågældende bestands bevaringsstatus ikke kan opretholdes". Bilag IV-arter er beskyttet uanset om arterne findes i eller uden for Natura 2000-områder.

Beskyttelsen af bilag IV-arter er implementeret i forskellige dele af dansk lovgivning, særligt naturbeskyttelsesloven og artsfredningsbekendtgørelsen og Natura 2000-bekendtgørelsen. Beskyttelsen indebærer forbud mod:

- alle former for forsætlig indfangning eller drab af enheder af arterne i naturen
- forsætlig forstyrrelse af arterne, i særdeleshed i perioder, hvor dyrene yngler, udviser yngelpleje, overvintrer eller vandrer
- forsætlig ødelæggelse eller indsamling af æg i naturen
- beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder.

Europa-Kommissionen har udarbejdet en vejledning om, hvordan artikel 12-beskyttelsen skal fortolkes og introduceret muligheden for en fleksibel beskyttelse af yngle- og rasteområder, baseret på en bredere økologisk forståelse (vedvarende økologisk funktionalitet).

Klitterne er levested for markfirben, der lever, yngler og raster i klitterne. Færdsel med maskiner foregår dog udelukkende via eksisterende adgangsveje til stranden og spor i klitterne, hvor der i forvejen er en del forstyrrelse, som gør områderne uegnet til ophold for markfirben. Samtidig er færdsel lokalt begrænset til arbejdsperioder på to uger pr. kilometer, som kan gentages op til fire ud af fem år i perioden. Andre aktiviteter forbundet med den planlagte kystbeskyttelse, herunder sandfodring og påvirkning af kystdynamik vurderes ikke at udgøre en påvirkning af markfirben.

Sandsynligheden for at skade markfirben eller ødelægge deres yngle- og rastesteder er meget lille. Påvirkningen vil derfor samtidig være meget lille, da der ikke vil være risiko for at forringe bestandens økologiske funktionalitet. Konsekvensen vurderes ikke at være væsentlig.

Spidssnudet frø kan uden for yngletiden findes i fugtige klitområder med løst sand og lav vegetation, hvor den kan raste og fouragere. Færdslen med maskiner sker dog ad eksisterende veje og spor, og ikke gennem fugtige klitområder og klitlavninger, hvor padderne typisk findes. Samtidig

er færdsel lokalt begrænset til arbejdsperioder på 14 døgn pr. kilometer. Andre aktiviteter forbundet med den planlagte kystbeskyttelse, herunder sandfodring og påvirkning af kystdynamik vurderes ikke at udgøre en påvirkning spidssnudet frø.

Sandsynligheden for at skade spidssnudet frø eller ødelægge deres yngle- og rastesteder er meget lille og kun vil forekomme lokalt. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da bestandens økologiske funktionalitet ikke vil blive påvirket. Konsekvensen vurderes på den baggrund at være ubetydelig, og der er dermed ikke nogen væsentlige indvirkninger på spidssnudet frø ved strandfodringen.

Odder lever i vandløb, men kan færdes langt fra vandløb, som det ses af registrering på hofde ved Åkandevej. Da den planlagte kystbeskyttelse ikke påvirker odderens levested, vandløb, vurderes det, at odder eller dens yngle- og rastesteder ikke vil blive påvirket væsentligt af kystbeskyttelsen.

Samlet vurdering: Det vurderes, at der er meget lille sandsynlighed vil ske en fysisk forstyrrelse af bilag IV-arterne i forbindelse med kystbeskyttelsen. Eventuel forstyrrelse vil kun ske lokalt og midlertidigt de steder, hvor der foretages kystbeskyttelse, mens arbejdet står på svarende til op til otte uger for den samlede strækning ved strandfodring. Desuden vurderes en eventuel påvirkning at være meget lille, da der ikke vil ske en forringelse af bestandenes funktionalitet. Kystbeskyttelsen vurderes samlet set at medføre en ubetydelig konsekvens for bilag IV-arterne markfirben, spidssnudet frø og odder. Den samlede indvirkning vurderes derfor ikke at være væsentlig.

16.4.4 Fredede arter

For de fredede arter er det især krybdyr, planter og fugle, der potentielt er udsat for påvirkning fra den planlagte kystbeskyttelse.

Krybdyr og planter

De fredede krybdyr lever i klitterne, hvor de solbader på bar jord og graver sig ned i sandet. Det gælder arterne hugorm, stålorm og skovfirben, der i sjældne tilfælde kan blive påkørt af maskiner, der færdes i klitterne i forbindelse med arbejdet. Da færdsel med maskiner til stranden vil foregå ad eksisterende adgangsveje, og da færdsel vil være midlertidig, og ske i begrænset omfang, vurderes det, at kystbeskyttelsesaktiviteterne ikke vil medføre en væsentlig negativ påvirkning af arterne.

De fredede arter af orkideer (kødfarvet gøgeurt, skagen-hullæbe, bakke-gøgelilje og hollandsk hullæbe) er alle tilknyttet naturen bag de yderste klitter, og det vurderes derfor, at de ikke vil blive påvirket af sandfodring i sig selv. Fygning med sand til fugtige lavninger bag klitterne kan betyde, at terrænet hæves og bliver mere tørt, hvilket potentielt kan være skadeligt for orkideer. Det vurderes dog, at omfanget heraf er begrænset og ikke vil skade de eksisterende bestande af orkideer.

Færdsel med maskiner til stranden vil foregå ad eksisterende adgangsveje, og det vurderes på den baggrund, at aktiviteten ikke vil medføre en påvirkning af orkideer.

Samlet vurdering: Kystbeskyttelsen vurderes at medføre en meget lille sandsynlighed for, at der kan ske en lokal og midlertidig påvirkning af de fredede arter, da færdslen kan forekomme på fire kilometer af strækningen i op til otte uger. Påvirkningsgraden vil være lille, da det i værste fald kun vil skade enkeltindivider, og ikke vil kunne påvirke bestandene af de fredede arter. Den samlede konsekvens er dermed ubetydelig for de fredede krybdyr og planter, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på arterne.

Fugle

Ved strandfodring vil strand og strandkant blive påvirket af forstyrrelse med maskiner, menneskelig færdsel og indbygning af sand, der kan forringe fugles mulighed for fødesøgning. Omvendt kan det indpumpede sand indeholde smådyr og dermed tilføre en ny, kortvarig fødekilde til strandfugle.

Ynglende fuglearter på den åbne strand udgøres især af stor præstekrave og strandskade. Begge arter er almindelige og vidt udbredte langs de danske kyster. I klitterne yngler ofte sanglærke og engpiber, og mindre hyppigt sortstrubet bynkefugl, som alle er jordrugende fuglearter. Ynglefugle, der kan findes på stranden, hører ind under artsfredningsbekendtgørelsen (BEK nr. 1466 af 06/12/2018), der fastlægger, at vilde fugle ikke forsætligt må dræbes eller indfanges. Desuden fremgår det af Jagt- og Vildtforvaltningslovens §6a, stk. 2, at fugles rede og æg ikke forsætligt må ødelægges, beskadiges eller fjernes.

Færdsel med maskiner på den åbne strand og arbejde i klitterne kan potentielt ødelægge de ynglende fugles rede og unger i yngletiden 1. april – 31. juli. Hvis der opdages rede i forbindelse med strandfodring og andet arbejde, vil arbejdet omkring redestedet derfor blive stoppet, så rederne jf. lovgivningen ikke ødelægges.

Eksempler på fuglearter, der findes langs kysten i træktiden, er sandløber, almindelig ryle, islandsk ryle og stor præstekrave, men også snespurv og bjerglærke, som overvintrer. Ved strandfodring kan muligheden for fødesøgning for ynglende eller trækkende fugle potentielt blive forringet. Omvendt kan det indpumpede sand indeholde smådyr og dermed tilføre en ny kortvarig fødekilde til strandfuglene.

Da påvirkningen er lokal og midlertidig, vurderes det, at de rastende vadefugle og småfugle i en vis udstrækning stadig vil kunne fouragere i området eller alternativt kan opsøge nærtliggende, uforstyrrede områder, uden at det vil påvirke dem væsentligt.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for at påvirke ynglende og trækkende fugle vurderes at være lille. Den planlagte kystbeskyttelse vil kun medføre en midlertidig påvirkning lokalt, mens arbejdet står på svarende til op til otte uger. Graden af påvirkning er lille, da fuglenes rede og unger beskyttes under arbejdet, og fuglene kan søge føde andre steder om nødvendigt. Konsekvensen vurderes dermed at være begrænset langs den samlede strækning ved Skagen, og den planlagte kystbeskyttelse vil dermed ikke have en væsentlig indvirkning på de fredede fuglearter.

16.4.5 Fredede områder

Fredningskendelserne for Skagen Gren og Klitgaarden omfatter bestemmelser, der fastlægger, at Kystdirektoratet må udføre de for sandflugtsbekæmpelse og kystbeskyttelse nødvendige arbejder, hvilket betyder, at den planlagte kystbeskyttelse vurderes at være i overensstemmelse med fredningsbestemmelserne. Der sker ikke nogen strandfodring inden for området omfattet af fredningskendelsen ved Sønderstrand, hvorfor fredningen ikke vurderes at blive påvirket af den planlagte kystbeskyttelse.

16.4.6 Biodiversitet

Kysten med strand og klitter rummer samlet set en unik natur lige fra mikrofauna i sandet til flora og makrofauna, der har tilpasset sig de særlige stressbetonede miljøforhold langs kysten og skaber de karakteristiske habitater og naturtyper. Opretholdelse af biodiversitet kræver derfor helt generelt, at arternes levesteder bevarer, og at kvaliteten heraf sikres.

Da kystnaturen er dynamisk, er de tilknyttede arter tilpasset til en høj grad af forstyrrelse, og de

fleste arter er derfor opportunistiske og har en effektiv spredning og reproduktion. Det gør dem i stand til hurtigt at kunne kolonisere nyopståede levesteder og dermed opretholde en bestand på trods af omformning af habitater. Undersøgelser af sandfodring har vist, at de fleste organisme-grupper, bl.a. mikrofaua i sandet, genetablerer sig på en tildækket habitat/strand inden for 12-18 måneder^{453 454}.

I det følgende vurderes den planlagte kystbeskyttelses påvirkning af biodiversiteten på baggrund af metoden til evaluering af kystens biodiversitet, som er anvendt i DCE's statusrapport for biodiversitet i Danmark. Der fokuseres på en vurdering af påvirkningerne af de elementer, som skrivebords- og feltkortlægningen gør det muligt at behandle, og som er mest relevante for den eksponerede kyst, herunder:

- Ynglefugle
- Sårbare planter i klitter (antal indikatorarter)
- Dækning af dværgbuske i klithede
- Næringsfattige klitter (kvælstofindhold i laver, Ellenberg's næringsstofal)
- Areal med naturlige oversvømmelser
- Kystdynamik (længde af kyst med naturlig erosion og sandflugt)

Ynglefugle

Den forventede påvirkning fra den planlagte kystbeskyttelse af fuglearter er beskrevet i afsnit 16.4.4. For ynglefugle på stranden og i klitterne vurderes det, at påvirkningen vil være begrænset.

Sårbare arter

Færdsel med maskiner i forbindelse med strandfodring vurderes at udgøre den største påvirkning for krybdyr (markfirben), laver og sårbare planter (eksempelvis gøgeurter) i klitterne, idet individer af især planter og laver kan blive ødelagt. Færdsel vil foregå på eksisterende veje og stier, hvorfor risikoen for ødelæggelse af særligt sårbar vegetation vurderes at være meget begrænset.

Dværgbusksamfund

Dværgbuskesamfund med revling er udbredt i den grå klit og klitheden. Revling er forholdsvis følsom overfor færdsel. Da færdslen kun finder sted på eksisterende veje og spor, der i forvejen er forstyrrede, vurderes det, at fysisk forstyrrelse i forbindelse med kystbeskyttelsen vil være uden betydning.

Næringsstofforurening

De udvaskede klitnaturtyper grå klit og klithede er mere sårbare overfor næringsstofforurening end klitterne tættere på havet. I forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse vil der forekomme en forøget emission af kvælstofoxider som nedfældes på vegetationen. Som beskrevet i afsnit 16.4.1 vurderes det, at mængden af kvælstof er begrænset og udledes i en midlertidig periode. Sammenholdt med baggrundsbelastningen og naturtypernes tålegrænse for kvælstof vurderes det, at kystbeskyttelsen ikke vil give anledning til en øget kvælstofdeposition af betydning for kystens biodiversitet.

⁴⁵³ Wilber, D., Clarke, D. & Dolah, G.R.R.v. (2010) Lessons learned from biological monitoring of beach nourishment projects. WEDA. pp. 262-274

⁴⁵⁴ Speybroeck, J. et al. (2006). Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review. Aquatic conservation: Marine and aquatic freshwater ecosystems vol. 16: pp 419-435.



Figur 16-8. Grå klit domineret af rensdyrlav på kyststrækningen ved Skagen

Oversvømmelse

Kystbeskyttelsen har til formål at sikre områderne bag klitterne mod oversvømmelse, og de naturlige lavninger længere fra kysten vil derfor opleve en reduceret naturlig hydrologi. Det medfører en mindre dynamisk natur med færre temporære våde og salte habitater, som oversvømmelserne naturligt ville medføre. Det vurderes på den baggrund, at kystbeskyttelsen vil medføre en langvarig påvirkning af lokal karakter, da kystbeskyttelsen beskytter mod oversvømmelse på dele af den samlede strækning. Et reduceret omfang af oversvømmelser kan have en betydelig påvirkning af kystens og baglandets biodiversitet.

Kystdynamik

Fodringskampagner på op til fire kilometer af kyststrækningen ved Skagen vil kystbeskyttelsen reducere den naturlige kystdynamik. Kystdynamikken er en forudsætning for at der findes levesteder for en række særligt tilpassede arter både i klitterne samt i den bagvedliggende strandeng. Kystbeskyttelsen vil dog bidrage til, at kystnaturen overordnet set bevares, og at kystdynamikken og naturtyperne overordnet set bevares.

Samlet vurdering

Sammenfattende vurderes det for kystens biodiversitet, at den planlagte kystbeskyttelse med meget stor sandsynlighed vil medføre en påvirkning af biodiversiteten, som følge af ændringerne i de naturlige processer i form af bl.a. reduceret oversvømmelsesdynamik og kystdynamik samt øget fysisk forstyrrelse. Til gengæld vil kystbeskyttelsen sikre, at klitnaturen langs kysten bevares som naturtype i dens nuværende udstrækning, hvormed påvirkningsgraden vurderes at være lille. Kystbeskyttelsen vurderes at have en lang påvirkning, da der bl.a. vil være en ændret kystdynamik så længe, der gennemføres kystbeskyttelse på strækningen svarende til op til fire ud af fem år. Strandfodringen vil medføre en lokal ændring af kystlandskabet på op til fire kilometer langs strækningen. På trods af at den planlagte kystbeskyttelse indvirker på kystens biodiversitet ved at nedsætte graden af naturlig oversvømmelse og erosion, vurderes det samlet set at påvirkningen af biodiversiteten langs strækningen ved Skagen vil være begrænset. Kystbeskyttelsen opretholder klitnaturen langs strækningen, og dermed vil der ikke ske en væsentlig indvirkning af biodiversiteten som følge af den planlagte kystbeskyttelse.

16.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlig påvirkning af naturen på land.

16.6 Kumulative effekter

Der er identificeret følgende kumulative effekter på strækningen:

16.6.1 Udvidelse af eksisterende havn i Skagen

I forbindelse med anlæg af etape 3 udvidelsen af Skagen Havn er det vurderet, at landarealer med naturindhold ikke direkte berøres af den planlagte kystbeskyttelse, da der ikke findes nogen arealer med naturindhold på Skagen Havn, og da havneudvidelsen alene finder sted på søterrito-riet ud for den eksisterende havn

16.6.2 Vedligeholdelse af hård kystbeskyttelse

Hård kystbeskyttelse på strækningen omfatter høfder, bølgebrydere og skråningsbeskyttelse. Vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse vil medføre færdsel med maskiner på stranden og ad eksisterende adgangsveje i klitterne i forbindelse med tilkørsel og indbygning af materialer samt etablering af materialedepoter og arbejdsområder. Da arbejdet vil følge samme retningslinjer som gælder for den planlagte kystbeskyttelse, vurderes det ikke at medføre væsentlige kumulative påvirkninger af naturtyper eller arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N1.

16.7 Sammenfattende vurdering

De beskyttede naturtyper langs strækningen vil blive påvirket af de forskellige kystbeskyttelsesaktiviteter. Strandfodringen vil medføre moderate konsekvenser af de beskyttede naturtyper, mens den fysiske forstyrrelse ved brug af maskiner og aktiviteter vurderes at have begrænsede konsekvenser for de beskyttede naturtyper, da der ikke finder færdsel sted uden for eksisterende veje og spor.

Klittyperne langs kysten er allerede i nogen grad påvirket af baggrundsbelastningen af næringsstoffer, og kystbeskyttelsens merbelastning med kvælstof vil kun medføre en lille forøgelse af påvirkningen, og dermed er der begrænsede konsekvensen ved depositionen af kvælstof. Indholdet af næringsstoffer og fint materiale er meget lavt i sandet tilført til stranden og svarer til det naturlige baggrunds niveau i sandet, hvorfor konsekvensen for næringsstofforureningen vurderes at være ubetydeligt.

Saltsprøjt fra rainbowing vurderes at have ubetydelige konsekvenser for den beskyttede natur, da den naturlige saltbelastning i forvejen er meget høj i klitterne langs kysten, hvor vegetationen også generelt er tilpasset saltpåvirkning fra havvand og luft.

I væsentlighedsvurderingerne af Natura 2000-områderne vurderes det for Natura 2000-område N1 'Skagens Gren og Skagerrak' og N2 'Råbjerg Mile og Hulsig Hede', at der ikke vil være en væsentlig påvirkning af udpegningsgrundlaget, ligesom områdernes integritet heller ikke vil blive skadet.

Kystbeskyttelsen vurderes samlet set at medføre en ubetydelig konsekvens for bilag IV-arterne markfirben, spidssnudet frø og odder, da der ikke vil ske en forringelse af bestandenes funktionelitet. Den samlede indvirkning vurderes derfor ikke at være væsentlig.

Konsekvensen for de fredede krybdyr og planter vurderes også at være ubetydelig, da det i værste fald kun vil skade enkeltindivider, og ikke vil kunne påvirke bestandene af de fredede arter.

Under strandfodringsarbejdet vil de fredede fugles reder og unger blive beskyttet. Samtidig kan ynglende og rastende fugle søge føde andre steder om nødvendigt. Konsekvensen vurderes dermed at være begrænset.

Der vil ikke være nogen konsekvenser for de fredede områder på strækningen.

Den planlagte kystbeskyttelse vil medføre begrænsede konsekvenser for biodiversiteten, som følge af ændringerne i de naturlige processer i form af bl.a. reduceret oversvømmelsesdynamik og kystdynamik samt øget fysisk forstyrrelse. Til gengæld vil kystbeskyttelses sikre, at klitnaturen langs kysten bevares som naturtype i dens nuværende udstrækning.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til natur på land er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Beskyttede naturtyper					
Strandfodring	Meget stor	Lokal	Moderat	Lang	Moderat
Fysisk forstyrrelse	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Næringsstofforurening	Stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
Deposition af kvælstof	Meget stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Saltsprøjt	Lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
Natura 2000					Ikke væsentlig*
Bilag IV	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ikke væsentlig*
Fredede arter					
Krybdyr og planter	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
Fugle	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Fredede områder	-	-	-	-	-
Biodiversitet	Meget stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset

Tabel 16-7. Opsummering af miljøpåvirkninger af natur på land forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.
*: for Bilag IV-arter og Natura 2000-områder vurderes ud fra kriterierne væsentlig påvirkning/ikke væsentlig påvirkning.

17. KULTURARV OG HISTORISKE INTERESSER

Kapitlet beskriver påvirkninger af kulturhistoriske interesser i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse af kyststrækningen ved Skagen.

17.1 Metode

De eksisterende kulturhistoriske forhold er kortlagt, beskrevet og vurderet på baggrund af følgende kilder:

- Slots- og Kulturstyrelsens databaser om "Fund og fortidsminder" og "Fredede og bevaringsværdige bygninger"
- Arkivalisk kontrol fra de ansvarlige arkæologiske museer: Vendsyssel Historiske Museum og Nordjyllands Kystmuseum
- Frederikshavn Kommuneplan 2017-29
- Data fra relevante hjemmesider og kilder fra bl.a. Frederikshavn Kommune, Naturstyrelsen, TrapDanmark, Historisk Atlas

De kulturhistoriske interesser er generelt kortlagt inden for et undersøgelsesområde langs kysten, der svarer til kystlinjen og 200 meter ind i landet samt 500 meter ud i vandet. I særlige tilfælde medtages markante kulturminder i længere afstand fra kysten, hvis det vurderes, at de påvirkes af aktiviteter i forbindelse med kystbeskyttelsen.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelse påvirkninger af kulturhistoriske interesser på strækningen er tilstrækkeligt, da der findes relevante data af god kvalitet. Den præcise placering af registrerede fortidsminder på både land og havbunden er ikke kendt, da fundene kan være registreret af borgere, der ikke har anvendt GPS til registreringen, hvorfor det ikke er muligt at foretage en konkret vurdering af påvirkningen for det enkelte fortidsminde.

17.2 Eksisterende forhold

I det følgende beskrives strækningens kulturhistoriske interesser, herunder:

- Kulturhistorisk udvikling
- Fund og fortidsminder
- Fredede bygninger og bygningsværker
- Frederikshavn Kommunes kulturhistoriske udpegninger

17.2.1 Kulturhistorisk udvikling

Skagen Gren blev formet 6.000 år f.v.t. og er det yngste landskab i Danmark.⁴⁵⁵ Indtil da var Hirtshals i vest og Frederikshavn i øst Jyllands nordligste punkter. Landhævninger, vind og havets transport af materialer op langs Vestkyst dannede Skagen Odde, hvorpå klitlandskabet udviklede sig. Flyvesandet dækker hele odden, men under sandet vidner talrige oldtidsfund om, at der har boet mennesker i området i både jæger- og bondestenalder, i bronze- og jernalder og i vikingetiden.⁴⁵⁶

Odden er skabt af og under fortsat påvirkning af naturens kræfter. Sandflugt og flere stormfloder har betydet, at der stort set ikke findes rester af den oprindelige bebyggelse. Til gengæld sker det, at der skylles dele af kulturlag fra 1300-1600-tallet i havet nordøst for Skagen by. I Vesterby

⁴⁵⁵ Frederikshavn Kommune, Skagen by, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/media/107741/1-Skagen-by.pdf>

⁴⁵⁶ Naturstyrelsen, Historie – Tornby Klitplantage, <https://naturstyrelsen.dk/naturoplevelser/naturguider/tornby-klitplantage/historie/>

er der desuden konstateret bevarede kulturlag fra 1600-tallet med fund af keramik fra 1300-tallet.⁴⁵⁷



Figur 17-1. Placering af områder med kulturhistorisk udvikling.

Skagen blev i middelalderen opfattet som hele Skagens Odde, men efterhånden, som den bymæssige bebyggelse blev etableret og udvidet, opstod bydelene Skagen og Højen/Gl. Skagen. Selve bebyggelsen synes uplanlagt, men vidner om at husene er placeret afhængig af sandflugt, herskende vindretninger, oversvømmelser m.m.⁴⁵⁷

Kystmiljøet i Skagen er præget af søfarten omkring Skagens Odde. Ved tilsandingen af Agger Tange i tidlig middelalder, måtte sejladserne gå rundt om Skagen i stedet for gennem Limfjorden. Turen omkring Skagen Odde var forbundet med stor risiko for strandning og forlis. Ændringen af søfartens sejladsmønster betød, at området ved Skagen måtte afmærkes. Sct. Laurenti kirke, der

⁴⁵⁷ Frederikshavn Kommune, Skagen by, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/media/107741/1-Skagen-by.pdf>

antagelig er bygget i 1300-tallet, blev brugt som fikspunkt for de søfarende. Kirkerne var centrale for navigation, indtil kongen fik gennemført en systematisk afmærkning af farvandene.⁴⁵⁷

I løbet af 1500-tallet steg behovet for bedre afmærkning af farvandene. Den hollandske dominans på havene bevirkede, at der i slutningen af 1500-tallet årligt passerede omkring 800 skibe ved Skagen. Efter de første forsøg ved Skagen med forskellige fyrtyper, blev det første vippefyr opsat i 1627. I dag ses en rekonstruktion af et sådant vippefyr på den såkaldte "Fyrbakke" øst for Østerby. Placeringen af vippefyret ændrede sig, da det ofte enten blev blæst ned eller overskyldet med vand. Vippefyrets nuværende placering på Fyrbakke er formentlig fra 1690'erne.⁴⁵⁷

Med søfartens udvikling i 1700-tallet blev der behov for en endnu mere sikker fyrbelysning. Driftssikkerheden af vippefyrene var særdeles usikker. Ofte blæste flammen ud, eller der manglede brandmateriale. I 1747 blev Det Hvide Fyr bygget, hvor fyrflammen sad beskyttet. Det var desuden højere og mere driftssikkert.⁴⁵⁷



Figur 17-2. Rekonstruktion af vippefyret øst for Østerby



Figur 17-3. Det Grå Fyr.

I 1858 stod Det Grå Fyr færdigt, som blev bygget ca. to kilometer længere ude mod Grenens spids. Med Grenens vandring mod nordøst med næsten otte meter per år, var det naturligt at bygge længere ude og betydeligt højere.⁴⁵⁷ Fyret var, da det blev opført, Danmarks højeste fyr. På nordsiden af fyret ligger fyrmesterboligen, der består af et stuehus og to udhuse omkring et gårdrum.⁴⁵⁸

Vesterby og Østerby er de ældste af Skagens bydele og har været en integreret del af kystmiljøet, indtil havneudvidelser og vejføringer har opdelt de to småbyer fra kystmiljøet. Vesterby og Østerby er næsten kapslet ind, og havnen er dominerende fra næsten alle vinkler. Havnen et udtryk for de dominerende kystrelaterede erhverv i Skagen i dag. Havnen er anlagt i 1907 og er siden blevet udvidet over flere omgange. Det havgående fiskeri afløste det kystnære fiskeri, og i dag ses næsten alle typer af fiskeri repræsenteret lige fra de mindste småjoller i jollehavnen til de store ståltrawlere på flere hundrede tons i erhvervshavnen. I de senere år er der dog sket en meget kraftig nedgang i antallet af hjemmehørende skibe.⁴⁵⁷

I den sydlige del af strækningen ligger en fredet klitgård, som i 1914 blev opført af Kong Christian den X, som privat feriebolig for den kongelige familie. Efter kongen og dronning Alexandrines død overtog prins Knud og prinsesse Caroline Mathilde Klitgården. I dag ejer Klitgaarden Fonden Klitgården.⁴⁵⁹

⁴⁵⁸ Slots- og Kulturstyrelsen, Sag: Det Grå Fyr, Skagen, <https://www.kulturarv.dk/fbb/sagvis.pub?sag=22368002>

⁴⁵⁹ Klitgaarden, <http://www.klitgaarden.dk/klitgaarden.htm>

Turismen er i dag en af Skagens væsentligste indtægtskilder. Fritidsliv og badeliv blev i 1800-tallets slutning fremherskende i Skagen. Opkomsten af adskillige badehoteller samt kunstnerlivet trak folk fra nær og fjern til byen.⁴⁶⁰

Skagen var hjemsted for alle tre værn af det tyske militær under 2. Verdenskrig, og toppen af Danmark fik mere end 300 bunkere. Der er 159 registrerede bunkere i området, men det er ikke alle bunkers, der er fundet og registreret. Den tyske hær byggede bl.a. et infanteristøttepunkt yderst på Grenen, som var et yderst vanskeligt terræn til at vedligeholde bygninger på grund af den store sandflugt. Sandflugten og ændringen af kystlinjen betyder også, at en stor del af bunkerne i dag er forsvundet i sandet eller er vandret ud i havet.⁴⁶¹



Figur 17-4. Bunker på stranden ved Grenen.

Kystbeskyttelse i form af sandfodring har bidraget til at ændre de kulturhistoriske elementers visuelle fremtræden, da sandet helt eller delvist har tildækket nogle af strandbreddens kulturhistoriske elementer. Sandfodringen og den hårde kystbeskyttelse har også bidraget til at forhindre, at nogle af kulturhistoriske elementer er endt i havet, som følge af kysttilbagetrækning. Sandfodringen og hård kystbeskyttelse har beskyttet klitterne mod nedbrydning, hvormed nogle af bunkeranlæggene blev sikret mod at ende på strandbredden og senere i havet.

17.2.2 Fund og fortidsminder

Inden for undersøgelsesområdet findes ingen fredede fortidsminder. Til gengæld findes en række ikke-fredede fortidsminder både på land og på havbunden, som vist på Figur 17-6.

De ikke-fredede fortidsminder består hovedsageligt af enkeltfund, der er fundet af borgere og efterfølgende indleveret til museet. Enkeltfundene findes derfor ikke på den registrerede placering længere, da de er i museets varetægt. Et registreret fund kan dog i nogle tilfælde antyde, at der kan findes flere fortidsminder i området.

Beskyttelse af fortidsminder

Fortidsminder på landjorden og på havbunden er beskyttet mod ændringer ifølge museumslovens §§ 29e, 29f og 29g. Ifølge museumslovens § 29e må der ikke foretages ændringer i tilstanden af fredede fortidsminder på land. Det betyder bl.a., at der må ikke foretages jordbehandling på eller inden for to meter fra fortidsmindet i henhold til § 29f. I følge § 27, stk. 2 skal arbejdet standses, hvis der under jordarbejder findes spor af fortidsminder, og fundet skal efterfølgende anmeldes til det ansvarlige museum.⁴⁶² De fredede fortidsminder er desuden omfattet af en 100 meter beskyttelseslinje i henhold til naturbeskyttelseslovens § 18, hvorfor der ikke må ske terrænændringer inden for zonen.⁴⁶³

⁴⁶⁰ Frederikshavn Kommune, Skagen by, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/media/107741/1-Skagen-by.pdf>

⁴⁶¹ Skagen Bunkermuseum, Historie, <http://www.skagen-bunkermuseum.dk/da/89263-Historie>

⁴⁶² Kulturministeriet, Bekendtgørelse af museumsloven, LBK nr. 358 af 08/04/2014, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=162504#Kap8a>

⁴⁶³ Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse, LBK nr. 240 af 13/03/2019, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=207969>

På havbunden må der ifølge § 29g, stk. 1, ikke foretages ændringer i tilstanden af fortidsminder, hvis de befinder sig i territorialfarvandet eller på kontinentalsoklen. I henhold til § 29g, stk. 2, må der ikke foretages ændringer i tilstanden af vrug af skibe eller skibsladninger, der må antages at være gået tabt for mere end 100 år siden. Løsfund er ikke omfattet af beskyttelsen. Forbuddet dækker alle aktiviteter, der kan beskadige både kendte og ukendte vrug og fortidsminder, hvorfor det både omfatter direkte og indirekte påvirkning af fortidsminderne. Hvis der under anlægsarbejde eller en anden aktivitet på havbunden inden for kontinentalsoklen findes spor af fortidsminder eller vrug, der er mere end 100 år gamle, skal arbejdet standses og anmeldes til kulturministeren, jf. museumslovens § 29h.⁴⁶⁴

Figur 17-5. Beskrivelse af beskyttelse af fortidsminder på landjorden og havbunden.



Figur 17-6. Fortidsminder inden for undersøgelsesområdet.

⁴⁶⁴ Kulturministeriet, Bekendtgørelse af museumsloven, LBK nr. 358 af 08/04/2014, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=162504#Kap8a>

Fortidsminder på land

Inden for undersøgelsesområdet findes ti ikke-fredede fortidsminder på land, som fremgår af Tabel 17-1.

Lokalitetsnummer	Stationering	Anlæg	Datering	Beskrivelse
100311-15⁴⁶⁵	0,9	Vragdel	Nyere tid (dateret 1800 - 1899 e.Kr.)	
100311-17⁴⁶⁶	1,7	Møntfund Møntfund	Middelalder (dateret 1300 - 1535 e.Kr.) Nyere tid (dateret 1661 - 2009 e.Kr.)	
100311-39⁴⁶⁷	1,9	Batteri	Nyere tid (dateret 1940 - 1945 e.Kr.)	Batteriet syd for Grenen ved Skagen, var et kystbatteri, Sperrbatterie, som var udstyret med fire danske 12 cm kystkanoner.
100311-18⁴⁶⁸	1,9	Møntfund Møntfund	Efterreformatorsk tid (dateret 1536 - 1660 e.Kr.) Middelalder (dateret 1300 - 1399 e.Kr.)	
100311-14⁴⁶⁹	2,2	Enkeltfund Møntfund	Middelalder (dateret 1067 - 1535 e.Kr.) Middelalder (dateret 1500 - 1535 e.Kr.)	
100311-36⁴⁷⁰	4,6	Mindesmærke	Nyere tid (dateret 1840 - 1860 e.Kr.)	Anker med træstok.
100311-31⁴⁷¹	4,9	Mindesmærke	Nyere tid (dateret 1750 - 1800 e.Kr.)	Anker med ny og uproportioneret træstok i forhold til ankerets størrelse.
100311-32⁴⁷²	4,9	Mindesmærke	Nyere tid (dateret 1850 - 1860 e.Kr.)	Anker med træstok.
100311-20⁴⁷³	4,9	Anker Mindesmærke	Nyere tid (dateret 1750 - 1799 e.Kr.) Nyere tid (dateret 1750 - 1799 e.Kr.)	Anker med træstok.
100311-22⁴⁷⁴	4,9	Kulturlag Kulturlag	Middelalder (dateret 1300 - 1399 e.Kr.) Efterreformatorsk tid (dateret 1536 - 1660 e.Kr.)	Kulturlag fra renæssancen

Tabel 17-1. Ikke-fredede fortidsminder på land inden for undersøgelsesområdet.

⁴⁶⁵ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-15, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/137408/>

⁴⁶⁶ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-17, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/140293/>

⁴⁶⁷ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-39, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/219547/>

⁴⁶⁸ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-18, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/140776/>

⁴⁶⁹ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-14, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/135370/>

⁴⁷⁰ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-36, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/197781/>

⁴⁷¹ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-31, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/197389/>

⁴⁷² Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-32, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/197390/>

⁴⁷³ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-20, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/144266/>

⁴⁷⁴ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 100311-22, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/164210/>

Fortidsminder på havbunden

Inden for undersøgelsesområdet findes 16 ikke-fredede fortidsminder på havbunden inden for undersøgelsesområdet, hvoraf fire vrage er over 100 år gammelt. Grundet deres alder er de beskyttet af museumslovens § 29g stk. 2. Beskyttelsen medfører at der ikke må foretages ændringer i tilstanden af fortidsminderne. Fortidsminderne, der er ældre end 100 år, er markeret med blå i Tabel 17-2.

Lokalitetsnummer	Stationering	Anlæg	Datering	Beskrivelse
401201-251⁴⁷⁵	0	Vrag	Nyere tid (dateret 1930 - 1939 e.Kr.)	
401201-20⁴⁷⁶	0	Vrag Transportgods	Nyere tid (dateret 1900 - 1909 e.Kr.)	Vrag med mindre kanon, ballaststen, bronzegagler, jerndæksknæ, jernbændslede jomfruer, gulvfliser m.m. Vraget kaldes "Håkonsen" af lokale fiskere.
401201-13⁴⁷⁷	0,2	Vrag	Nyere tid (dateret 1800-1899 e.Kr.)	Siden 1983 var vraget blevet yderligere nedbrudt; dog var vragdelene under sandet stadig velbevarede. Vraget formodedes at være identisk med skibet "ST. SEBASTIAN", en galeot som strandede i 1810 på nordsiden af Grenen, men som pga. sandvandring nu befinder sig på sydsiden.
401201-216⁴⁷⁸	0,2	Vrag	Nyere tid (dateret 1661 - 2009 e.Kr.)	
401201-184⁴⁷⁹	2,1	Vrag	Nyere tid (dateret 1940 - 1945 e.Kr.)	Vraget er nedsprængt.
401201-189⁴⁸⁰	0,2	Vrag	Nyere tid (dateret 1930 - 1939 e.Kr.)	
401201-194⁴⁸¹	0,5	Beskyttelses anlæg	Nyere tid (dateret 1940 - 1945 e.Kr.)	Betonbunker umiddelbart u/vandoverfladen.
401201-195⁴⁸²	0,5	Beskyttelses anlæg	Nyere tid (dateret 1940 - 1945 e.Kr.)	Betonbunker umiddelbart u/vandoverfladen.
401201-18⁴⁸³	0,5	Vrag	Nyere tid (dateret 1930 - 1939 e.Kr.)	
401201-224⁴⁸⁴	0,6	Vrag	Nyere tid (dateret 1940 - 1945 e.Kr.)	Vrag på 769 brt.

⁴⁷⁵ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-251 <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/185622/>

⁴⁷⁶ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-20, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/143487/>

⁴⁷⁷ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-13, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/137114/>

⁴⁷⁸ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-216, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/182473/>

⁴⁷⁹ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-184, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/178667/>

⁴⁸⁰ Slots- og Kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, lokalitetsnummer, 401201-189, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/179103/>

⁴⁸¹ Slots- og Kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, lokalitetsnummer, 401201-194, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/179385/>

⁴⁸² Slots- og Kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, lokalitetsnummer, 401201-195, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/179386/>

⁴⁸³ Slots- og Kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, lokalitetsnummer, 401201-18, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/137070/>

⁴⁸⁴ Slots- og Kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, lokalitetsnummer, 401201-224, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/183047/>

Lokalitetsnummer	Stationering	Anlæg	Datering	Beskrivelse
401201-1 ⁴⁸⁵	0,9	Enkeltfund	Middelalder (dateret 1067 - 1535 e.Kr.)	Løsfund i forbindelse med garnfiskeri. Beskadediget kobberkedel, sammennittet med kobbernitter.
401201-186 ⁴⁸⁶	1	Vrag	Nyere tid (dateret 1940 - 1945 e.Kr.)	
401201-305 ⁴⁸⁷	2,1	Vrag	Nyere tid (dateret 1849 - 1950 e.Kr.)	Vraget af et mindre skib der under 2. Verdenskrig gik på en mine i området. Vraget kan også være ældre.
401201-225 ⁴⁸⁸	2,4	Vrag	Nyere tid (dateret 1940 - 1945 e.Kr.)	Vrag af fiskefartøj
402202-20 ⁴⁸⁹		Vrag	Nyere tid (dateret 1920 - 1929 e.Kr.)	Vraget er nedsprængt.
402202-7 ⁴⁹⁰		Vrag	Nyere tid (dateret 1960 - 1969 e.Kr.)	Vraget er fjernet.

Tabel 17-2. Ikke fredede fortidsminder på havbunden inden for undersøgelsesområdet.

17.2.3 Fredede og bevaringsværdige bygninger

Inden for undersøgelsesområdet findes tre fredede bygninger og 41 bevaringsværdige bygninger med høj bevaringsværdi. Herudover er der et stort antal bevaringsværdige bygninger med middel og lav bevaringsværdi, der ikke behandles nærmere. De fleste bevaringsværdige bygninger er placeret i forbindelse med Skagen by og havn, mens der er otte, der er placeret i nærheden til stranden. De fredede bygninger og de bevaringsværdige bygninger, der er placeret i nærhed til stranden, fremgår af Tabel 17-3.

Ved fredede bygninger tilstræbes, at bygningerne bevares bedst muligt, både indvendig og udvendig. Fredede bygninger er udpeget, fordi de har særlige arkitektoniske eller kulturhistoriske kvaliteter af national betydning. Om- og tilbygning af bevaringsværdige bygninger skal ske med respekt for deres stilart, og i forbindelse med nedrivning skal der ansøges om nedrivningstilladelse hos kommunen. I vurderingen er der udelukkende medtaget bevaringsværdige bygninger med høj bevaringsværdi (bevaringsværdi 1-3), da de har den største kulturhistoriske værdi.

⁴⁸⁵ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-1, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/137069/>

⁴⁸⁶ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-186, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/178862/>

⁴⁸⁷ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-305, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/197580/>

⁴⁸⁸ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401201-225, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/183053/>

⁴⁸⁹ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401202-20, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/181915/>

⁴⁹⁰ Slots- og kulturstyrelsen, Fund og fortidsminder, Lokalitetsnummer 401202-7, <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Lokalitet/178407/>

Adresse	Stationering	Bebyggelsestype	Omfang
Fredede bygninger			
Fyrvej 36 ⁴⁹¹	0,9	Fyrstation	Fyret og fyrmesterboligen med udhuse.
Fabriciusvej 7 ⁴⁹²	4,9	Længehus	Beboelselængen i længehuse
Damstedvej 39 ⁴⁹³	5,5	Sommerhus	Det trefløjede, grundmurede bygningsanlæg (1914 efter tegninger af Ulrik Plesner for Christian X og dronning Alexandrine).
Bevaringsværdige bygninger			
Fyrvej 36A ⁴⁹⁴	0,9	Fyrstation	Udhus til Det Grå Fyr Opført i 1957. Bevaringsværdi 2.
Gl. Fyrvej 12 ⁴⁹⁵	2,1	Sommerhus	Enfamiliehus, opført som epidemi/karantænestation. Opført i 1900. Bevaringsværdi 2.
Gl. Fyrvej 12 ⁴⁹⁶	2,1	Lighus/udhus	Bygning til hospital fra år 1900. Bevaringsværdi 2.
Østre Strandvej 89 ⁴⁹⁷	2,7	Enfamiliehus	Peter Welles Hus opført i 1890. Huset er del af en husrække langs stranden. Bevaringsværdi, 3.
Krøyersvej 18 ⁴⁹⁸	5	Bygning	Det Blå hus, enfamiliehus fra år 1800. Bevaringsværdi 3.
Krøyersvej 16 ⁴⁹⁹	5,1	Bygning	Hawhuset, enfamiliehus fra år 1880. Bevaringsværdi 3.
Krøyersvej 14 ⁵⁰⁰	5,1	Enfamiliehus	Række-, kæde- eller dobbelthus (lodret adskillelse mellem enhederne) fra 1857. Bevaringsværdi 3.
Krøyersvej 7 ⁵⁰¹	5,1	Enfamiliehus	Række-, kæde- eller dobbelthus (lodret adskillelse mellem enhederne) fra 1880. Bevaringsværdi 3.

Tabel 17-3. Oversigt over fredede og bevaringsværdige bygninger inden for undersøgelsesområdet.

17.2.4 Kommuneplanens kulturhistoriske udpegninger

Størstedelen af strækningen ved Skagen er udpeget som værdifuldt kulturmiljø (st. 0,7-6,3), jf. Frederikshavn Kommuneplan 2015⁵⁰². Det værdifulde kulturmiljø omfatter Skagen by med fiskerleje, købstad, stationsby, fiskerihavn, fyranlæg og sandflugt.

Yderligere er en del af strækningen udpeget som kulturarvsarealet Skagen (st. 1,5-5). Kulturarvsarealet er et kulturhistorisk interesseområde med skjulte og væsentlige fortidsminder, som bygherre skal være opmærksom på ved byggeri inden for udpegningen⁵⁰³. Udpegningernes udstrækning fremgår af Figur 17-7.

⁴⁹¹ Det Grå Fyr, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=68296401>

⁴⁹² Fabriciusvej 7, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22373452>

⁴⁹³ Klitgården, <https://www.kulturarv.dk/fbb/sagvis.pub?sag=22367866>

⁴⁹⁴ Fyrvej 36A, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=68296398>

⁴⁹⁵ Gl. Fyrvej 12, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22377849>

⁴⁹⁶ Gl. Fyrvej 12, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22368130>

⁴⁹⁷ Østre Strandvej 89, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22371223>

⁴⁹⁸ Krøyersvej 18, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22368399>

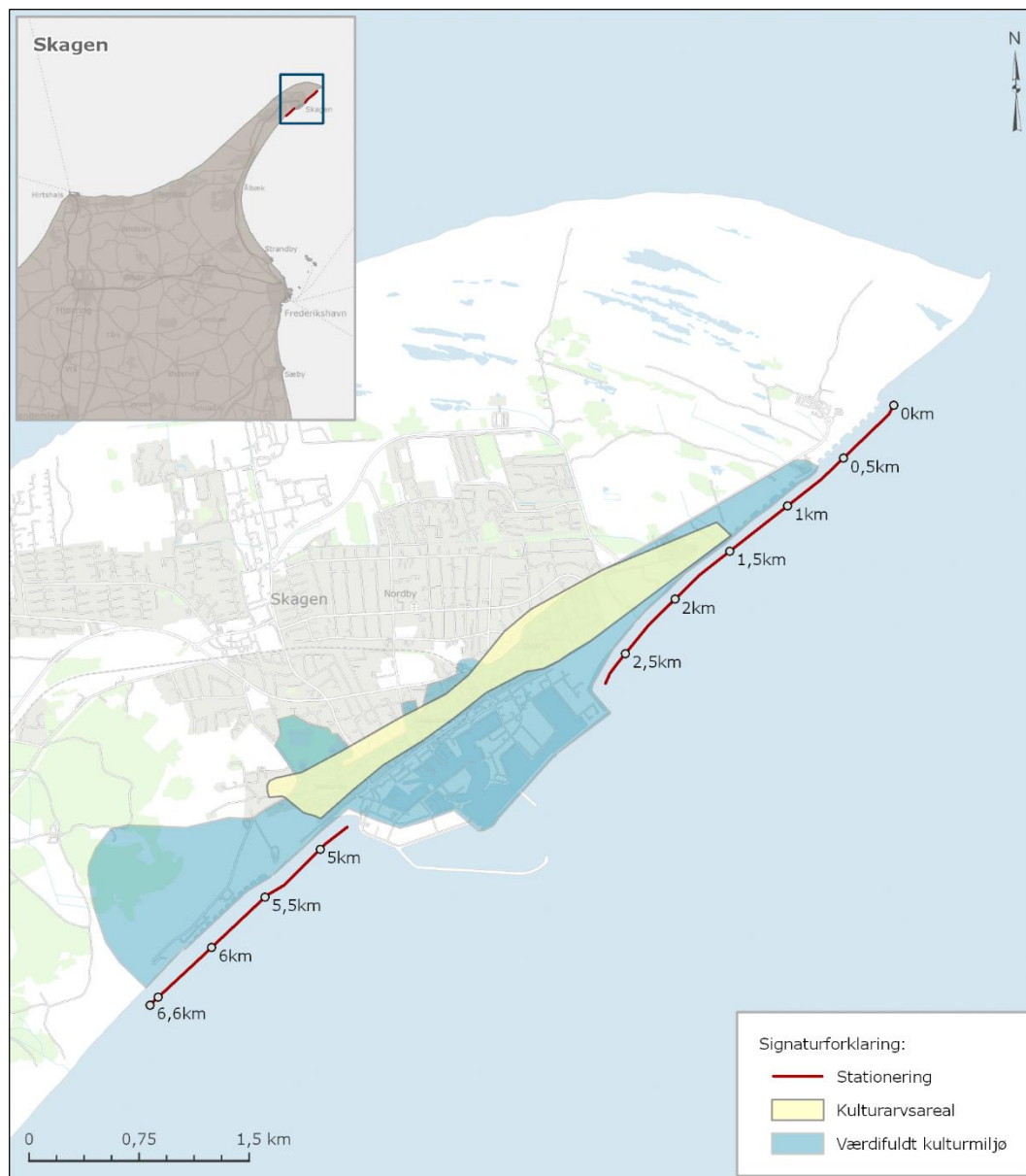
⁴⁹⁹ Krøyersvej 16, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22374384>

⁵⁰⁰ Krøyersvej 14, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22370957>

⁵⁰¹ Krøyersvej 7, <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=22377422>

⁵⁰² Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1148>

⁵⁰³ Slots- og kulturstyrelsen, Kulturarvsarealer, <https://slks.dk/fortidsminder-diger/arkaeologi-paa-land/kulturarvsarealer/>



Figur 17-7. Udstrækning af det udpegede værdifulde kulturmiljø og kulturarvsareal inden for undersøgelsesområdet.

Frederikshavn Kommuneplan 2015 fastlægger følgende med retningslinje 23.1 for værdifulde kulturmiljøer:

“For at sikre, at kulturarven og de værdifulde kulturmiljøer fortsat udgør vigtige potentialer for at tiltrække og fremme bosætning og turisme, er det vigtigt at værne om og sikre disse værdier.”⁵⁰⁴

17.3

0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres i perioden 2020-24. Ved 0-alternativet foretages der dermed ingen sandfodring, hvorfor det ikke er muligt at fastholde kystlinjen. I stedet vil kystlinjen og klitterne naturligt rykke tilbage på nogle strækninger, så en del af stranden og kystlandskabet eroderes væk. Tilbagerykningen varierer fra

⁵⁰⁴ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1148>

0 meter til 2,5 meter langs strækningen frem til 2024. Foruden den naturlige tilbagerykning, kan der ske en akut erosion på 15 meter i tilfælde af en 100 års stormhændelse.

På strækninger med skråningsbeskyttelse vil klitterne være beskyttet mod tilbagerykning, men i stedet vil kystlinjen rykke tættere på skråningsbeskyttelsen, så stranden bliver smallere. I det følgende beskrives og vurderes de ændringer, der sker ved 0-alternativet.

0-alternativets naturlige tilbagerykning af kystprofilen vil betyde, at et ikke-fredet fortidsminde i form af et område med befæstningsanlæg fra 2. Verdenskrig (100609-32) kan blive påvirket. Tilbagerykningen vil betyde, at befæstningsanlægget fortsat vil ligge på stranden eller i klitterne, men nogle af dem vil komme nærmere kystlinjen og kan på sigt ende i havet.

Inden for strækningens undersøgelsesområde findes en række registrerede fortidsminder på havbunden. Det vides ikke, om fortidsminderne allerede i dag er blotlagt, men de formodes at være dækket af sand grundet gentagne sandfodringer og naturlig kystdynamik, som har bidraget til konservering og bevaring af fortidsminderne. Hvis 0-alternativet realiseres, vil der sandsynligvis ske en naturlig erosion, som kan blotlægge fortidsminderne, så det beskyttede sand og mudder forsvinder, og fortidsminderne dermed kan blive påvirket af naturens kræfter og naturlig nedbrydning. Et enkelt vrag (401201-13) er synligt på flyfotos, hvormed det allerede i dag bliver påvirket af naturens kræfter. Som følge af 0-alternativet vil den naturlige nedbrydning fortsætte, så det kan forventes, at vraget blotlægges yderligere, hvormed nedbrydningen fremskyndes.

Som følge af kystlinjens naturlige tilbagerykning og klitters nedbrydning kan der dukke nye ikke registrerede fortidsminder op, som hidtil har været skjult. De endnu ukendte fortidsminder på havbunden vil, ligesom fortidsminderne på land, kunne blive frilagt, så de påvirkes af naturens kræfter og naturlig nedbrydning, når de ikke længere dækkes af sand og mudder, som sikrer deres konservering under iltfrie forhold.



Figur 17-8. De bevaringsværdige bygninger på Gl. Fyrvej 12 vil i højere grad være beliggende på stranden.

De bevaringsværdige bygninger på Gl. Fyrvej 12 forventes at blive påvirket som følge af 0-alternativet grundet deres kystnære placering, som det kan ses på Figur 17-8. Som følge af den naturlige tilbagemykning på op til 2,5 meter, vil bygningerne i højere grad være beliggende på stranden. I tilfælde af en 100 års stormhændelse vil erosionen være så kraftig, at bygningerne kommer til at ligge på strandbredden. Samtidig kan det forventes, at bygningerne tager skade af erosionen og vandet, så deres bevaringsværdi mindskes. De øvrige fredede og bevaringsværdige bygninger langs strækningen forventes ikke at blive berørt som følge af 0-alternativet grundet deres afstand til kysten, eller fordi de er beskyttet af skråningsbeskyttelse. Med tiden kan bygningerne dog forventes at blive taget af havet, hvis der ikke kystbeskyttes efter 2024.

Udpegningen af det værdifulde kulturmiljø og kulturarvsarealet jf. Frederikshavn Kommuneplan 2016, bliver berørt af klittilbagemykning inden for 0-alternativets tidsramme frem mod 2024 samt den akutte erosion på yderligere 15 meter. Tilbagemykningen sker udelukkende på stranden og klitrækken, hvor der ikke findes nogen sårbare elementer tilknyttet det værdifulde kulturmiljø, der hovedsageligt omfatter elementer i Skagen By⁵⁰⁵. Kulturarvsarealet kan blive påvirket i forbindelse med erosionen, da der kan dukke nye fortidsminder frem, idet et kulturarvsareal forventes at indeholde skjulte fortidsminder.

17.4 Vurdering af påvirkninger

Den planlagte kystbeskyttelse forventes at medføre følgende påvirkninger:

- Påvirkning af fortidsminder på land
- Påvirkning af fortidsminder på havbunden
- Påvirkning af fredede bygninger og bevaringsværdige bygninger
- Påvirkning af kulturhistoriske udpegninger

17.4.1 Påvirkning af fortidsminder på land

Ved strandfodring kan udlægning af sandet, kørsel med store entreprenørmaskiner og etablering af midlertidige arbejdspladser potentielt påvirke jordfaste fortidsminder fysisk og visuelt.

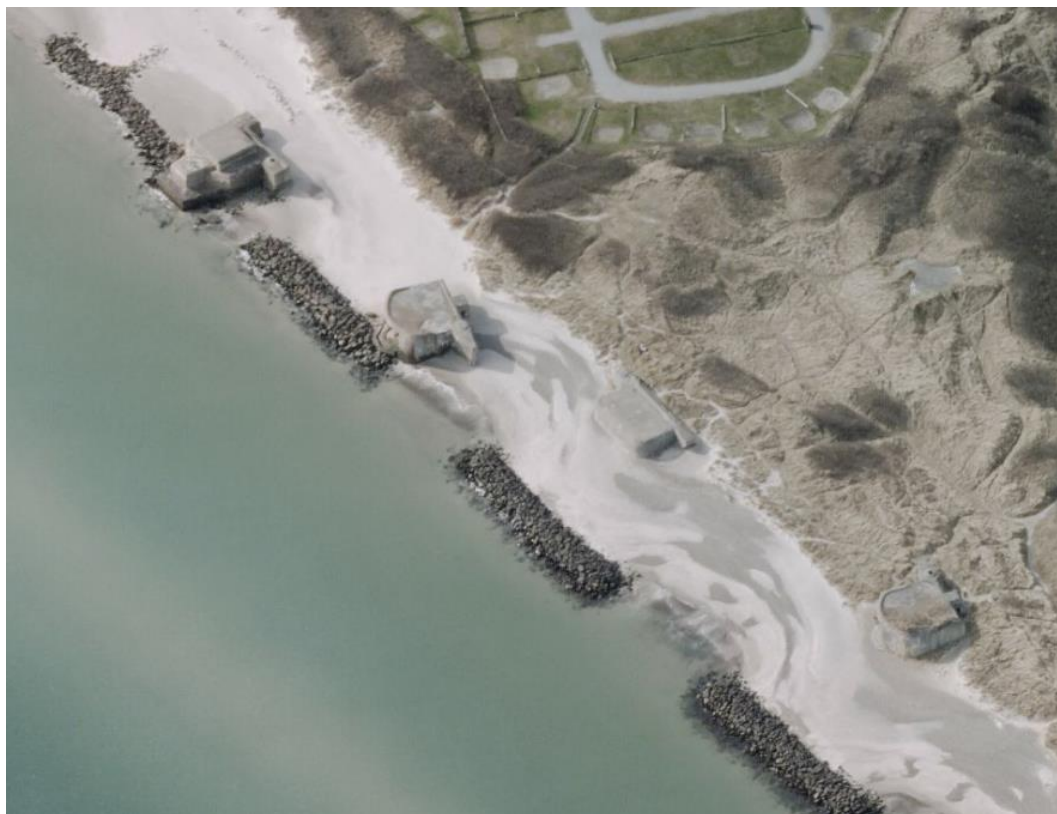
Færdsel med maskiner og arbejdspladser

Entreprenørmaskinerne køres ned på stranden ad eksisterende veje. Det er derfor ikke nødvendigt at etablere midlertidige ramper og tilkørselsveje på tværs af klitterne, der kunne have beskadiget fortidsminder. Ved strandfodring køres på selve stranden, og der udlægges rørledninger, som fastgøres i forhøjninger af sand, så sandsynligheden for at beskadige fortidsminder under sandet er lille.

De ikke-fredede fortidsminder, der er fundet på strækningen, består især af enkeltfund og møntfund, som efterfølgende er fjernet fra findestedet, og som derfor heller ikke påvirkes af færdsel. Der findes dog et område med befæstelsesanlæg fra 2. Verdenskrig (100311-39) forskellige steder i klitterne, som det kan ses på Figur 17-9. Befæstningsanlæggene i klitterne vurderes ikke at blive påvirket af færdsel eller strandfodringen, da entreprenørmaskinerne anvender de eksisterende veje og stier, ligesom de kan styre udenom anlæggene.

Registrerede jordfaste fortidsminder, som f.eks. kulturlag, der ikke er synlige i landskabet, kan eventuelt blive påvirket af tryk fra det tunge maskinel. Men de vil ofte befinde sig under beskyttende sand- og jordlag, så sandsynligheden for at ødelægge dem er lille.

⁵⁰⁵ Frederikshavn Kommune, Skagen By, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/media/107741/1-Skagen-by.pdf>



Figur 17-9. Det ikke-fredede fortidsminde befæstelsesanlæg fra 2. Verdenskrig (100311-39) består af flere bunkers på stranden.

Hvis der alligevel opdages fortidsminder under sandfodringen, skal arbejdet standses, og museet tilkaldes (jf. museumslovens §27 stk. 2.). Museet vil sikre, at fortidsmindet håndteres korrekt. Ikke-fredede fortidsminder i form af enkeltfund kan registreres og fjernes fra stedet, så de bevarer for eftertiden.⁵⁰⁶

De midlertidige arbejdspladser, der anvendes i forbindelse med kystbeskyttelsen, etableres på de eksisterende parkeringspladser ved Det Grå Fyr (st. 900) og parkeringspladsen ved Damstederne og medfører derfor ikke større indgreb.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at fortidsminder på land bliver ødelagt i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse, er lille, da færdsel med maskiner sker på etablerede veje, parkeringspladser o.l., ligesom det er muligt at styre uden om befæstelsesanlæggene. En eventuel lokal påvirkning af et fortidsminde vil være vedvarende, da fortidsmindet ikke kan genskabes. Påvirkningsgraden vurderes at være meget høj, da fortidsmindernes struktur vil ødelægges ved en eventuel påvirkning. Konsekvensen ved kystbeskyttelsen vurderes på baggrund af ovenstående samlet set at være moderat, og der er derfor ikke væsentlig indvirkning på fortidsminder på land som følge af den planlagte kystbeskyttelse.

Påvirkning ved strandfodring

Hævning af stranden som følge af strandfodring bidrager fysisk til at ændre de kulturhistoriske elementers visuelle fremtræden og sammenhænge, da sandet kan tildække strandbreddens kulturhistoriske elementer helt eller delvist. Den helt eller delvise tildækning af fortidsminderne vil

⁵⁰⁶ Kulturministeriet, Bekendtgørelse af museumsloven, LBK nr. 358 af 08/04/2014, <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=162504>

ske umiddelbart ved strandfodringen, og sandet vil over tid forsvinde igen som følge af vand- og vinderosion. Men da der på en strækning potentielt kan strandfodres op til fire ud af fem år, kan fortidsminder blive tildækket med jævne mellemrum.

Omvendt forhindrer kystbeskyttelsen, at elementerne ender i havet som følge af kysttilbagerykning, hvor de i højere grad ville kunne blive ødelagt. De kulturhistoriske elementer omfatter især bunkeranlæggene fra 2. Verdenskrig (100311-39) på stranden og i klitterne, der ikke er beskyttet af museumsloven.

Den naturlige dynamik langs kysten medfører, at endnu ikke registrerede fortidsminder kan dukke frem af sandet eller klitten. Kystbeskyttelsen vil dog i høj grad bevare kystlinjen og stranden i dens nuværende form, hvilket minimerer sandsynligheden for, at ikke kendte fortidsminder skylles fri, med risiko for at blive beskadiget.

Samlet vurdering: Jordfaste, ikke-fredede fortidsminder på stranden vil med stor sandsynlighed blive helt eller delvist tildækket af sand ved strandfodring. Påvirkningen er lokal, den er begrænset til enkelte fortidsminder på den op til fire kilometer lange strækning, hvor der kan ske strandfodring. Varigheden af påvirkningen er lang, da sandet kun langsomt borteroderes, og strandfodringen potentielt gentages op til fire ud af fem år. Påvirkningsgraden vurderes til gengæld at være lille, da fortidsminderne ikke ødelægges ved tildækning. Konsekvensen af tildækningen vurderes derfor at være begrænset, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på de jordfaste ikke-fredede fortidsminder ved tildækning af sand ved strandfodring.

17.4.2 Påvirkning af fortidsminder på havbunden

Ved den planlagte kystbeskyttelse indbygges store mængder sand på den kystnære havbund ved klapning, rainbowing eller indpumpning gennem flyderørledning. Ved strandfodring anvendes en rørledning, som placeres på havbunden, eller en flyderørledning, der fastholdes med bundankre. Flyderørledningerne fastgøres med bundankre eller fastholdes af en mindre slæbebeåd.

Kystnær fodring

Kystnær fodring kan enten anvendes metoden klapning eller rainbowing, vis påvirkning vurderes i det følgende.

Ved klapning losses skibets last af sand ud gennem skibets bund over en periode på mindst fem minutter, hvor sandet fordeler sig på havbunden. Losningen kan eventuelt tage længere tid alt efter skibsstørrelse og vejrforhold. Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg har været i dialog med Marinarkæologi Jylland vedrørende klapning og påvirkning af fortidsminder på havbunden. Marinarkæologi Jylland har i den forbindelse vurderet, at klapningen ikke vil ødelægge fortidsminder på havbunden, så længe losningen af sandet sker over en periode på minimum fem minutter.

Ved rainbowing sprøjtes sand blandet med vand i en stråle ud over havet, hvorefter det daler ned gennem vandsøjlen og lejr sig på havbunden. Strålen rammer havoverfladen med relativ stor kraft, som dog reduceres væsentligt, når det vandblandede sand rammer havoverfladen og bevæger sig ned gennem vandsøjlen. Da kraften af sandet reduceres, vurderes det, at eventuelle blotlagte fortidsminder ikke beskadiges.

Sandet, der tilføres ved kystnær fodring, kan dække et fortidsminde helt eller delvist, så det bliver beskyttet mod naturlig nedbrydning. Tildækning af fortidsminderne kan dog også ske naturligt, ligesom det tilførte sand med tiden igen kan omlejres, så fortidsmindet igen fritlægges. Da

den kystnær fodring også beskytter kysten mod tilbagerykning, vil fortidsminderne også på længere sigt blive beskyttet mod at blive fritlagt.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at et fortidsminde bliver ramt af sand som følge af klapning og rainbowing, vurderes at være lille, da der er få fortidsminder inden for påvirkningszonen. Påvirkningen ved den kystnære fodring er lokal, da påvirkningen knytter sig til det enkelte fortidsminde, der bliver ramt af sandet. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da den kystnære fodring ikke vil ødelægge fortidsmindet, men vil overdække det og beskytte det mod naturlig nedbrydning. Varigheden af påvirkningen kan være lang, da sandfodringen kan gentages op til fire ud af fem år. Samlet set vurderes konsekvensen for fortidsminderne på havbunden at være begrænset og positiv, da sandet beskytter fortidsminder mod nedbrydning. Der er derfor ikke væsentlig indvirkning på fortidsminderne på havbunden ved kystnær fodring.

Sandfodring med rørledning

Ved strandfodring anvendes enten bundliggende rørledning eller flyderørledning, der fastholdes med bundankre. Flyderørledningen kan også anvendes ved kystnær fodring.

Ved strandfodring med bundliggende rørledning placeres røret i den ønskede position ved hjælp af mindre skibe fra stranden og ud på havet. Røret er fyldt er tæt og fyldt med luft. Når røret skal sænkes ned på bunden, åbnes røret og fyldes med vand, hvorved røret langsomt sænkes fra havoverfladen ned på havbunden. Sandfodringsskibet, kan herefter pumpe sand og vand ind på stranden. Som følge af rørledningens vægt ligger den i den samme position havbunden, når der strandfodres. Efter endt strandfodring på den enkelte lokalitet fyldes rørledningen med luft og hæves, hvorefter ledningen flyttes til en ny lokalitet, hvor ledningen igen sænkes.

Rørledningen nedsænkes langsomt og rykkes ikke rundt på havbunden, hvorfor det i samråd med Marinarkæologi Jylland er vurderet, at fortidsminder ikke beskadiges. Derudover er det under alle omstændigheder ikke ønskeligt at placere rørledningen oven på f.eks. store sten, bunkere eller vrage på havbunden på grund af faren for at beskadige ledningen. Derfor foretages der forud for strandfodringen en screening af havbunden på strækningen, hvor ledningen skal placeres. Screening baseres på tidligere opmålinger og indberetninger fra entreprenøren, så genstande på havbunden undgås ved sænkning af rørledningen. Det vurderes dermed, at der ikke er nogen konsekvens for at skade registrerede, jordfaste fortidsminder på havbunden ved brug af bundliggende rørledning.

Ved sandfodring med flyderørledning, som fastgøres med bundankre, kan fortidsminder på havbunden potentielt blive skadet, når de tunge bundankre nedsænkes på havbunden med relativ høj fart på steder med f.eks. blottede vrage. Sandsynligheden for, at ankrene rammer og ødelægger et fortidsminde, er dog lille, men placeres ankrene alligevel oven på et helt eller delvist blotlagt fortidsminde, kan det blive beskadiget af ankrene.

Beskadigelsen af fortidsminder som følge af brug af bundankre vil formentligt kun berøre en lille del af fortidsmindet, men påvirkningen vil være vedvarende og irreversibel, da det ikke er muligt at genskabe fortidsmindet. Påvirkningens udbredelse er lokal, da påvirkningen udelukkende vil omfatte det enkelte fortidsminde på havbunden, bundankrene placeres oven på. Påvirkningsgraden vurderes at være meget høj, da fortidsmindet vil være funktionelt ødelagt.

Fortidsminder ældre end 100 år er beskyttet af museumsloven og har dermed større kulturhistorisk interesse og er mere sårbare end de fortidsminder, der er yngre end 100 år. I henhold til museumslovens § 29g, stk. 2 må der derfor ikke foretages ændringer af fortidsminder på hav-

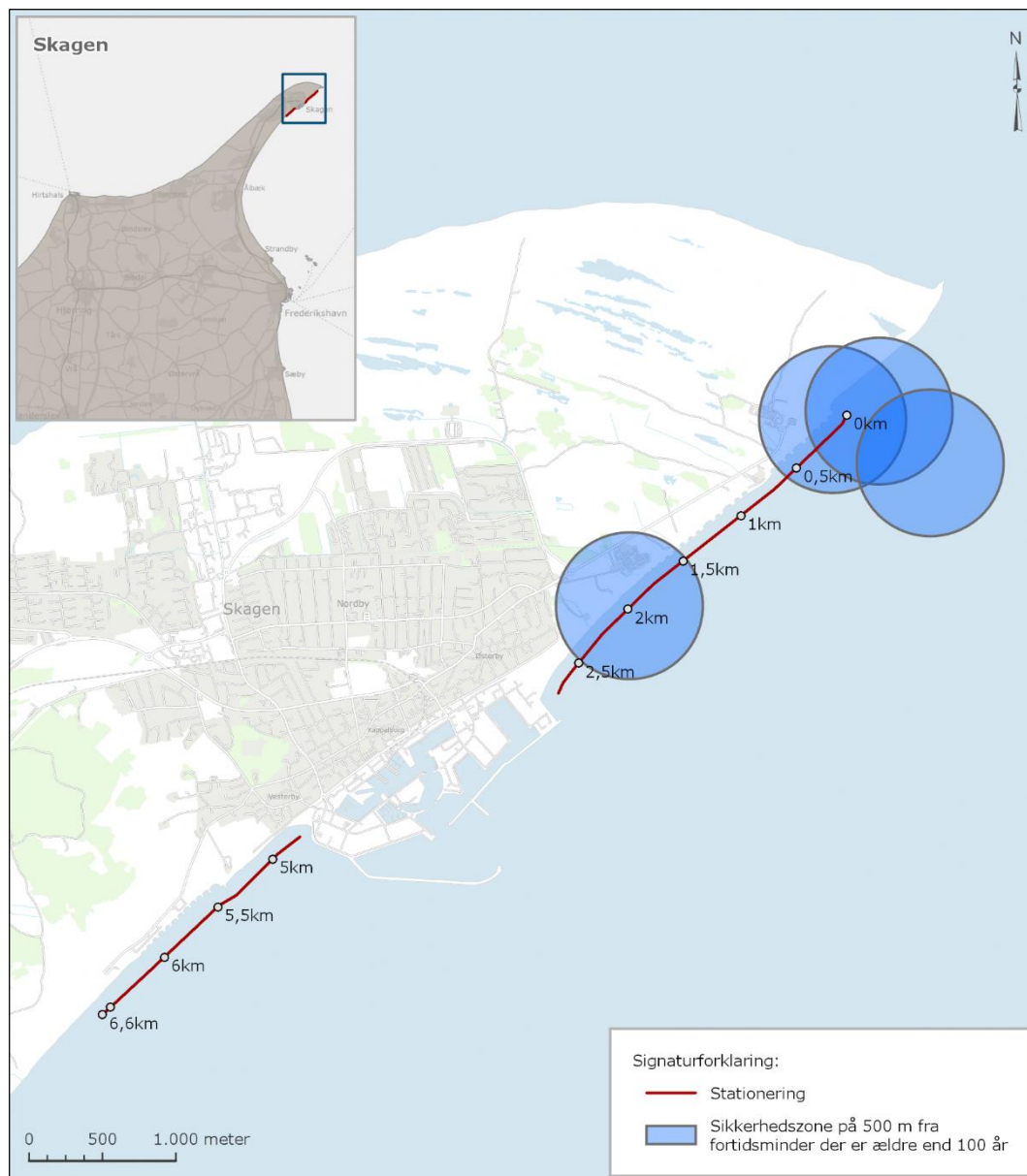
bunden, som er ældre end 100 år. Det betyder, at bundankrene ikke må placeres oven på de fortidsminder, der er angivet i Tabel 17-2, da det strider mod museumsloven. Konsekvensen for fortidsminder beskyttet af museumsloven, der bliver ramt af bundankre, vil dermed være væsentlig, mens konsekvensen for fortidsminder, der ikke er beskyttet af museumsloven, vurderes at være moderat.

For at nedbringe en væsentlig påvirkning af fortidsminder, der er beskyttet af museumsloven, har Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg, i dialog med Marinarkæologi Jylland indgået en aftale om, at der som afværgetiltag ikke må anvendes ankre i en afstand på 500 meter til den registrerede placering af det enkelte, beskyttede fortidsminde. Sikkerhedszonen på 500 meter omkring fortidsminder, der er ældre end 100 år, fremgår af Figur 17-10. Zonen kan ændres eller bortfalde, hvis der ved en forudgående marinarkæologisk undersøgelse, som skal foretages af det stedlige museum med marinarkæologisk ansvar og på bygherres regning, kan påvises, at fortidsmindet ikke har kulturhistorisk værdi eller har en alder, som gør, at der ikke er tale om et beskyttet fortidsminde.

Efter gennemførelse af afværgetiltaget vurderes det, at de fortidsminder, der er ældre end 100 år, vil være effektivt beskyttet mod at blive ramt, og dermed beskadiget af bundankrene. På den baggrund vurderes det, at bundankrene ikke vil skade de beskyttede fortidsminder på havbunden, og der vil ikke være en væsentlig indvirkning på de beskyttede fortidsminder ved anvendelse af bundankre.

Som alternativ til brugen af bundankre kan der anvendes mindre slæbebåde til fastholdelse af flyderørledningen på vandet, eller den kan sejles ind på land og fastgøres her. Der anbringes dermed ikke tungt materiel på havbunden. Med forankringsmetoden er det ikke sandsynligt, at fortidsminder på havbunden vil blive påvirket. Sikkerhedszonen finder dermed ikke anvendelse ved brug af slæbebåde.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at der sker skade på fortidsminder ved sandfodring med rørledning, er lille, da der findes relativt få fortidsminder, som er spredt over et stort område. Hvis et fortidsminde skades, er påvirkningsgraden meget høj, da fortidsmindets struktur kan blive helt eller delvist ødelagt. Skaden sker lokalt, og den er vedvarende, da fortidsmindet ikke kan genoprettes. På grund af afværgetiltaget med etablering af en sikkerhedszone på 500 meter omkring fortidsminder, hvor bundankring ikke må foretages indenfor, vurderes konsekvensen ved brug af rørledninger ved sandfodring at være moderat, og at der dermed ikke er en væsentlig indvirkning på fortidsminder på havbunden.



Figur 17-10. Sikkerhedszone på 500 meter fra fortidsminder ældre end 100 år, og som derfor er beskyttet af museumsloven.

Udvidelse af stranden

I forbindelse med strandfodring kan strandens bredde blive udvidet mellem bølgebryderne. Hvis der findes såvel registrerede eller endnu ukendte fortidsminder på havbunden inden for bølgebryderne, vil de derfor potentielt blive tildækket med sand. Det eneste registrerede fortidsminde, der er placeret inden nær en bølgebryder, er vraget (401201-13). Vraget er næsten intakt og er indlejret i Skagen Grens sydlige side og kan ses på luftfotoet fra 2012 på Figur 17-11. Hvis der findes nye fund, vil arbejdet blive stoppet, så museet kan inspicere området jf. museumslovens §27 stk. 2.

Ved strandfodringen tilføres sand, der er opblandet med vand, hvorfor kraften fra sandet vil være begrænset, hvis synlige eller ikke-synlige fortidsminder overdækkes. Tilførslen af sand vurderes derfor ikke at ville ødelægge eller ændre tilstanden af fortidsminderne, men vil overdække det og beskytte det mod naturlig nedbrydning. Sandsynligheden for, at fortidsminder bliver ødelagt, er

derfor lille. Sker skader alligevel, vil påvirkningen være lokal, da påvirkningen knytter sig til det enkelte fortidsminde. Påvirkningsgraden vurderes som følge heraf at være lille. Tildækningen af fortidsminderne vil ske umiddelbart ved fodringen, og sandet vil over tid igen blive bortoderet af vand og vind. Strandfodringen kan dog blive gentaget op til fire ud af fem år, hvorfor varigheden af påvirkningen er lang. Konsekvensen ved overdækningen af fortidsminderne med sand vurderes på den baggrund som begrænset, da sandet beskytter mod nedbrygning af fortidsminder. Der vil dermed ikke være en væsentlig indvirkning på fortidsminder ved udvidelse af stranden.



Figur 17-11. Et næsten intakt vrag strandet mellem 1750 og 1820 set på luftfoto fra 2012.

17.4.3 Påvirkning af fredede og bevaringsværdige bygninger

De fredede bygninger Klitgården og Det Grå Fyr samt det bevaringsværdige udhus til fyret er beskyttet af skråningsbeskyttelse, som det kan ses på Figur 17-12. Det fredede længehus på Fabriciusvej 7 er placeret inde i Skagen by, hvor der ikke sker nogen aktiviteter i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse. På baggrund af deres placering vurderes kystbeskyttelsen ikke at påvirke de fredede bygninger.

På Gl. Fyrvej 12 er to bevaringsværdige bygninger placeret på stranden, som det kan ses på Figur 17-13. Strandfodringen vil foregå på stranden lige uden for bygningerne, hvilket kan medføre en forøgelse af sandfygning omkring bygningen. Sandet kan i en længere periode ændre den visuelle fremtræden af de bevaringsværdige bygninger, da sandet kan mindske synligheden af bygningerne set fra strandbredden.

De bevaringsværdige bygninger på Krøyersvej og bygningen på Østre Strandvej ligger ud til kysten, men er adskilt fra stranden af nogle små klitter, som det kan ses ved Krøyersvej på Figur 17-14. Ved Krøyersvej er der desuden skråningsbeskyttelse. Det vurderes på den baggrund, at den planlagte kystbeskyttelse ikke vil påvirke de bevaringsværdige bygninger her.

Samlet vurdering: Det vurderes, at der med moderat sandsynlighed kan ske en påvirkning af de bevaringsværdige bygninger på Gl. Fyrvej. Påvirkningen er lokal, da påvirkningen knytter sig til den enkelte ejendom. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da bygningerne ikke påvirkes direkte. Hertil beskytter kystbeskyttelsen mod, at bygningerne eroderer bort. Påvirkningen vurderes at være lang, da der kan kystbeskyttes op til fire ud af fem år. På baggrund af ovenstående

vurderes konsekvensen for de fredede og bevaringsværdige bygningsværker at være begrænset, da bygningerne på Gl. Fyrvej er de eneste bygninger, der vil blive påvirket af sandfodringen, så længe sandet ændrer synligheden af bygningerne set fra stranden. Der er dermed ikke en væsentlig indvirkning på de fredede og bevaringsværdige bygninger.



Figur 17-12. Det Grå Fyr (t.h.) og Klitgården (t.v.) er beskyttet af hølfer og skråningsbeskyttelse.



Figur 17-13. Bygningerne på Gl. Fyrvej 12 har bevaringsværdi 2.



Figur 17-14. Langs Krøyersvej har fire bygninger bevaringsværdi 3.

17.4.4 Påvirkning af kulturhistoriske udpegninger

Den planlagte kystbeskyttelse kan potentielt påvirke Frederikshavn Kommunes kulturhistoriske udpegning af værdifuldt kulturmiljø, hvis der sker en visuel eller fysisk påvirkning af de udpegede interesser. Frederikshavn Kommunes retningslinjer for værdifuldt kulturmiljø specificerer, at de kulturhistoriske værdier inden for udpegningerne skal værne og sikres.⁵⁰⁷ Inden for kulturarvsarealet kan der være skjulte fortidsminder, der kan dukke frem ved gravning i jorden.

Den planlagte kystbeskyttelse omfatter aktiviteter inden for udpegningen og kan derfor potentielt påvirke Frederikshavn Kommunes udpegning for værdifuldt kulturmiljø og udpegning for kulturarvsareal for en del af Skagen by, hvis der sker en visuel eller fysisk påvirkning af de udpegede interesser.

⁵⁰⁷ Frederikshavn Kommune, Kommuneplan 2015, <https://frederikshavn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/1#/1148>

Målsætningen om at fastholde kystlinjen ved strandfodring vil overordnet set medføre, at de kulturhistoriske elementer inden for udpegningen kan fastholdes i dens nuværende form, og at den historiske værdi bevares.

Anlægsmaskinerne køres ned på stranden ad eksisterende veje, og det er ikke nødvendigt at etablere midlertidige ramper og tilkørselsveje på tværs af klitten, der eventuelt kan påvirke de kulturhistoriske udpegninger.

Der placeres en midlertidig arbejdsplads ved Det Grå Fyr (st. 900) inden for kommuneplanens udpegningsområde for værdifuldt kulturmiljø. Arbejdspladsen er placeret kortvarigt på den eksisterende parkeringsplads ved Det Grå Fyr, hvor der i forvejen er en del trafik.

Kystbeskyttelsesarbejdet i form af strandfodring varer ca. 14 døgn pr. kilometer, mens de midlertidige arbejdspladser kan blive anvendt i op til to måneder ad gangen, hvorefter de igen nedlægges. På den baggrund vurderes det, at de kulturhistoriske elementer inden for udpegningerne kun bliver visuelt påvirket midlertidigt af arbejdet. Samtidig vil den planlagte kystbeskyttelse betyde, at de kulturhistoriske elementer inden for udpegningerne kan fastholdes i dens nuværende form, og at dens historiske vidnesbyrd bevares. Kystbeskyttelsen vurderes på den baggrund at være i overensstemmelse med kommunens retningslinjer, da de kulturhistoriske udpegninger respekteres.

17.5 Afværgetiltag

I anlægsfasen gennemføres følgende afværgetiltag, som kan hindre, mindske eller kompensere for den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af miljøet:

- I forbindelse med anbringelse af bundankre fra skibe og ved fastholdelse af flyderørledningen skal der opretholdes en sikkerhedsafstand på 500 meter til de fortidsminder på havbunden, der er beskyttet af museumslovens § 29g, stk. 2. Zonen kan mindskes ved marinarkæologisk gennemgang af potentielt geofysisk materiale, hvor det kan påvises, at der ikke findes beskyttede fortidsminder i det planlagte tracé for udlægning af rørledningen.

17.6 Kumulative effekter

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne forstærkes i forhold til kulturarv.

17.7 Sammenfattende vurdering

Konsekvensen af den planlagte kystbeskyttelse for fortidsminder på land vurderes at være moderat, da påvirkninger fra tryk fra tilført af sand og maskiner irreversibelt kan påvirke jordfaste, ikke synlige fortidsminder. Efter strandfodring kan sandet helt eller delvist dække de synlige jordfaste fortidsminder, som samtidig beskyttes mod at ende i havet, hvor de i højere grad kan blive nedbrudt. Konsekvensen af tildækningen vurderes at være begrænset, da fortidsmindernes funktion som kulturhistorisk element ikke ødelægges. Der vil dermed ikke være en væsentlig indvirkning på fortidsminder på land.

Ved kystnær fodring tilføres havbunden store mængder sand i form af klapning, rainbowing eller ved indpumpning gennem flyderørledning. Det vurderes, at tilførslen af sandet ikke vil ødelægge fortidsminderne, men blot tildække eventuelle synlige fortidsminder med sand, som kan beskytte dem mod naturlig nedbrydning. Konsekvensen vurderes at være begrænset og positiv, hvormed der ikke er en væsentlig indvirkning på fortidsminder på havbunden i forhold til kystnær fodring.

Ved anvendelse af flyderørledning anvendes bundankre til fastgørelse af rørledningen. Det vurderes, at ankrene kan beskadige fortidsminderne, når ankrene sænkes ned på havbunden. Da fortidsminder over 100 år er beskyttet af museumsloven, vurderes en skadelig påvirkning at være væsentlig, hvis der ikke indføres afværgetiltag. Der skal derfor holdes en afstand på 500 meter til fortidsminder, som er ældre en 100 år. Afstanden kan reduceres, hvis der udføres en forudgående marinarkæologisk undersøgelse. Efter gennemførelse af afværgetiltaget vurderes der ikke at ske skade på de beskyttede fortidsminder.

De ikke-beskyttede fortidsminder på havbunden kan dog fortsat blive beskadiget ved brug af bundankre. Men som følge af deres alder har de lavere kulturhistorisk interesse, og konsekvensen vurderes derfor at være moderat, og dermed ikke væsentlig.

Strandfodringen kan midlertidigt gøre stranden bredere i op til 100 meter målt fra klitfoden, så både registrerede og endnu ukendte fortidsminder på havbunden inden for de 100 meter fra klitfoden kan blive tildækket af sand. Det eneste registrerede fortidsminde, der formodes placeret inden for en afstand af 100 meter fra klitfoden, er det mere end 100 år gamle vrage (401201-13). Konsekvensen ved tildækningen af vrage vurderes at være begrænset, da kraften fra sandet kun vil tildække vrage og ikke vil ødelægge det. Samtidig vil tildækningen beskytte vrage mod naturens kræfter og naturlig nedbrydning, så længe det er dækket af sand. Der vil dermed ikke være en væsentlig indvirkning på jordfaste fortidsminder på havbunden.

Konsekvensen for de fredede og bevaringsværdige bygningsværker ved den planlagte kystbeskyttelse vil være begrænset, da de bevaringsværdige bygninger på Gl. Fyrvej 12 er de eneste bygninger, der vil blive påvirket af strandfodringen. Kystbeskyttelsen forhindrer hertil, at bygningerne ender i havet, som følge af kysttilbagerykning. Der er dermed ikke en væsentlig indvirkning på de fredede og bevaringsværdige bygninger.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til kulturarv er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Påvirkning af fortidsminder på land					
Færdsel med maskiner og arbejdspladser	Lille	Lokal	Meget høj	Vedvarende	Moderat
Påvirkning ved strandfodring	Stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Påvirkning af fortidsminder på havbunden					
Kystnær fodring	Lille	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Sandfodring med rørledning	Lille	Lokal	Meget høj	Vedvarende	Moderat ¹
Udvidelse af stranden	Lille	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Påvirkning af fredede og bevaringsværdige bygninger	Moderat	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Påvirkning af kommuneplanens kulturhistoriske udpegninger					Overensstemmelse

Tabel 17-4. Opsummering af de samlede miljøpåvirkninger af kulturarv og kulturhistoriske interesser forbundet med den planlagte kystbeskyttelse efter anvendelse af afværgetiltag. ¹ angiver vurdering efter gennemførelse af afværgetiltag i form af en sikkerhedsafstand på 500 meter fra 100 år gamle fortidsminder på havbunden.

18. MATERIELLE GODER

Kapitlet beskriver påvirkningen af materielle goder ved gennemførelse af den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen.

18.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet på baggrund af:

- Skrivebordsundersøgelse af eksisterende viden fra tidligere analyser, undersøgelser, rapporter, samt Frederikshavn Kommune.
- Interviews med nøgleinteressenter i Frederikshavn Kommune, herunder Center for Teknik og Miljø, Det Grå Fyr og Skagen Turistbureau. Hertil er der foretaget en felttur, hvor der blev indgået dialog med lokalbefolkningen langs strækningen.
- Indsamling af ejendomsdata på den relevante strækning fra hhv. Bygnings- og Boligregistret (BBR) samt Det Fælleskommunale Ejendomsstamregister (ESR) og OIS.
- Indsamling af data for landbrugsarealer fra Landbrugs- og Fiskeristyrelsen.
- Indsamling af data for vejinfrastruktur vha. GIS.
- Indsamling af data for vindmøller fra Energistyrelsen.
- Indsamling af data for tekniske anlæg fra Energistyrelsen, FOT og Frederikshavn Kommune.

Analysen er gennemført ved at undersøge, hvilke materielle goder, der ligger inden for et undersøgelsesområde fra kystlinjen og 200 meter ind i landet langs strækningen ved Skagen.

Ejendommene i BBR-registret optræder i forskellige ejendomstyper, hvor Rambøll har inddelt ejendomsdata i følgende fem kategorier:

- Beboelse
- Sommerhuse
- Landbrug
- Industri og andet erhverv
- Andet

Tabel 18-1 neden for opsummerer ejendomskategorierne fra BBR-registret, og undersøgelsens kategoriserede grupper.

BBR-registreret ejendomskategori	Samlet kategori
Række-, kæde-, eller dobbelthuset (lodret adskillelse mellem enhederne).	Beboelse
Etagebolig-bygning, flerfamilieshus eller to-familieshus (vandret adskillelse mellem enhederne)	Beboelse
Fritliggende enfamilieshus (parcelhus)	Beboelse
Sommerhus	Sommerhuse
Stuehus til landbrugsejendom	Landbrug
Anden bygning til serviceerhverv	Industri og andet erhverv
Bygning til biograf, teater, erhvervsmæssig udstilling, bibliotek, museum, kirke o. lign.	Industri og andet erhverv
Bygning til hotel, restaurant, vaskeri, frisør og anden servicevirksomhed	Industri og andet erhverv
Bygning til kontor, handel, lager, herunder offentlig administration	Industri og andet erhverv
Anden bygning til fritidsformål	Andet

Tabel 18-1. Kategorier-inddeling fra BBR-registreret data. Den samlede kategori angiver betegnelsen, som bliver brugt i det følgende.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af materielle goder er tilstrækkeligt, og der er ikke identificeret væsentlige mangler i data i forbindelse med arbejdet.

18.2 Eksisterende forhold

De eksisterende forhold er beskrevet i fire underafsnit, som sætter fokus på følgende emner:

- Private ejendomme
- Landbrugsarealer
- Erhvervs ejendomme
- Infrastruktur og tekniske anlæg

I de følgende underafsnit beskrives de eksisterende materielle goder på strækningen ved Skagen inden for et undersøgelsesområde, som relaterer sig til de nævnte emner.

18.2.1 Private ejendomme

På strækningen ved Skagen ligger der en række bygninger inden for undersøgelsesområdet. Bygningerne fremgår af nedenstående tabel, som viser bygningerne fordelt på ejendomstype. Af tabellen fremgår det, at 81 beboelsesejendomme samt otte sommerhuse ligger inden for undersøgelsesområdet.

Ejendomstype	Antal ejendomme	Ejendomsværdi (mio. kr.)
Beboelse	81	311
Sommerhuse	8	35
I alt	89	346

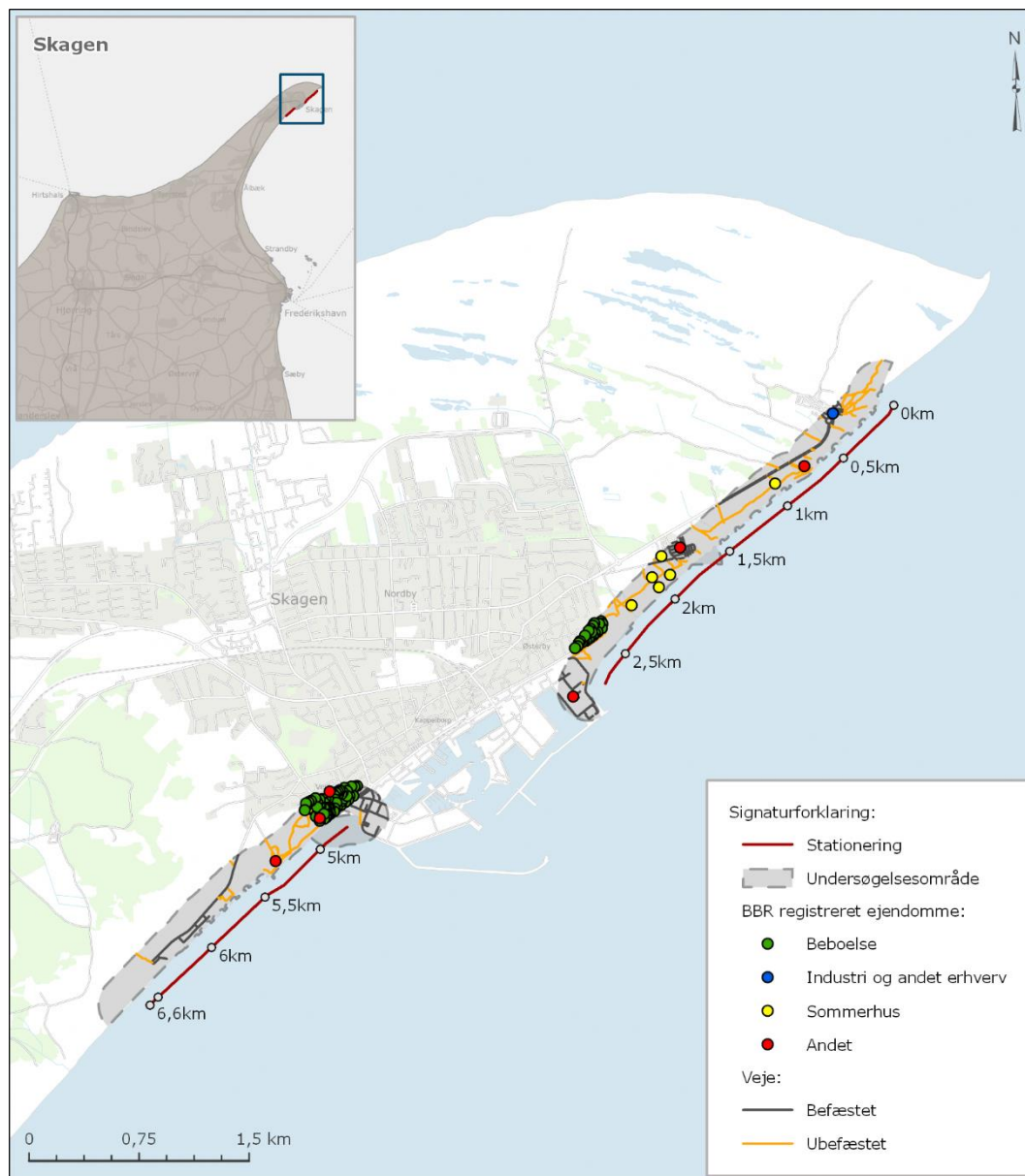
Tabel 18-2. Ejendomstyper og ejendomsværdier (i mio. kr.) inden for undersøgelsesområdet ved Skagen.⁵⁰⁸
 *Tabellen omfatter ikke ejendomsværdier for alle relevante ejendomme, da ikke alle ejendomme findes i ESR-registret.

For at kombinere de identificerede bygninger med relevant information vedrørende ejendomsværdier er der foretaget en screening af, hvilke bygninger, der kan genfindes i BBR- og ESR-registret. Heraf konkluderes det, at der ligger 88 ejendomme med en samlet ejendomsværdi på ca. 346 mio. kr. inden for undersøgelsesområdet. Der er tale om 80 beboelsesejendomme og otte sommerhuse. Der fremgår ikke ejendomsværdier for én af de 81 beboelsesejendomme, hvilket kan skyldes, at bygningen har en meget lav vurderingsværdi, eller at bygningen af anden årsag ikke er registreret.⁵⁰⁹

Kortet nedenfor viser de forskellige ejendomstyper samt vejinfrastrukturen, som ligger inden for undersøgelsesområdet på strækningen ved Skagen. Af kortet fremgår det, at de identificerede ejendomme inden for undersøgelsesområdet primært ligger syd for Skagen Havn bl.a. ved Krøyersvej, Lodsvej, P.K. Nielsens Vej, Søren Skomagers Vej og Mads Jepsens Vej samt nord for Skagen Havn ved Østre Strandvej, Østerbyvej og Strandstien. De identificerede sommerhuse inden for undersøgelsesområdet ligger primært nord for Skagen Havn ved Gl. Fyrvej og Fyrvej.

⁵⁰⁸ Data er hentet fra Bygnings- og Boligregistret (BBR) samt www.OIS.dk (2019). Ejendomsværdier er fundet ved at kombinere data med ESR-registret (Det Fælleskommunale Ejendomsstamregister).

⁵⁰⁹ Det skal bemærkes, at ikke alle matriklens oplysninger er med i ESR. Matrikelnumre kan have mere end én lod, som ovenikøbet kan ligge geografisk adskilt fra hinanden. ESR har ikke oplysninger herom.



Figur 18-1. Ejendomme, landbrugsarealer samt vejinfrastruktur inden for undersøgelsesområdet ved Skagen.

18.2.2 Landbrugsarealer

Inden for undersøgelsesområdet findes ingen landbrugsarealer. Det skyldes at strækningen primært er udlagt til beboelse og sommerhusområder. Derudover er en stor del af området fredet bl.a. ved Skagen Gren for at sikre områdets naturtilstand.

18.2.3 Erhvervsjendomme

Der er identificeret én erhvervsjendom samt seks bygninger under kategorien "andet" inden for undersøgelsesområdet ved Skagen. For at kombinere de identificerede bygninger med relevant information vedrørende ejendomsværdier er der foretaget en screening af, hvilke bygninger, der kan genfindes i BBR- og ESR-registret. Der fremgår ejendomsværdier for fire ud af de seks identificerede bygninger under kategorien "andet" som samlet har en ejendomsværdi på 96 mio. kr. Det drejer sig bl.a. om Det Grå Fyr og Camp One Grenen Camping. Der er ikke oplyst ejendomsværdier på de resterende to bygninger under kategorien "andet", hvilket kan skyldes, at de har

en meget lav vurderingsværdi. Erhvervsbygningen som befinder sig i undersøgelsesområdet, har en ejendomsværdi på ca. tre mio. kr.

Ejendomstype	Antal ejendomme	Ejendomsværdi (mio. kr.)
Industri og andet erhverv	1	3
Landbrug	-	-
Andet	6	96
I alt	7	99

Tabel 18-3. Ejendomstyper og ejendomsværdier (i mio. kr.) inden for undersøgelsesområdet ved Skagen.⁵¹⁰

*Tabellen omfatter ikke ejendomsværdier for alle relevante ejendomme, da ikke alle ejendomme findes i ESR-registret.

18.2.4 Infrastruktur og tekniske anlæg

Af Figur 18-1 fremgår vejnettet ved Skagen. Vejene er inddelt i hhv. befæstede og ubefæstede veje. Den primære vej til og fra Skagen er Frederikshavnvej, som løber gennem Skagen by og til parkeringspladsen ved Grenen, hvor den sidste del af vejen befinder sig inden for undersøgelsesområdet. Fra Skagen by og til Damstederne løber Damstedvej der ligger bag klitten. Der ligger sammenlagt 9,6 km befæstet vejnet og 8,1 km ubefæstet vejnet i undersøgelsesområdet. En stor del af de ubefæstede veje fører ind til ejendommene, som er identificeret i undersøgelsesområdet. Der er ingen el- og varmeanlæg inden for undersøgelsesområdet.

18.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, når den planlagte kystbeskyttelse ikke realiseres. I det efterfølgende er risiko og mulige skader på de materielle goder ved 0-alternativet beskrevet for:

- Private ejendomme
- Landbrugsarealer
- Erhvervsejendomme
- Infrastruktur og tekniske anlæg

18.3.1 Private ejendomme

En realisering af 0-alternativet vil medføre, at kysten udvikler sig naturligt. Den naturlige tilbage-rykning på den 6,5 km lange strækning ved Skagen vil i gennemsnit ligge på 0 - 0,5 meter årligt, hvis der ikke sandfodres. Dog kan den naturlige kysttilbagerykning variere signifikant fra år til år, og en enkelt storm kan erodere væsentligt mere af kysten. I tilfælde af en 100 års stormhændelse, kan kysten akut erodere 15 meter.

Den gennemsnitlige kysttilbagerykning sammen med den akutte erosion kan medføre, at fem bygninger på strækningen er erosionstruede inden for perioden 2020-24. Én bygning ligger nordøst for Grå fyr, imens tre bygninger ligger sydvest for Grå fyr. Den sidste bygning ligger ved Sønderstrand (se kapitel 5 0-alternativet). To af de fem bygninger er registrerede sommerhuse, hvor ét af husene dækker over to bygninger. De resterende bygninger er ikke registreret i BBR-registret og er sandsynligvis mindre offentlige ejede bygninger.

En realisering af 0-alternativet vil desuden medføre en risiko for kollaps af skråningsbeskyttelse ved delstrækningen "Havnen - Klitgården" samt ved det Grå Fyr, men kollapse forventes ikke, at medføre oversvømmelsesrisiko i baglandet. Et kollaps vil betyde, at klitterne på strækningen vil begynde at erodere bort.

⁵¹⁰ Data er hentet fra Bygnings- og Boligregistret (BBR) samt www.OIS.dk (2019). Ejendomsværdier er fundet ved at kombinere data med ESR-registret (Det Fælleskommunale Ejendomsstamregister).

Risikoen for tab af ejendomme som følge af erosion vil øges med årene, hvis 0-alternativet realiseres. På længere sigt betyder det, at flere ejendomme, der ikke umiddelbart er i risiko i 0-alternativet, vil få en lavere sikkerhed end målsætningen i Fællesaftalen. Når der ikke gennemføres kystbeskyttelse, kan de private ejendommers værdi under alle omstændigheder blive forringet, ligesom lysten til at foretage investeringer og bosætte sig i området vil aftage til skade for lokalsamfundet.

Ophør af kystbeskyttelsen kan medføre større sandflugt fra klitterne som følge af øget risiko for brud i klitternes vegetation, hvis der sker erosion af klitterne. Vindbrud kan bl.a. medføre, at sand vil fyge til de bagvedliggende arealer, hvor det aflejres. Der kan derfor være private ejendomme, der bliver påvirket yderligere af sandfygning.

18.3.2 Landbrugsarealer

På strækningen ved Skagen er der ingen landbrugsarealer inden for undersøgelsesområdet.

18.3.3 Erhvervsejendomme

Det vurderes, at den identificerede erhvervsbygning samt de seks identificerede bygninger under kategorien "andet" ikke ligger i risikozonen for at blive påvirket inden 2024, hvis 0-alternativet realiseres, da omfanget af den forventede tilbagerykning ikke når ind til bygningernes. Svækkelsen af kysten vil dog betyde, at risikoen for erosion på længere sigt vil stige, hvilket betyder, at erhvervsejendomme inden for undersøgelsesområdet kan miste værdi, og at investeringslysten kan svækkes.

18.3.4 Infrastruktur og tekniske anlæg

0-alternativet vil øge risikoen for erosion af infrastrukturen på lang sigt. Dog vurderes det ikke, at det samlede vejnet på 17,8 km inden for undersøgelsesområdet påvirkes i perioden 2020-24, hvilket skyldes omfanget af den forventede tilbagerykning og infrastrukturens placering. Der findes ikke el- og varmeanlæg eller anden vigtigt infrastruktur inden for undersøgelsesområdet.

18.4 Vurdering af påvirkninger

I det følgende vurderes miljøpåvirkningerne af materielle goder og de afledte effekter heraf som følge af den planlagte kystbeskyttelse i perioden 2020-24. Påvirkningerne beskrives for følgende emner:

- Private ejendomme
- Landbrugsarealer
- Erhvervsejendomme
- Infrastruktur og tekniske anlæg

Påvirkningen af de materielle goder har også en indirekte betydning for de samfundsmæssige eller lokalsamfundsmæssige forhold, herunder den sociale struktur og erhvervslivet i området, som derfor indgår i de følgende vurderinger.

18.4.1 Private ejendomme

Gennemførelsen af den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen i perioden 2020-24 vil være med til at opretholde sikkerhedsniveauet af klitterne og den eksisterende kystbeskyttelse og beskytter mod erosion, oversvømmelse og kollaps af skråningsbeskyttelse.

Den planlagte kystbeskyttelse er dermed med til at mindske risikoen for, at private ejendomme i undersøgelsesområdet ved kysten eroderes bort på længere sigt. Konkret medfører kystbeskyttelsen i perioden 2020-24, at fem bygninger bliver beskyttet mod erosion, så de ikke ender i havet.

Kystbeskyttelsen har derfor stor betydning for den lokale befolkning og deres ejendomme. Det skal bemærkes, at der ved delstrækningen Sønderstrand ikke gennemføres kystbeskyttelse, hvormed der vil ske en naturlig tilbagerykning af kysten. På den aktuelle strækninger er der ikke risiko for, at ejendomme eroderer bort eller oversvømmes inden for aftaleperioden.

Ifølge Frederikshavn Kommune har den øgede sikkerhed også stor betydning for investeringslysten i området, og dermed for erhvervslivet. Det afspejles bl.a. i en positiv effekt på lysten til f.eks. at bygge et nyt sommerhus eller købe bolig og bosætte sig langs kysten.

Ligeledes viser en undersøgelse, at der er en positiv effekt på ejendomsværdierne nær områder, hvor der udføres sandfodring.⁵¹¹ Den stigende ejendomsværdi afspejler bl.a. lysten til at købe og bosætte sig, hvilket vil bevare og styrke det lokale samfund.

Den planlagte kystbeskyttelse bidrager generelt til at begrænse sandflugt, da klitterne i højere grad bevarer deres plantedække, når erosionen af kystlinjen begrænses. Til gengæld opretholdes en bredere strand, hvor vinden får større mulighed end hidtil for at skabe sandflugt langs kysten og mod klitterne. Sandets størrelse forventes dog ikke at afvige væsentligt fra sandet, som i forvejen findes ved kysten (se afsnit 8.4.2), hvorfor karakteren af sandfygningen ikke forventes at være anderledes end i dag.

Samlet vurdering: Den planlagte kystbeskyttelse vil med meget stor sandsynlighed beskytte de udsatte, private ejendomme langs kyststrækningen mod erosion, oversvømmelse og øget sandfygning, da kystlinjen og klitterne fastholdes på de kritiske strækninger. Effekten af kystbeskyttelsen vurderes at være lokal, da kystbeskyttelsen beskytter ejendomme på strækningen ved Skagen. Påvirkningsgraden vurderes at være høj, da der er tale om, at kystbeskyttelsen forhindrer tab af private ejendomme. Påvirkningen vil være lang, da ejendommene beskyttes mod erosion, så længe kystbeskyttelsen foretages. Konsekvensen af den planlagte kystbeskyttelse vurderes derfor som positiv og moderat.

18.4.2 Landbrugsarealer

På strækningen ved Skagen findes ingen landbrugsarealer inden for undersøgelsesområdet.

18.4.3 Erhvervsejendomme

Der ligger ingen erhvervsejendomme ligger ikke inden for risikozonen for erosion eller oversvømmelse inden for perioden, dog vil en fortsat kystbeskyttelse bidrage til fremadrettet at beskytte erhvervsbygningen samt de seks bygninger under kategorien "andet", som findes inden for undersøgelsesområdet mod oversvømmelse og erosion. Kystbeskyttelsen bidrager også til at bevare investeringslysten og værdien af erhvervsbygninger i et større område omkring de erosionstruede bygninger

Den planlagte kystbeskyttelse vil med stor sandsynlig beskytte erhvervsejendommene langs kyststrækningen mod at gå tabt, da kystbeskyttelsen fastholder den nuværende klitlinje. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da der ikke er nogen erhvervsejendomme som er i risiko for ero-

⁵¹¹ Panduro et al., 2017, Værdien af et sandfodringsprojekt.

sion frem til 2024. Påvirkningen vil være lang, da ejendommene beskyttes mod erosion og oversvømmelse, så længe kystbeskyttelsen gennemføres. Konsekvensen af den planlagte kystbeskyttelse vurderes derfor som begrænset og positiv for erhvervsejendommene og de tilknyttede interesser på strækningen.

18.4.4 **Infrastruktur og tekniske anlæg**

Den planlagte kystbeskyttelse vil medvirke til at opretholde den eksisterende vejinfrastruktur i det undersøgte område langs kysten. Kystbeskyttelsen vil i perioden 2020-24 specielt medvirke til at opretholde sikkerhedsniveauet ved skråningsbeskyttelsen, så der ikke sker et kollaps som følge af en 100 års stormhændelse.

Kystbeskyttelsen vil i perioden 2020-24 med stor sandsynlighed medføre en positiv påvirkning af infrastrukturen, fordi kystbeskyttelsen beskytter infrastrukturen fra erosion. Påvirkningsgraden vurderes dog at være lille, da omfanget af udsat infrastruktur er meget begrænset inden for perioden. Påvirkningen er lokal, da den udsatte infrastruktur ikke er kritisk i forhold til at forbinde større geografiske områder. Påvirkningen vurderes at være lang, da infrastrukturen beskyttes, så længe den planlagte kystbeskyttelse forløber. Konsekvensen af den planlagte kystbeskyttelse vurderes samlet set som ubetydelig for infrastrukturen. Kystbeskyttelsen vurderes dermed ikke at medføre væsentlige indvirkninger på infrastrukturen.

18.5 **Afværgetiltag**

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af materielle goder.

18.6 **Kumulative effekter**

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne forstærkes i forhold til materielle goder.

18.7 **Sammenfattende vurdering**

Den planlagte kystbeskyttelse vurderes på sigt at medføre en styrket beskyttelse af de private ejendomme og de tilknyttede interesser på strækningen. Konkret beskyttes fem private ejendomme mod erosion inden for perioden 2020-24. Konsekvensen af den planlagte kystbeskyttelse er derfor samlet set moderat og positiv.

Kystbeskyttelsen skaber tryggere forhold for de erosionstruede ejendomme og bygninger inden for det undersøgte område på strækningen, hvilket har en afsmittende virkning på lysten til bosættelse og investering i området, som kommer lokalsamfundet til gode.

Der er ingen erhvervsejendomme, som er truet af erosion eller oversvømmelse inden for perioden 2020-24. Styrkelsen af kysten vil bidrage til, at nogle få erhvervsbygninger vil blive bedre beskyttet mod en potentiel oversvømmelse på længere sigt. Påvirkningen af erhvervsejendommene og de tilknyttede interesser vil derfor være lang og positiv. Konsekvensen vurderes som begrænset.

Den planlagte kystbeskyttelse vil medvirke til at opretholde den eksisterende vejinfrastruktur i det undersøgte område langs kysten, men omfanget af udsat infrastruktur er meget begrænset inden for perioden, hvorfor kystbeskyttelsen vurderes at have positive og ubetydelige konsekvenser for infrastrukturen.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til materielle goder er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Private ejendomme	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
Erhvervsejendomme	Stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
Infrastruktur og tekniske anlæg	Stor	Lokal	Lille	Lang	Ubetydelig

Tabel 18-4. Opsummering af miljøpåvirkninger på materielle goder forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

19. TURISME OG REKREATION

Kapitlet beskriver påvirkningen af turisme og rekreation i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse ved Skagen.

19.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet på baggrund af en omfattende indsamling af viden i form af:

- Skrivebordsundersøgelse af eksisterende viden fra tidligere analyser, undersøgelser, rapporter samt Frederikshavn Kommunes hjemmeside.
- Interviews med nøgleinteressenter i Frederikshavn Kommune, herunder Center for Teknik og Miljø, Det Grå Fyr og Skagen Turistbureau. Hertil er der foretaget en felttur, hvor der blev indgået dialog med lokalbefolkningen langs strækningen.
- Statistik fra VisitDenmark og Danmarks Statistik.

Respondenterne til de semistrukturerede interviews er udvalgt på baggrund af en forudgående kortlægning af de nøgleinteressenter og ressourcepersoner, som kunne bidrage med viden til de relevante temaer inden for turisme og rekreation. De interessenter, som fremgik af kortlægningen, men ikke blev interviewet, er inkluderet gennem skrivebordskortlægning og overlappende ekspertudsagn fra f.eks. Friluftsrådet og Rådet for Større Badesikkerhed. I forhold til institutioners (skoler, dagtilbud og plejehjem) anvendelse af kysten, har Frederikshavn Kommune kunne bidrage med viden. Derudover er der foretaget et besøg i området, hvor der lokalbefolkningen langs strækningen er hørt.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere kystbeskyttelsens påvirkninger af turismen ved Skagen er tilstrækkeligt.

19.2 Eksisterende forhold

I det følgende beskrives de eksisterende forhold for turisme og rekreative muligheder for strækningen ved Skagen med fokus på kystens og kystbeskyttelsens betydning. Fællesaftalen omfatter en kyststrækning på ca. tre kilometer nord for Skagen, som strækker sig fra Sønderstrand til nordvest for det Grå fyr. Derudover dækker aftalen en strækning på ca. to kilometer syd for Skagen, som løber fra havnen og ned forbi Damstederne.

19.2.1 Kystens attraktionsværdi

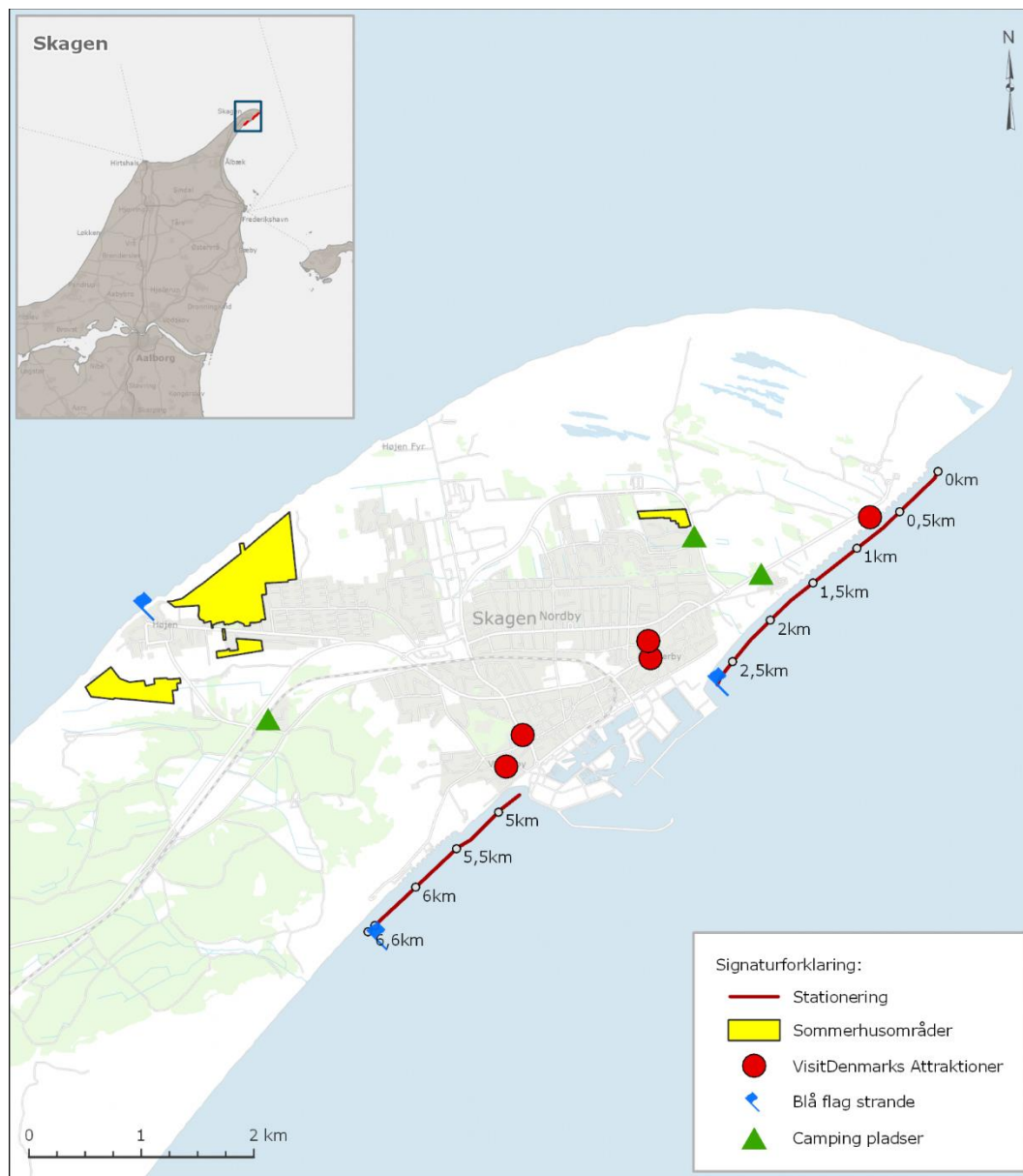
Skagen er et vigtigt punkt for turismen i Danmark. Her udgør kysten og naturen centrale elementer for turismen og det eksisterende udbud af oplevelser og turistservices. Figur 19-1 viser sommerhusområder, campingpladser, VisitDenmark attraktioner og "blå flag strande" på strækningen.

Turisme og forbrug

Skagen ligger i Frederikshavn kommune, som med en turismeomsætning på ca. to mia. kr. ligger på en syvende plads over de kommuner med største turismeomsætning i Danmark.⁵¹² Der er ca. 2.450 årsværk i turismebranchen i Frederikshavn Kommune, som udgør ca. 8,8 % af arbejdsstyrken. Frederikshavn kommune har ca. 1,5 mio. overnatninger årligt, hvor både Skagen, Sæby og

⁵¹² "Turismen økonomiske betydning i Danmark", VisitDenmark (2016)

Frederikshavn tiltrækker turister. Det anslås, at kommunen besøges af mere end fem mio. mennesker årligt.⁵¹³



Figur 19-1. Kort over sommerhusområder, campingpladser, VisitDenmark turistattraktioner og "Blå Flag"-bade-strande på strækningen ved Skagen.

Størstedelen af turisterne i Skagen kommer fra Danmark og Norge. Skagen som turistdestination oplever et relativt højt døgnforbrug sammenlignet med Vestkysten gennem et større antal hotelovernatninger og et bymiljø, der er unikt og af meget høj kvalitet, som tiltrækker et købestærkt segment.⁵¹⁴ Byen byder på en lang række shopping muligheder, og der er mange gode spisesteder i Skagen og omegn, hvor det er muligt at få gastronomiske oplevelser eller smage dagens fangst fra havet, hvilket er med til at hive turisternes døgnforbrug op.

⁵¹³ Frederikshavn Kommune 2017, Skagen er Danmarks bedste kystferiedestination, <https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/skagen-er-danmarks-bedste-kystferiedestination?publisherId=4502249&releaseId=11661281>

⁵¹⁴ "Udviklingsplan for Vestkysten", Partnerskab for Vestkyst turisme (2018)

Sydøst for Det Grå Fyr ligger campingpladsen CampOne Grenen Camping, tæt på Grenen og Skagen by. Der findes en lang række hoteller, bed and breakfast-steder, og det er derudover muligt at leje sommerhuse og huse gennem Airbnb.⁵¹⁵ Skagen er ligeledes populær som destination for krydstogtskibe.

Turismefaciliteter og attraktioner

Ved Skagen findes en lang række attraktioner for familier og kultur- og fugleinteresserede. Heriblandt Ørnereservatet, Farm Fun, Skagen Kirke, Den Tilsandende Kirke og naturfænomener som Råbjerg Mile, der er Danmarks største vandrekliet.

Ligeledes findes der en lang række af museer i Skagen, såsom Anchers Hus og Saxilds Gaard, hvor to af de mest fremtrædende skagensmalere, Anna og Michael Ancher havde deres hjem. I Skagen Vesterby ligger Drachmanns Hus, hvor digteren og maleren Holger Drachmann boede. På Grenen findes Grenen Kunstmuseum, Skagen Bunkermuseum og syd for Grenen ligger Skagen Grå Fyr, som er et center for trækfugle, der blev indviet i 2017.⁵¹⁶ Derudover findes Kystmuseet Skagen, Naturhistorisk Museum, Skagen Odde Naturcenter, Skagen Bamsemuseum og Skagen Museum, hvor spisesalen fra Brøndums Hotel blev overført til museet i 1946. Brøndums hotel var i 1870'erne samlingspunkt for skagensmalere som Peder Severin, Krøyer, og Anna og Michael Ancher. Ved Skagen lystbådehavn ligger de karakteristiske røde Fiskerpakhuse med sort tag.

Oplevelser

Strækningen profilerer sig især på det aktive friluftsliv og kulturen, og området byder i den henseende på oplevelser af mangfoldig karakter, hvor samlingspunkterne for turister hovedsageligt er koncentreret omkring Grenen, Skagen by og naturområderne på Skagen Odde. Langs strækningen er der mulighed for badning, vandring, MTB, ridning og løb. Flere steder er der gode muligheder for lystfiskeri og andre friluftaktiviteter som kajak og surfing. Under gunstige vejrforhold kan der indsamles rav.⁵¹⁷ Det fremgår af Figur 19-1, at der ligger to badestrande med "Blå Flag" inden for undersøgelsesområdet.

Adskillige lokale arrangementer, som ofte inddrager kysten, finder sted ved Skagen. Det årlige Skagen Marathon inddrager kyststrækningen, hvor deltagerne blandet andet løber i Skagen Plantage og ved Grenensporet. Det er også muligt at løbe Grenen Rundt, en 26 km løbsrute som både løber langs Damstederne, ved Nordstrand omkring Grenen og langs Sønderstand forbi Skagen Grå Fyr, Vippefyret og tilbage til Skagen.⁵¹⁸ Derudover er det muligt at deltage i Skagen Odde Ultratrail med 30 og 60 km distancer samt et ½ maraton trail-løb i de smukke omgivelser ved Skagen.

Kystbeskyttelse og turisme

Kystens udvikling ved Skagen er dynamisk, og landskabet har udviklet sig meget over tid. Da det Grå Fyr blev opført i 1858, var det placeret midt på Skagen Odde. I dag ligger Skagen kun få meter fra havet pga. erosion af kysten. Kystbeskyttelsen har stor betydning for turismen i området, da den i sig selv er en historisk attraktion, som har formet kulturen og bidrager til at tiltrække besøgende. Herudover har kystbeskyttelsen stor betydning for tilgængeligheden til hav og strand på strækningen, og kystbeskyttelsen påvirker de rekreative anvendelsesmuligheder for turister.

⁵¹⁵ Toppen af Danmark, Øvrig overnatning i Skagen og omegn, <https://www.toppenafdanmark.dk/skagen-tourist/ovrig-overnatning-i-skagen>

⁵¹⁶ Toppen af Danmark, Museer og seværdigheder i Skagen, <https://www.skagen-tourist.dk/nordjylland/museer/museer-og-sevaerdigheder-i-skagen>

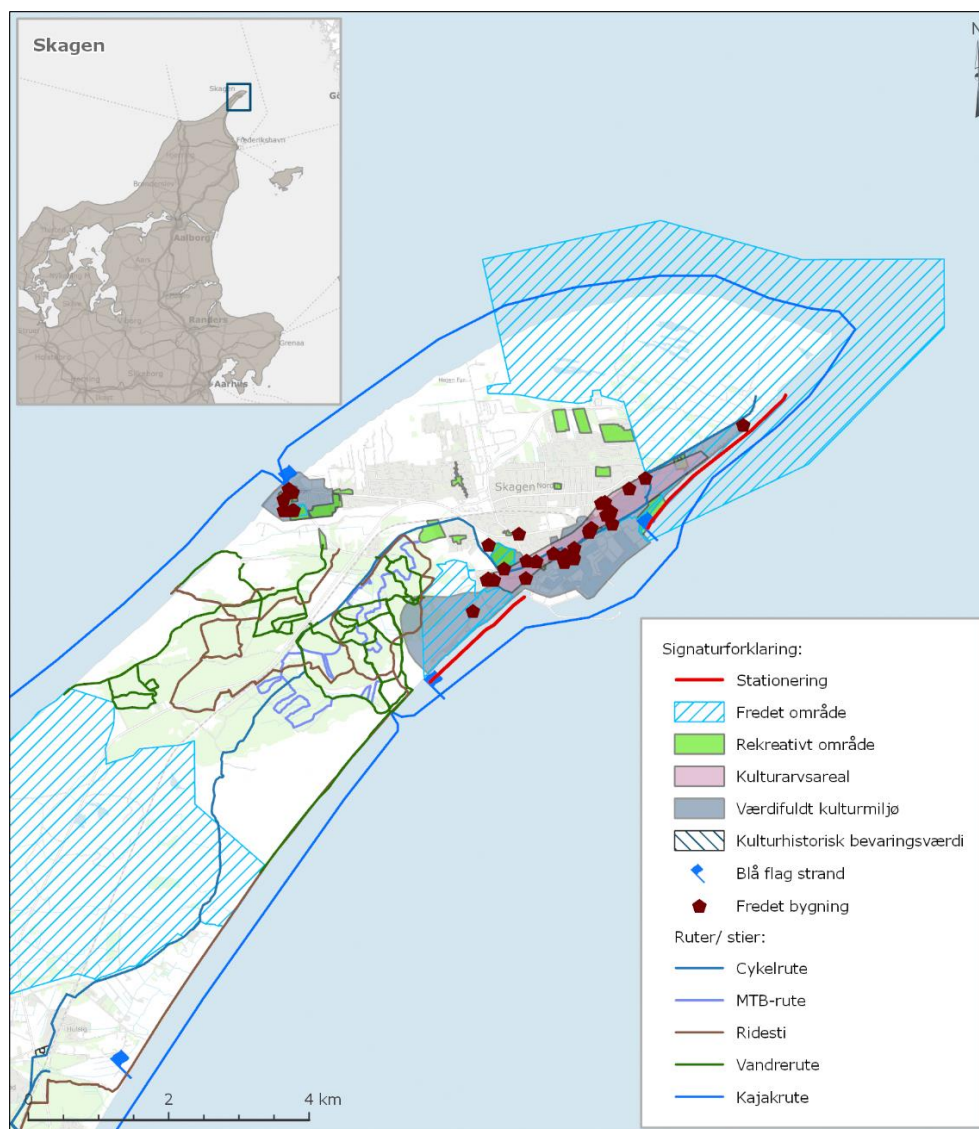
⁵¹⁷ Toppen af Danmark, Rav i Toppen af Danmark, <https://www.toppenafdanmark.dk/toppenafdanmark/rav-i-toppen-af-danmark>

⁵¹⁸ Skagen Marathon, <http://www.skagenmarathon.dk/>

Gennem de senere årtier har der under Fællesaftalerne været gennemført sandfodring med varierende intensitet på strækningen. Ifølge Frederikshavn Kommune har der ikke tidligere været rettet henvendelse fra turister, som har oplevet gener i forbindelse med sandfodring. Der er dog ikke tidligere gennemført undersøgelser af sandfodringens betydning for turismen. Til gengæld kan sandfodringen på visse steder skabe en bedre badestrand, hvilket turisterne gør brug af.

19.2.2 Rekreative muligheder

Grenen nord for Skagen er spidsen af Skagens Odde og Danmarks nordligste punkt. Her mødes de to have, Skagerrak og Kattegat. Den overordnede kystudvikling ved Grenen er dynamisk, hvilket historisk har betydet, at Grenen nu ligger mere mod nordvest end tidligere. Grenen er et populært udflugtsmål og regnes for at være en af verdens største odder.⁵¹⁹



Figur 19-2. Stisystemer og rekreative områder langs strækningen ved Skagen.⁵²⁰

⁵¹⁹ Naturturist Nordjylland 2011, Skagens Gren, <https://www.naturturist.dk/skagen/grenen.htm>

⁵²⁰ Note: Kortet er udarbejdet via data fra Naturstyrelsen over stisystemer og ruter, plandata fra Erhvervsstyrelsen over rekreative områder og data om kulturarv fra Slots- og Kulturstyrelsen. Kortet er udarbejdet på baggrund af data fra Bygnings- og Boligregistret (BBR)

Landskabet omkring Grenen er fredet naturreservat og hjemsted for et rigt dyreliv.⁵²¹ Området er et af de steder i Danmark, hvor der kan iagttages flest fuglearter, og området er et enestående sted for trækfugle, da mange fuglearter passerer hen over Skagen. I løbet af et år bliver der observeret ca. 250 forskellige fuglearter.⁵²²

Rekreative aktiviteter

En kortlægning af danskernes havfriluftsliv, også kaldet "det blå friluftsliv", viser, at befolkningen i stort omfang anvender kyststrækningen til motion og andre sundhedsfremmende rekreative aktiviteter. Overordnet set har trefjerdedele af danskerne dyrket vandorienteret friluftsliv inden for det seneste år, hvor ture og ophold ved vand samt badning, svømning m.m. er de mest populære former for hovedaktiviteter.⁵²³

Der findes flere rekreative stier i området omkring Skagen. Grenensporet udspringer fra parkeringspladsen ved Skagen Bunker-Museum og Restaurant De 2 Have. Grenensporet består af fire ruter på hhv. tre, seks og ti kilometer samt en rute på tre kilometer ud til Grenen.⁵²⁴

Skagen har ca. 8.037 indbyggere (2018)⁵²⁵ og er en populær turistby særligt kendt for sine karakteristiske gule huse, unikke natur og strande.⁵²⁶ Lokalbefolkningen og de mange turister ved Skagen bruger i høj grad kyststrækningen op mod Grenen og ved Damstederne, som en mulighed for at komme ud at gå en tur ved vandet. Strandlivet på de brede sandstrande benyttes både sommer og vinter til at opleve det særlige landskab.

Den populære, bynære badestrand, Skagen Sønderstrand har mange stier, hvor nogle er befæstet, så kørestole og barnevogne kan komme frem.⁵²⁷ Det er også her Skagen sankthansbål tændes hvert år.

Der er mulighed for kyst- og molefiskeri i Skagen bl.a. ved Damstederne og fra molerne ved Skagen Havn. Skagen Havn regulerer lystfiskeri fra havnens arealer.⁵²⁸ Skagen Havfiskeriklub har til formål at fremme det sportslige havfiskeri med stang og line ved Skagen. Klubben står bl.a. bag den årlige Skagen Havfiskerifestival.

19.2.3 Turisme og udviklingsmuligheder

Turisthus Nord, som er en fusion af de tre turistforeninger i Skagen, Frederikshavn og Sæby, arbejder på at profilere og markedsføre Skagen i både Danmark og i udlandet. Turisthus Nord arbejder bl.a. sammen med lokale erhvervsaktører og med turismeorganisationerne Visit Nordjylland, Toppen af Danmark og VisitDenmark.

⁵²¹ VisitNordjylland, Grenen ved Skagen, <https://www.visitnordjylland.dk/oplevelser/natur/grenen>

⁵²² Toppen af Danmark, Skagens enestående natur, <https://www.toppenafdanmark.dk/nordjylland/skagens-enestaaende-natur>

⁵²³ Friluftsliv Rådet 2018, Danskerne elsker det blå friluftsliv, <https://friluftslivraadet.dk/nyheder/nyhed/danskerne-elsker-bla-friluftsliv>

⁵²⁴ Toppen af Danmark, <https://www.toppenafdanmark.dk/toppen-af-danmark/se-oplevels/grenensporet-oplevelser-paa-grenen-gdk1011146>

⁵²⁵ Danmarks Statistik 2019, Statistikbanken, <http://www.statistikbanken.dk/BY1>

⁵²⁶ VisitNordjylland, Skagen, <https://www.visitnordjylland.dk/skagen-nordjylland>

⁵²⁷ Toppen af Danmark, Strande i og omkring Skagen, <https://www.toppenafdanmark.dk/skagen/se-oplevels/sommer/strande-i-skagen>

⁵²⁸ Skagen Havn, Lystfiskerne – Bidrager positivt til livet på havnen, <http://www.skagenhavn.dk/dk/om-skagen-havn/fakta/lystfiskeri>

Det fremgår bl.a. af Turisthus Nords Turismestrategi 2020, at organisationen arbejder på at udvide sæsonen gennem forskellige aktiviteter.⁵²⁹ Udvidelsen af sæsonen skal bl.a. ske gennem et kvalitetsløft af byrummet og flere shopping og madmuligheder uden for sæsonen.⁵³⁰

19.3 0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke realiseres. I det følgende beskrives 0-alternativets betydning for turismen med fokus på:

- Kystens attraktionsværdi
- Kystens tilgængelighed
- Turisme og udviklingsmuligheder

19.3.1 Kystens attraktionsværdi

En realisering af 0-alternativet vil medføre en tilbagetrækning af kystlinjen og klitrækkerne på mellem til 0 - 1,5 meter årligt frem til 2024. Udover den gennemsnitlige årlige tilbagerykning af kysten, kan der desuden forekomme en akut tilbagerykning af kystlinjen på 15 meter under en 100 års stormhændelse. Den naturlige kysterosion kan derved komme til udtryk gennem en ændring af strand- og klitlandskab i form af smallere strande, tilbagerykning og mindsning af klitlandskabet og en forringelse af naturværdierne på strækningen ved Skagen. Da der langs strækningen er hård kystbeskyttelse kan 0-alternativet betyde at kystprofilen bliver stejlere. Et stejlere kystprofil kan forringe badeforholdene idet vandet hurtigere bliver dybt. Vandet og kysten spiller en afgørende rolle for turismen på strækningen, og kystens tilgængelighed har stor betydning for turisternes valg af destination.

Kystbeskyttelsen har i sig selv betydning for kystens attraktionsværdi for turister. Hvis sandfodringen opgives, kan den hårde med tiden blive undermineret og bryde sammen eller få et 'slidt' udtryk, som vil give strækningen et forfaldent udseende. Et forfald af den hårde kystbeskyttelse på strækningen vil forringe den kulturhistoriske forståelse omkring kystbeskyttelsen og have negativ indvirkning på turisternes opfattelse af området. Kulturhistoriske elementer som f.eks. bunkere vil ligeledes blive påvirket af kystudviklingsdynamikken, hvilket kan påvirke attraktionsværdien.

19.3.2 Tilgængelighed

Flere friluft aktiviteter som f.eks. vandreture, løb, surfing, kulturelle events mv. gør brug af kysten og stranden. Hvis forholdene forringes ved, at strandene bliver smallere, og klitterne eroderes, kan nogle af arrangementerne miste en del af deres værdi.

De arrangementer, som foregår helt nede på stranden, som f.eks. Skagen Marathon, Skagen Odde Ultratrail m.fl., vil eventuelt skulle tilpasse sig kystforholdene, og 0-alternativet kan medføre, at for eksempel løbsruter skal omlægges, at deltagerantallet skal reduceres, eller at arrangementer i værste tilfælde må aflyses eller flyttes. Det er mindre sandsynligt i perioden frem til 2024, men på længere sigt øges risikoen for, at muligheder for aktiviteter og arrangementer forringes betydeligt.

Tilgængeligheden af badestranden kan blive påvirket negativt af, at strandbredden reduceres, og kystprofilen forstejles.

⁵²⁹ Turisthus Nord, Turismestrategi 2020, https://www.toppenafdanmark.dk/sites/default/files/asp/toppenafdanmark/TuristhusNord/Nyhedsbreve/November2015/turismestrategi_2020_002.pdf

⁵³⁰ Partnerskab for vestkyst turisme, Vestkysten i dag og i fremtiden, <https://www.vestkystturisme.dk/media/1785/vestkysten-i-dag-og-i-fremtiden.pdf>

Det er ikke muligt at give et konkret estimat på, hvad 0-alternativet vil betyde for turismeaktiviteten og forbruget, da det er svært entydigt at bestemme forholdet mellem turistefterspørgslen og kyststrækningens eksisterende tilstand.

Kystens tilgængelighed har stor betydning for befolkningens adfærd, da den er med til at styrke fællesskabet i lokalsamfundet pga. den historiske udvikling. Hvormed det er rimeligt at antage, at der vil være en delvis proportionel sammenhæng mellem antallet af turister og tilgængeligheden til hav og strand på strækningen.

Samlet set forventes 0-alternativet forandringer på kyststrækningens tilgængelighed at være relativt moderate inden for den korte periode fra 2020-24, hvormed 0-alternativets konsekvens for turismen bliver begrænset, selv om der kan ske en reduktion af tilgængeligheden.

19.3.3 Rekreative muligheder

Smallere og mere udsatte strande kan lokalt forringe muligheden for at bruge kysten til rekreative aktiviteter. De rekreative aktiviteter, som foregår helt nede på stranden, vil eventuelt skulle tilpasse sig kystforholdene, og 0-alternativet kan medføre, at for eksempel løberuter skal omlægges, at deltagerantallet skal nedsættes, eller at arrangementer i værste tilfælde må aflyses eller flyttes.

Samlet set vurderes det, at 0-alternativet vil have begrænset indvirkning på de rekreative forhold. Det vil fortsat være muligt at benytte stranden rekreativt og afholde arrangementer på stranden.

19.3.4 Turisme og udviklingsmuligheder

Hvis 0-alternativet realiseres, vil havet gøre indhug i den kapital (værdien forbundet med kysten og stranden), som områdets turistservices og oplevelsesøkonomi bygger på. Det er ikke muligt at give et konkret estimat for, hvad 0-alternativet vil betyde for turismeaktiviteten og forbruget, da det er svært entydigt at bestemme forholdet mellem turist-efterspørgslen og kyststrækningens karakter og attraktion.

Eftersom hovedparten af turister har kysten og strandene som det primære trækplaster, er det dog rimeligt at antage, at der vil være en sammenhæng mellem antallet af turister og kystens attraktionsværdi på den samlede strækning. Der er derfor en risiko for, at 0-alternativet vil medføre en negativ effekt på turismen og det afledte forbrug og dermed udviklingen af turismeerhvervet. En forringet turistinteresse vil ligeledes reducere investeringslysten i forhold til at udvikle erhvervet.

19.4 Vurdering af påvirkninger

Den planlagte kystbeskyttelse kan medføre konsekvenser for turisme og rekreation, som i det følgende beskrives, analyseres og vurderes med fokus på:

- Påvirkning af kystens attraktionsværdi
- Påvirkning af rekreative muligheder
- Påvirkning af turismeudviklingen

19.4.1 Kystens attraktionsværdi

Den planlagte kystbeskyttelse kan påvirke kystens attraktionsværdi for turister og andre brugere i forhold til oplevelsen af kystlandskabets karakter og kvaliteten af ophold på stranden og langs kysten.

Ophold ved kysten

I forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse kan stranden og kystlandskabet blive forstyrret af sandfodringsskibene, rørledninger og store entreprenørmaskiner, der arbejder kystnært og på stranden.

Samlet set vil varigheden for aktiviteter med entreprenørmaskiner i forbindelse med strandfodring langs én kilometer kyststrækning være op til ca. to uger, som beskrevet i afsnit 3.6.3. Generne fra arbejdet er dermed midlertidige, men kan forekomme op til to gange inden for aftaleperioden. På grund af turistsæsonen foregår strandfodringen uden for højsæson for turister i skolerens sommerferie fra midt juli til midt august.

Såvel skibe som entreprenørmaskiner medfører støj og forurening af luften, som kan virke generende for turister og andre besøgende ved de berørte kyststrækninger. Selve tilstedeværelsen af maskiner og skibe kan også opfattes som en gene, da de kan forstyrre turisternes opfattelse af kystens visuelle og sanselige udtryk.

Kystbeskyttelsesaktiviteterne kan medføre støj, der kan være forstyrrende for turister og andre besøgende ved de berørte kyststrækninger. Støjpåvirkningen på den samlede strækning beskrives nærmere i kapitel 20 *Befolkning og menneskers sundhed*. Heraf fremgår det, at der på strækningen er identificeret 1.672 støjfølsomme bygninger med en støjpåvirkning over 40 dB(A) og ni bygninger med en støjpåvirkning over 70 dB(A). En større andel af de støjpåvirkede bygninger er sommerhuse, som udlejes til turister. Da der ved strandfodring arbejdes dag og nat, kan støjen opleves som generende, hvad der ikke mindst vil være tilfældet for turister på ferie, som opholder sig i berørte områder i netop den periode, hvor kystbeskyttelsesaktiviteterne foregår. Påvirkningen begrænses dog af, at kystbeskyttelse i højsæsonen så vidt muligt undgås i de mest intensivt besøgte områder. Selvom aktiviteterne ofte tiltrækker interesserede tilskuere, skal påvirkningen af kystens attraktionsværdi især vurderes ud fra de gener, der påføres turister, der skal opholde sig længere tid nær de områder, hvor der sandfodres.

I forbindelse med sandfodringen vil der også midlertidigt kunne forekomme en forøget luftforurening tæt på selve sandfodringsarbejdet. Den øgede luftforurening fra skibe og entreprenørmaskiner har en meget lille påvirkningsgrad med undtagelse af NO₂-immissioner, som midlertidigt vil medføre en meget høj påvirkning. Udledningen sker dog kun i kortere perioder på afgrænsede dele af strækningen, og da arbejdet løbende flyttes langs stranden vil påvirkningen kun ske kortvarigt på den enkelte lokalitet.

Samlet vurdering: Den planlagte kystbeskyttelse vurderes med meget stor sandsynlighed at påvirke kysten attraktionsværdi pga. forstyrrelse og støj fra maskiner. Påvirkningen vil være lokal, da arbejdet er begrænset til de steder, hvor kystbeskyttelsen finder sted på et givent tidspunkt. Arbejdets varighed er midlertidigt, da det samlet set tager op til otte uger at sandfodre de fire kilometer, hvor der skal ske kystbeskyttelse. Påvirkningsgraden kan for nogle turister eller brugere være høj, da der er risiko for, at de kan blive generet af aktiviteter og støj under hele deres besøg. Arbejdet vil dog som udgangspunkt foregå udenfor turisthøjsæsonen i skolerens sommerferie fra midt juli til midt august.. Det vurderes samlet set, at den negative konsekvens af den planlagte kystbeskyttelse for kystens attraktionsværdi for turister og brugere er moderat, hvorfor indvirkningen som følge af forstyrrelser ikke er væsentlig.

Kystlandskabets karakter

Kystlandskabet ved Skagen kendetegnes ved forholdsvis smalle strande med spredt hård kystbeskyttelse. Dele af strandbredden består hertil af stenstrand. Kysten ved Skagen er i høj grad attraktiv for både inden- og udenlandske turister grundet dens placering, hvor Kattegat og Skagerrak mødes på Grenen.

Den planlagte kystbeskyttelse vil bidrage til at opretholde det kendte billede af strækningen. Samtidig vil velholdte strande og en beskyttet klit give de besøgende et indtryk af trygge rammer, som vil fastholde strandene som et udsøgt besøgsmaal, som besøgende vil vende tilbage til. Det vil samtidig have betydning, at den hårde kystbeskyttelse fremstår velbevarede og tilgængelige. Kystens visuelle udtryk kan ændre midlertidigt karakter efter strandfodring (læs mere i kapitel 7 *Landskab*). Kystbeskyttelsesindsatsen forventes derfor ikke at kunne påvirke kysten visuelt i et omfang, som vil have indflydelse på turismen. Hertil kan selve kystbeskyttelsesindsatsen tiltrække turister, som er nysgerrige på, hvordan indsatsen finder sted. Frederikshavn Kommune angiver, at der er flere eksempler på, at turister har vist interesse for kystbeskyttelsesindsatsen og gerne vil observere og vide, hvordan arbejdet gennemføres. På den måde har selve strandfodringsindsatsen en vis attraktionsværdi for besøgende.

Den planlagte kystbeskyttelse bidrager generelt til at begrænse sandflugt, da klitterne i højere grad bevarer deres plantedække, når erosionen af kystlinjen begrænses. Til gengæld opretholdes en bredere strand, hvor vinden får større mulighed for at skabe sandflugt langs kysten og mod klitterne. Sandets kornstørrelse forventes dog ikke at afvige væsentligt fra sandet, som i forvejen findes ved kysten (se afsnit 8.4.2), hvorfor karakteren af sandfygningen ikke forventes at være anderledes end i dag.

Samlet vurdering: Den planlagte kystbeskyttelse vil med meget stor sandsynlighed bidrage til at fastholde kystlandskabets attraktionsværdi overfor turister og rekreative brugere, da de fleste fortrækker det kendte billede af kysten. Den positive påvirkning af attraktionsværdien vil være af lokal betydning, da strækningen er en mindre del af Skagen Oddes kyststrækning. Varigheden af påvirkningen vil være lang, så længe kystbeskyttelsen opretholdes. Graden af påvirkning vurderes at være høj, da kystlandskabets attraktionsværdi på store dele af strækningen fastholdes ved at bevare kystlandskabets nuværende karakter. Det vurderes derfor samlet set, at den planlagte kystbeskyttelse bidrager til at bevare kyststrækningen som et attraktivt besøgsmaal, hvorfor konsekvensen af kystbeskyttelsen vurderes som moderat og positiv for kystens attraktionsværdi.

19.4.2 Rekreative muligheder

Arbejdet med kystbeskyttelse kan begrænse tilgængeligheden og virke forstyrrende, når stranden anvendes rekreativt. På sigt sikrer kystbeskyttelsen til gengæld klitterne og de brede strande, så det er attraktivt og nemt at benytte stranden til rekreative formål. Sandfodringen kan derudover påvirke bølgeforholdene.

Tilgængelighed

Kystbeskyttelsesarbejdet kan påvirke muligheden for rekreativ anvendelse af stranden, hvor især strandfodring kan fylde meget på stranden, når der udlægges rørledninger langs med kystlinjen med en samlet længde på op til én kilometer. Under strandfodringen er det fortsat muligt at gå langs stranden, men det er ikke muligt at passere rørene på grund af deres størrelse. Det kan derfor være besværligt at bevæge sig fra klitterne ned til havet de steder, hvor der udføres strandfodring.

Kystbeskyttelsen kan samtidig begrænse lysten til at udøve rekreative aktiviteter, så længe kystbeskyttelsen står på, da strandgæster har en forventning om, at der er begrænsede forstyrrelser fra maskiner på stranden. Påvirkningen forventes at være størst i højsæsonen på steder med mange turister og besøgende, som f.eks. badestrande, surf spots, sommerhusområder, campingplads, mv.

Det er dog muligt for strandgæster og brugerne at undgå forstyrrelserne ved at benytte andre dele af stranden. I tilfælde af, at der skal foregå rekreative arrangementer langs en strækning, hvor der foregår strandfodring, kan det være nødvendigt at ændre arrangementet. Det vurderes, at arrangementer som udgangspunkt ikke behøver at blive aflyst, da det er muligt at tilpasse eller flytte arrangementer, så de ikke påvirkes af arbejdet på stranden.

Kystnær fodring kan lokalt give anledning til ændrede bølge- og strømforhold langs strækningen ved strækningen ved Skagen, hvilket potentielt kan have en påvirkning af de rekreative interesser (f.eks. badeforhold). Det skal dog hertil nævnes, at revlerne og bølgeforholdene langs kysten i forvejen er meget dynamiske.

Strandfodring, og til dels også kystnær fodring, må især vurderes at kunne være problematisk, hvis arbejdet gennemføres på særligt besøgte strandområder i højsæsonen i skolernes sommerferie fra midt juli til midt august, hvilket dog som tidligere nævnt, så vidt muligt undgås ved de mest besøgte områder. Ifølge de Frederikshavn Kommune har der da heller ikke tidligere været rettet henvendelse fra lokale eller turister, som har oplevet gener i forbindelse med forringede muligheder for at anvende kysten. Det kan dog ikke udelukkes, at det kan ske fremover, hvor intensiteten af kystbeskyttelsen øges til det dobbelte.

Samlet vurdering: Der er lille sandsynlighed for, at brugere af stranden oplever, at tilgængeligheden hindres eller besværliggøres, da arbejdet med strandbeskyttelse kun finder sted nogle få steder samtidigt og inden for begrænsede områder langs strækningen. Påvirkningen sker lokalt, da den er begrænset til de steder, hvor arbejdet med kystbeskyttelse midlertidigt finder sted. Generne fra arbejdet er dermed midlertidige, selvom der kan forekomme arbejde i op til fire gange i løbet af den femårige aftaleperiode. Samtidig foregår sandfodringen udenfor turisthøjsæsonen i skolernes sommerferie fra midt juli til midt august. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da det kun er få områder, der påvirkes på samme tid, og da rekreative aktiviteter og arrangementer kan flyttes til andre dele af stranden. Det vurderes derfor samlet set, at den negative konsekvens af den planlagte kystbeskyttelse for rekreative muligheder er begrænset, og at indvirkningen som følge af kystbeskyttelsen ikke er væsentlig.

Rekreative muligheder

Som beskrevet i afsnittet om de eksisterende forhold, spiller kysten en afgørende rolle for lokal-samfundet langs strækningen. Kysten og stranden bruges i vidt omfang til flere aktiviteter som f.eks. vandreture, løb, badning mv. Som følge af kystbeskyttelsen vil lokalbefolkningen stadig kunne deltage i rekreative aktiviteter, som foregår helt nede på stranden.

Kystens tilgængelighed og strandens bredde har stor betydning for befolkningens adfærd og mulighed for at anvende kysten til rekreative aktiviteter. En opretholdelse af indsatsen for kystbeskyttelse vil medføre, at kystens udstrækning fastholdes, og at de attraktive kystforhold for lokalbefolkningen og turister bibeholdes. Samtidig sikres en landvarig opretholdelse af infrastrukturer, trædestier mv., så de nuværende rekreative muligheder bevares.

Samlet vurdering: Den planlagte kystbeskyttelse vil med meget stor sandsynlighed medføre, at rekreative faciliteter og muligheder bevares langs kysten ved Skagen. Påvirkningens udbredelse vurderes at være lokal, da påvirkningen er knyttet til den fire kilometer lange strækning, hvor der kan ske strandfodring. Påvirkningen vil være lang, da de rekreative muligheder bevares, så længe der kystbeskyttes. Påvirkningsgraden vurderes at være høj, da turister og besøgende vil kunne anvende kysten på samme vis, som de har gjort hidtil. Konsekvensen af kystbeskyttelsen vurderes dermed samlet set at være moderat og positiv for de rekreative muligheder langs stranden, hvormed der ikke er en væsentlig indvirkning.

19.4.3 Turisme og udviklingsmuligheder

Den planlagte kystbeskyttelse vil medføre, at kysterosionen nedbringes, og at de attraktive kystforhold for turister og andre brugere af strandene bevares eller forbedres. Bevaring af kystforholdene vil sikre, at der stadigvæk er mulighed for at besøge og anvende kyst og strand samtidig med, at kystens attraktioner og rekreative muligheder opretholdes.

Udviklingen af turismen langs strækningen ved Skagen er i dag centreret omkring kysten og dens kvaliteter, og der foretages løbende investeringer og initiativer for at fremme og udnytte potentialet i turismeerhvervet. Udvikling af turismen har både betydning for lokalsamfundet i Skagen, men også på kommunalt og regionalt plan.

På strækningen ved Skagen er kysten især kendetegnet ved et særegent og barskt landskab og selve Grenen, som er med til at tiltrække turister og besøgende. Kystbeskyttelsen er en stor del af det eksisterende landskab, hvor sandfodringen er med til at beskytte de hårde kystbeskyttelseskonstruktioner og bidrager til at beskytte naturværdierne. En bevaring af kystforholdene vil sikre, at der stadigvæk er mulighed for at besøge og anvende kyst og strand, samtidig med, at kystens attraktioner opretholdes. Bevaringen af kysten vil alt andet lige medføre en gavnlig påvirkning på turismeaktiviteten og den afledte økonomi.

Selv om der også forekommer negative påvirkninger, i form af midlertidige forstyrrelser og nedsat tilgængelighed i perioden for sandfodring, må det anses som værende af underordnet betydning i forhold til bevarelsen af det attraktive kystlandskab.

Samlet vurdering: Den planlagte kystbeskyttelse vil med stor sandsynlighed påvirke turismeudviklingen på strækningen fremadrettet, da kystbeskyttelsen har afgørende betydning for det grundlag, som turismen ved Skagen bygger på i dag. Udbredelsen af påvirkningen er lokal, da det omhandler Skagen som turistdestination. Påvirkningen er lang, da kystbeskyttelsen vil bidrage til bevaring af turismen, så længe der kystbeskyttes. Påvirkningsgraden vurderes at være høj, da en udeladelse af kystbeskyttelsen kan reducere midler tilført erhvervet og ønsket om at investere i området samt reducere interessen fra nogle turister. Samtidig sikrer kystbeskyttelsen, at kystens landskab og oplevelsesværdi bevares i sin udstrækning, så kysten kan benyttes til de samme aktiviteter som i dag. Konsekvensen vurderes derfor som moderat og positiv.

19.5 Afværgetiltag

Der foreslås ingen afværgetiltag, da den planlagte kystbeskyttelse ikke vurderes at medføre nogen væsentlige påvirkninger af turisme og rekreation.

19.6 Kumulative effekter

Der eksisterer en række vedtagne planer og projekter på turismeområdet, der i samspil med kystbeskyttelsens miljøpåvirkninger vil betyde, at de gavnlige påvirkninger forstærkes i forhold til turismeaktiviteten langs strækningen. Det drejer sig bl.a. om den fælles udviklingsplan for Vestkysten frem mod 2025⁵³¹, som er udarbejdet af sammenslutningen, Partnerskab for Vestkystturisme. De kumulative effekter vurderes dermed at være positive for turisme og rekreation.

⁵³¹ Partnerskab for vestkystturisme, Udviklingsplan for Vestkysten, En fælles ambition for turismen frem mod 2025, <https://www.vestkystturisme.dk/media/1782/udviklingsplan-for-vestkysten.pdf>

19.7 Sammenfattende vurdering

Den planlagte kystbeskyttelse vil medføre, at kysterosionen nedbringes, og at de attraktive kystforhold for turister og andre brugere af strandene bevares eller forbedres. Bevaring af kystforholdene vil sikre, at der stadigvæk er mulighed for at besøge og anvende kyst og strand samtidig med, at kystens attraktioner og rekreative muligheder opretholdes.

Den planlagte kystbeskyttelse kan medføre en negativ konsekvens for kystens attraktionsværdi og dermed turister og brugeres ophold ved kysten, da der for nogle turister eller brugere er risiko for, at de kan blive generet af aktiviteter og støj under hele deres besøg. Konsekvensen vurderes at være moderat, da arbejdet foregår udenfor turisthøjsæsonen i skolernes sommerferie fra midt juli til midt august.

Den planlagte kystbeskyttelse bidrager til at bevare kyststrækningen som et attraktivt besøgsmaal ved at bevare kystlandskabets nuværende karakter, hvorfor konsekvensen af kystbeskyttelsen vurderes som moderat og positiv for kystens attraktionsværdi.

Brugere af stranden kan opleve, at tilgængeligheden hindres eller besværliggøres under strandfodringen. Den negative konsekvens af den planlagte kystbeskyttelse for rekreative muligheder er begrænset, da rekreative aktiviteter og arrangementer kan flyttes til andre dele af stranden. Desuden foregår arbejdet med strandbeskyttelse kun nogle få steder samtidigt og inden for begrænsede områder langs strækningen. Desuden vil den planlagte kystbeskyttelse med meget stor sandsynlighed medføre, at rekreative faciliteter og muligheder bevares langs kysten ved Skagen, så turister og besøgende kan anvende kysten på samme vis, som de har gjort hidtil. Konsekvensen af kystbeskyttelsen vurderes dermed at være moderat og positiv for de rekreative muligheder langs stranden.

Kystbeskyttelsen har afgørende betydning for det grundlag, som turismen ved Skagen bygger på i dag, da kystbeskyttelsen sikrer, at kystens landskab og oplevelsesværdi bevares i sin udstrækning, så kysten kan benyttes til de samme aktiviteter som i dag. En udeladelse af kystbeskyttelsen kan reducere midler tilført erhvervet og ønsket om at investere i området samt reducere interessen fra nogle turister. Konsekvensen vurderes derfor som moderat og positiv.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til turisme og rekreative muligheder er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Kystens attraktionsværdi					
Ophold ved kysten	Meget stor	Lokal	Høj	Midlertidig	Moderat
Kystlandskabets karakter	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
Rekreative muligheder					
Tilgængelighed	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Rekreative muligheder	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
Turisme og udviklingsmuligheder					
	Stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat

Tabel 19-1. Opsummering af miljøpåvirkninger på turisme og samfundsmæssige faktorer forbundet med den planlagte kystbeskyttelse.

20. BEFOLKNING OG MENNESKERS SUNDHED

Kapitlet beskriver den planlagte kystbeskyttelses påvirkning af befolkning og menneskers sundhed ved Skagen.

20.1 Metode

De eksisterende forhold og den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger er beskrevet på baggrund af:

- Skrivebordsundersøgelser af eksisterende viden fra tidligere analyser, undersøgelser og rapporter fra bl.a. Frederikshavn Kommunes hjemmeside.
- Interviews med nøgleinteressenter i Frederikshavn Kommune, herunder Center for Teknik og Miljø, Det Grå Fyr og Skagen Turistbureau. Hertil er der foretaget en felttur, hvor der blev indgået dialog med lokalbefolkningen langs strækningen.
- Beskrivelser og vurderinger af karakteristika ved den planlagte kystbeskyttelse og beskrivelse og vurdering af øvrige miljøfaktorer i miljøkonsekvensvurderingen, herunder støj og vibrationer, luftforurening, landskab, kulturarv, natur, turisme og materielle goder.

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af befolkningen og menneskers sundhed er tilstrækkeligt.

20.2 Eksisterende forhold

Beskrivelsen af de eksisterende forhold på strækningen er opdelt i tre underafsnit, som sætter fokus på følgende emner i forhold til kystbeskyttelsen:

- Sundhed
- Badesikkerhed
- Beskæftigelse

Kystbeskyttelsens betydning for befolkningen og menneskers sundhed afhænger af de relevante bolig- og sommerhusområders afstand til kysten, samt af hvor ofte og over hvor lang tid kystbeskyttelsesarbejdet udføres.

20.2.1 Sundhed

Set i forhold til menneskers sundhed er det især støj og luftforurening fra de hidtidige aktiviteter i forbindelse med kystbeskyttelsen, der potentielt kan have haft en negativ betydning. Befolkningens tilgængelighed til og mulighed for at benytte kyststrækningen til friluftsliv og rekreative aktiviteter har til gengæld stor positiv betydning for menneskers sundhed. Hertil har kystbeskyttelsen også positiv betydning for menneskers tryghedsfølelse og heraf menneskers sundhed. Utryghed kan derimod forårsage stress og hertil afledte sygdomme.

Der sker generelt meget sjældent personulykker i forbindelse med kystbeskyttelse, og emnet behandles derfor ikke nærmere.

Støj

Aktiviteterne i forbindelse med kystbeskyttelsen i form af sandfodringsskibe nær stranden og tunge køretøjer og maskiner på stranden medfører en øget støjbelastning, hvor aktiviteterne finder sted. Karakteren af støjen fra de eksisterende kystbeskyttelsesaktiviteter afviger ikke væsentligt fra beskrivelsen i *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3. Intensiteten af kystbeskyttelsen forventes dog større i fremtiden, da fællesaftalen er fordoblet sammenlignet med forrige aftale.

Støj fra kystbeskyttelsesarbejdet kommer primært fra entreprenørmaskiner, som arbejder på stranden. Sandfodringen foregår i døgndrift, hvorfor der også vil forekomme støj i natperioden i tidsrummet fra kl. 22.00 til 7.00. Arbejdet er en glidende proces hvor arbejdsstedet flytter sig langs kysten i takt med kystbeskyttelsesarbejdet skrider frem.

Støjen fra kystbeskyttelsen kan skabe gener for fastboende, turister i sommerhuse og de erhvervsdrivende, såsom CampOne Grenen Camping. Ifølge interviews med Frederikshavn Kommune, er der dog ikke kendskab til henvendelser fra borgere eller besøgende, som har oplevet gener i forbindelse med kystbeskyttelsen. Til gengæld tiltrækker aktiviteterne ofte nysgerrige borgere og turister, som med interesse følger med i aktiviteterne med respekt for de sikkerhedsforanstaltninger, der gælder under arbejdet.

Luftforurening

Målinger fra Nationalt Center for Miljø og Energi viser dog, at strækningen ved Skagen generelt er kendetegnet ved relativt lave gennemsnitlige koncentrationer af luftforurening.⁵³² En nærmere beskrivelse af luftforureningen på strækningen findes i kapitel 10 *Luft*.

Skibe og maskiner, der hidtil er anvendt ved den eksisterende kystbeskyttelse, udleder emissioner med udstødningen, som potentielt kan have betydning for menneskers helbred. Det drejer sig især om emissioner fra skibe og fra maskiner på land, der kan give anledning til forhøjede immisioner af NO₂ (kvælstofdioxid), partikler mindre end 2,5 µm og partikler mindre end 10 µm.

Luften på kyststrækningen indeholder en lav koncentration af NO₂ på 6,5 – 7,6 µg/m³. Koncentrationer af partikler mindre end 2,5 µm er lav og ligger på 6,5-7,2 µg/m³. Indholdet af partikler mindre end 10 µm er middel ved Skagen og ligger på 11,5 – 12,2 µg/m³.

Rekreation og sundhed

På kommunalt plan er der stor fokus på at styrke sundheden hos befolkningen igennem rekreative tiltag. Her kan foreningen Skagen OK og Motion nævnes, hvis formål er at skabe et aktivt fællesskab med udgangspunkt i de mange skønne omgivelser, Skagen byder på.⁵³³

I øvrigt finder mange motionsløb og sportsarrangementer sted ved kysten, som inddrager dele af kyststrækningen og stranden. Her kan bl.a. nævnes Skagen Marathon, Skagensløbet og Skagen Odde Ultratrail.⁵³⁴

Befolkningens tilgængelighed til og mulighed for at benytte Skagen til friluftsliv, rekreative aktiviteter og lokale arrangementer har også stor betydning for menneskers sundhed. De rekreative forhold beskrives nærmere i kapitel 19 *Turisme og rekreation*.

Tryghed

Havet har gennem tiderne gjort store indhug i kysten ved Skagen, hvilket til tider har gjort beboerne langs kysten utrygge. Kystbeskyttelsen er fortsat et fast punkt på dagsordenen i mange grundejerforeninger, som er bekymrede for deres ejendomme og lokalområde.

⁵³² DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2019, <http://dce.au.dk/aktuelt/nyheder/nyhed/artikel/digitalt-danmarks-kort-over-luftforureningen/>

⁵³³ Skagen OK og Motion, 2019, <http://skagenok.dk/index.html>

⁵³⁴ Skagen.dk, 2019, <http://skagen.dk/events/>

Utryghed kan komme til udtryk på flere måder og kan variere fra blot en fornemmelse af utryghed til direkte angst.⁵³⁵ Tryghed er en mental tilstand af ro, hvor der ikke er bekymringer. Tryghed opleves ikke som en særlig intens følelse og opfattes som en grundlæggende del af menneskers levevilkår. Tryghed bemærkes derfor også først, når den ikke længere er til stede. Utryghed er en følelse af uro og vil ofte være knyttet til noget bestemt, som f.eks. risikoen for at miste sit hjem, eller at sit hus mister værdi.

Utryghed kan opleves konkret eller ukonkret. Den konkrete utryghed er knyttet til en kortvarig utryghed, som f.eks. at være bange for at blive overfaldet ved en gåtur i en park. Den ukonkrete utryghed er derimod en bagvedliggende og mere rodfæstet utryghed. Den ukonkrete utryghed er en diffus oplevelse af fare, som ofte vil sætte sig fast som uro og bekymring og i sjældnere tilfælde som ængstelse eller angst. Den ukonkrete utryghed er stabil og dominerer ikke nødvendigvis dagligdagen, men den er til stede som en bagvedliggende uro, der kan have en varierende intensitet fra person til person.⁵³⁶

Den ukonkrete utryghed vurderes at være en type utryghed, der kan forstærkes ved manglende kystbeskyttelse. Manglende tryghed og usikkerhed kan medføre stress hos mennesker.^{537 538} Stress er generelt en hensigtsmæssig og naturlig del af menneskers færden, og er først problematisk, hvis den normale, afslappede tilstand ikke vender hurtigt tilbage. Et forhøjet stressniveau gennem uger eller måneder øger risikoen for f.eks. hjertekarsygdomme, depression og søvnforstyrrelser.⁵³⁹ Da utrygheden forbundet med manglende kystbeskyttelse er ukonkret, kan den være ledsaget af en langvarig stresspåvirkning, som påvirker sundheden negativt.

Tryghedsfølelsen hos befolkningen afhænger af deres viden om kystbeskyttelsen, stormflodsberedskabet, forebyggelse og sikkerhed samt, hvilke erfaringer de har med stormflod og oversvømmelse.⁵⁴⁰ Specielt spiller kystbeskyttelsen en stor rolle på strækninger med stor naturlig tilbage-rykning af kysten, hvis kystbeskyttelsen undlades.

Målsætningen for kystbeskyttelsen kan derfor have stor betydning for befolkningens tryghedsfølelse og risikoopfattelse, da den giver et holdepunkt i forhold til omfanget af kystbeskyttelsen. To tidligere rapporter fra Kystdirektoratet vedrørende befolkningens tryghed fra hhv. 2005 og 2010 viser, at befolkningen overvejende føler sig trygge ved, at Kystdirektoratet beskytter dem imod oversvømmelser. Der observeres i øvrigt et mindre fald i beboerens opfattelse af risiko for oversvømmelse af egen bolig fra 2005 til 2010.⁵⁴¹

Jo tættere på kysten en bolig ligger, jo større er værdien af sandfodringen for den pågældende boligejer.⁵⁴² Forholdet afspejler sig også i det faktum, at det primært er borgere, der bor i yderste

⁵³⁵ Relation-Lab, Sikkerhed og tryghed på befærdede steder, 2011, https://www.pet.dk/Forebyggende%20Afdeling/~media/Forebyggende%20Afdeling/AFS_publicationer/sikkerhedogtryghedpaabefaerdedestederpdf.ashx

⁵³⁶ Rune H. Scherg, Utryghed som fænomen, Er man tryk, hvis man ikke er utryk?, Det Kriminal Præventive Råd, 2018 <https://dkr.dk/media/13155/1-utryghed-som-faenomen.pdf>

⁵³⁷ Achim Peters, Bruce S. McEwen, Karl Friston, Uncertainty and stress: Why it causes diseases and how it is mastered by the brain, *Progress in Neurobiology* 156 (2017) 164–188, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03041008217300369>

⁵³⁸ Thomas Hoffmann og Naja Hulvej Rod, Utryghed og usikkerhed er de største stressfaktorer, <https://videnskab.dk/krop-sundhed/utryghed-og-usikkerhed-er-de-storste-stressfaktorer>

⁵³⁹ Sundhedsstyrelsen, Langvarig stress, Aktuel viden og forslag til stress-forebyggelse- Rådgivning til almen praksis, 2007, https://www.sst.dk/-/media/Udgivelser/2007/Publ2007/CFF/Stress/stress_langvarigstress_almenpraksis,-d-.pdf.ashx

⁵⁴⁰ Kystdirektoratet og Fødevareøkonomisk Institut, 2005, Opfattelse af risiko for oversvømmelse

⁵⁴¹ Dubgaard et al., 2011, Opfattelse af risiko for oversvømmelse, Kystdirektoratet og Fødevareøkonomisk Institut (2005, 2010)

⁵⁴² Københavns Universitet (2017), Værdien af sandfodring, IFRO

række, som henvender sig til Frederikshavn Kommunen for at udtrykke deres bekymring omkring risikoen for, at deres hus eller sommerhus oversvømmes. Det er både enkelte borgere, som henvender sig, men også borgerforeninger, grundejerforeninger samt politikere i området. Folk forventer og regner med, at kystbeskyttelse fortsat prioriteres fra politisk side.

Trygheden forbundet med fortsat kystbeskyttelse indgår også i købsbeslutningen, når nye borgere flytter til områderne nær kysten. For folk, der overvejer at investere i området, er kystbeskyttelsen vigtig, når de f.eks. skal investere i et sommerhus. Borgere, som står overfor en langsigtet investering, vil forsikres om, at området ikke oversvømmes eller eroderes. Kystbeskyttelse har dermed en generel positiv effekt på tryghed og heraf menneskers sundhed.

20.2.2 Badesikkerhed

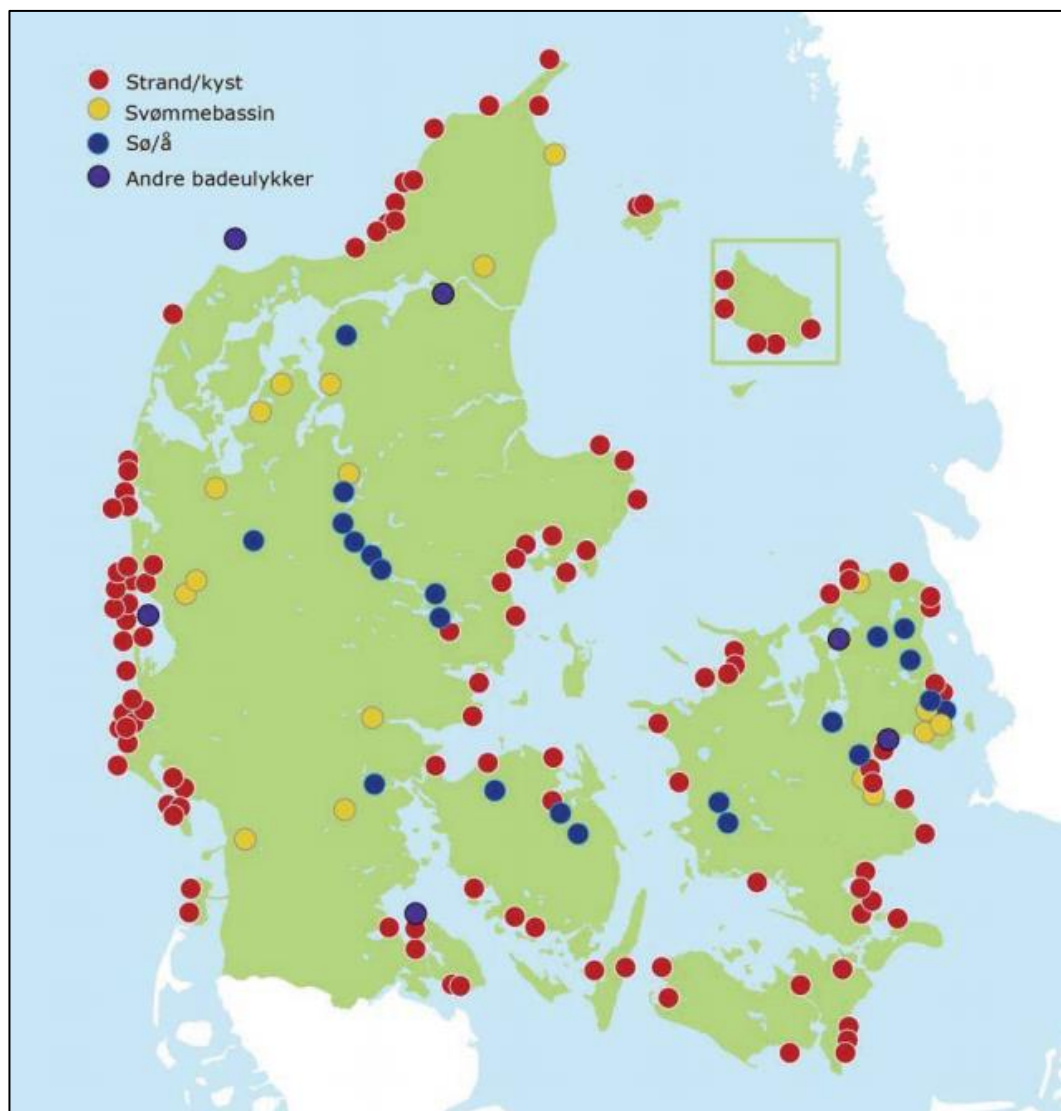
Ved Grenen mødes de to have, Skagerrak og Kattegat, hvilket skaber voldsomme strømforhold, hvorfor det er strengt forbudt at bade ved Grenen. På Skagerrak-siden er der større bølger, stærkere strøm og dybere vandstande sammenlignet med østsiden. På hele strækningen kan der forekomme revlehuller (også kaldet hestehuller), som er skyld i størstedelen af alle badeulykker på verdensplan, ved at badegæster kan blive fanget og ført væk fra land med strømmen.⁵⁴³

I 1970'erne blev der etableret en række bølgebrydere langs kysten mellem Skagen Havn og Grenen samt syd for havnen ved Damstederne, som i dag vedligeholdes primært ved hjælp af sandfodring. Kysterosionen er forsøgt holdt i skak med kystbeskyttelse, der dog medfører en risiko for smalle strande og dybt vand tæt ved kysten. Alligevel findes der en række strande langs den pågældende kyststrækning, som er velegnede til badeaktiviteter.

Ifølge tal fra Statens Institut for Folkesundhed forekom de fleste drukneulykker i Danmark i perioden 2001-2014 sted ved strand, kyst eller på åbent hav (65 %).⁵⁴⁴ Nedenstående kort viser omtrentlig stedsangivelse for druknedødsulykker i Danmark i perioden 2001-14 for personer med bopæl i Danmark og udlandet. Det fremgår af Figur 20-1, at der i perioden ikke er sket druknedødsulykker på strækningen mellem Grenen og Damstederne.

⁵⁴³ Skagen Tourist, 2019, <https://www.toppenafdanmark.dk/skagen/se-oplevels/sommer/strande-i-skagen>

⁵⁴⁴ Syddansk Universitet, Druknedødsfald i Danmark, 2001-2014, og udviklingen 1970-2014, Statens institut for Folkesundhed <https://www.sdu.dk/da/sif/rapporter/2016/druknedoedsfald>



Figur 20-1. Kort over druknedødsfald i Danmark 2001-14.⁵⁴⁵

20.2.3

Beskæftigelse

Kystbeskyttelsen har både direkte og indirekte betydning for beskæftigelsen. Dels i form af den direkte beskæftigelse i forbindelse med kystbeskyttelsen, og dels i form af ansatte i andre erhverv, der påvirkes positivt af kystbeskyttelsen, herunder især indenfor turisme og havnerelaterede aktiviteter.

Kystbeskyttelse

Ifølge nuværende entreprenør har der i fællesaftaleperioden fra 2014-2018 været ansat ca. 100-120 mand pr. sæson til at varetage sandfodringen på fællesaftalestrækningen, Lodbjerg - Nymindegab, og de tre mindre strækninger ved Skagen, Lønstrup og Blåvand. Det har ikke været muligt at dele antallet af beskæftigede op på de forskellige fællesaftalestrækninger.

Kystbeskyttelsen foregår i ca. 6-8 måneder, hvorfor der i alt er tale om ca. 80 årsværk for alle strækninger. I forbindelse med kystbeskyttelsen anvender den nuværende entreprenør både lo-

⁵⁴⁵ Syddansk Universitet, 2016 Druknedødsfald i Danmark 2001-14, Statens institut for Folkesundhed

kale håndværkere og underentreprenører, mens proviant og brændstof også leveres af lokale leverandører. Nuværende entreprenører anslår derfor, at ca. 25-30 % af årsværkene kan henføres til lokalområderne langs Vestkysten og ved Skagen. Fordelingen kan dog godt være anderledes ved den kommende kystbeskyttelsesindsats, da andre entreprenører kan blive anvendt, hvad der kan have betydning for den lokale beskæftigelse.

Som det fremgår af tabellen nedenfor, skelnes der mellem besætningen på skibene, chauffører og andet personale i forbindelse med aktiviteter på land, aktiviteter i forbindelse med klitpleje samt administrativt arbejde.

Den samlede beskæftigelse fordelt på aktiviteter (ansatte)	Fællesaftaler
Besætning på skibene	56-108
Sandhåndtering	10-12
Projektstyring	2-4
Underentreprenører/leverandører (diverse)	15-20
Klitpleje	4,5-5
Total	87,5-149

Tabel 20-1. Den samlede beskæftigelse fordelt på aktiviteter for alle fællesaftalestrækninger.^{546 547}

I en sæson er der ansat ca. 14-18 mand pr. skib. Der anvendes normalt 4-6 skibe pr. sæson, hvilket samlet beskæftiger mellem 56-108 mand på skibene. I forbindelse med sandhåndteringen på land, der vedrører sandtransport og betjening af indpumpningsledninger, er der 10-12 mand ansat fordelt på forskellige aktiviteter. Derudover er ca. 15-20 mand ansat ved en underentreprenør, som udfører aktiviteterne på stranden og fordeler sandet.

Udover de fastansatte, der er beskæftiget med selve sandfodringen, varetages der sideløbende en række aktiviteter i forbindelse med klitpleje. Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse – Drift og Anlæg anslår, at antallet af årsværk hertil ligger på 4,5-5 i alt pr. år, hvoraf én kan henføres til de tre mindre strækninger, Skagen, Lønstrup og Blåvand. Derudover er i alt 2-4 administrative medarbejdere ansat i forbindelse med projektstyring.

Turismerelateret beskæftigelse

En stor andel af befolkningen i Skagen er beskæftiget inden for turismeerhvervet. Turismen skaber arbejdspladser i hele Frederikshavn Kommune, hvor turismeskabt beskæftigelse i kommunen svarer til ca. 8,8 % af den samlede beskæftigelse i kommunen.⁵⁴⁸ Det svarer til 2.529 turismeskabte årsværk, bl.a. inden for serviceerhvervene såsom overnatning, restaurant, lokal transport, rejseservice samt kultur og forlystelser.⁵⁴⁹

⁵⁴⁶ Note: Klitpleje er angivet i årsværk, hvorimod de resterende aktiviteter er angivet i personer pr. sæson. En sæson varer mellem 6-8 måneder. Rohde Nielsen A/S har angivet mandskabet for de første fire aktiviteter i tabellen ovenfor. Kystdirektoratet varetager klitplejen.

⁵⁴⁷ Oplysninger fra Rohde Nielsen A/S og Kystdirektoratet

⁵⁴⁸ Partnerskab for Vestkyst Tourisme, 2018, Vestkysten i dag og i fremtiden, <https://www.vestkystturisme.dk/media/1785/vestkysten-i-dag-og-i-fremtiden.pdf>

⁵⁴⁹ Visit Denmark, Turismens økonomiske betydning i Danmark 2016, 2018, https://www.visitdenmark.dk/sites/default/files/VDK_Website_images/Pdf_other_files/Analyser/2018/turismens_oekonomiske_betydning_i_danmark_2016.pdf

Turisterne skaber endvidere grundlag for flere butikker og overnatningssteder, end Skagen ellers ville have. I Skagen er 80 % af forretningerne direkte forbundet med turismen.⁵⁵⁰ Det skaber arbejdspladser i detailhandlen og har afledte effekter i flere andre brancher.

Havne- og fiskerirelateret beskæftigelse

Skagen Havn har både erhvervsmæssige og turismerelaterede aktiviteter på havnen. Havnen bidrager til området beskæftigelse. En erhvervsanalyse af Skagen Havn fra 2015 fastslår, at beskæftigelsen af aktiviteterne på Skagen havn i 2014 udgjorde 2.627 årsværk.⁵⁵¹ Havnen har både lystsejlere og erhvervsfiskere, og havnen er Europas største landingshavn for pelagisk fisk.

Samtidig ligger mange krydstogtskibe til i havnen. Hele 44 krydstogtskibe med op til 69.000 gæster og 28.000 besætningsmedlemmer anløb Skagen Havn i 2018.⁵⁵² Kattegat, Skagerrak og Nordsøen byder på både erhvervsfiskeri og lystfiskeri efter et væld af arter. Alt efter sæson og fiskemetode fanges mange forskellige fiskearter langs strækningen, hvilket er beskrevet i kapitel 14 *Fisk*.

20.3

0-alternativet

0-alternativet beskriver situationen i 2024, hvis den planlagte kystbeskyttelse ikke gennemføres. Hvis kystbeskyttelsesindsatsen undlades, vil den løbende tilbagerykning på strækningen være mellem 0-1,5 meter om året varierende over hele strækningen. Kysten vil generelt trække sig tilbage, og der vil kunne ske markante ændringer i kystlandskabet. Samtidig vil aktiviteterne i forbindelse med kystbeskyttelsen langs kysten ikke længere finde sted. 0-alternativet er nærmere beskrevet i kapitel 5.

I det efterfølgende er beskrivelsen af 0-alternativet samlet om fire emner, som har betydning for befolkningen og menneskers sundhed langs strækningen ved Skagen:

- Sundhed
- Badesikkerhed
- Tryghed
- Beskæftigelse

20.3.1

Sundhed

I 0-alternativet vil der ikke forekomme direkte gener i form af støj og luftforurening fra aktiviteter i forbindelse med kystbeskyttelse, som kan påvirke menneskers sundhed. 0-alternativet kan derimod påvirke befolkningens sundhed igennem forringede muligheder for rekreative aktiviteter langs stranden. Dog må det forventes, at besøgende fortsat vil være fysisk aktive, selvom der er ændrede forhold på kysten, hvorfor påvirkningen vurderes at være begrænset.

Det kan ikke udelukkes, at 0-alternativet kan medføre en øget utryghed blandt befolkningen, som er bosat langs strækningen i forhold til risiko for tab af ejendom. Den øgede utryghed kan medføre en påvirkning af menneskers sundhed i form af bl.a. angst, langvarig stress og de dertil afledte sygdomme, såsom hjertekarsygdomme. En stor del af befolkningen, som er bosat ved kysten langs strækningen, har havet i baghaven kun adskilt af klitterne. Terrænet langs kysten nordøst og sydvest for Skagen by er lavtliggende, hvilket kan give øget anledning til bekymring i

⁵⁵⁰ Pressemeddelelse, Turisthus Nord, 2018, Turismen i toppen af Danmark skaber vækst og arbejdspladser https://www.visitfrederikshavn.dk/sites/default/files/asp/toppenafdanmark/TuristhusNord/PDF/Presse/Presse2018/turismen_i_toppen_af_danmark_skaber_vaekst_og_arbejdspladser.pdf

⁵⁵¹ Skagen Havn, 2016, Erhvervsanalyse af Skagen Havn viser stor fremgang, <http://www.skagenhavn.dk/dk/om-skagen-havn/nyheder/erhvervsanalyse-af-skagen-havn-viser-stor-fremgang>

⁵⁵² Skagen Havn, 2019, Anløb 2019, <http://www.skagenhavn.dk/dk/forretningsomrader/cruise/cruise-anloeb>

forhold til oversvømmelse, hvis 0-alternativet realiseres. Lokalbefolkningen kender til konsekvenserne efter de hårde vinterstorme og til historien om Skagen Grå Fyr, hvilket bidrager til utrygheden. Da Skagen Grå Fyr blev bygget, lå det midt på Skagen Odde, så der var lige langt til Skagerak og Kattegat. I dag ligger fyret kun få meter fra Kattegat, fordi kysten eroderer.

20.3.2 Badesikkerhed

En realisering af 0-alternativet vil medføre kysttilbagerykning, hvor det eroderede materiale indgår i kystdynamikken i en naturlig proces, som styres af vejrforholdene. Langs strækninger med skråningsbeskyttelse fastholdes klitterne, hvorved kysttilbagerykningen begrænses. Til gengæld eroderes kystlinjen, hvilket medfører, at kystlinjen rykker tættere på skråningsbeskyttelsen og dermed reducerer strandbreddens bredde, mens stranden vil blive smallere.

Langs kyststrækningen med hård kystbeskyttelse, vil der ske en langsom underminering af bølgebrydere og høfder i takt med at kystprofilet rykker længere landværts og som konsekvens af, at der ikke tilføres materiale, som kan understøtte og stabilisere konstruktionerne. Der kan derfor opstå fare for, at stenene i bølgebrydere og høfder bliver ustabile og styrter ned, og der kan opstå en stærkere strøm mellem konstruktionerne som følge af et dybere kystprofil, som kan udgøre en risiko for, at badesikkerheden påvirkes.

20.3.3 Beskæftigelse

Hvis der ikke gennemføres kystbeskyttelse, vil der ske en umiddelbar nedgang i antallet af beskæftigede med kystbeskyttelse på op til 100-120 mand. Det har ikke været muligt at bryde tallet ned på hver enkelt fællesaftale. Det vurderes ikke umiddelbart, at en undladelse af kystbeskyttelse ved 0-alternativet vil medføre alternativ beskæftigelse indenfor perioden, for eksempel i forbindelse med oprydning efter oversvømmelser og lignende.

Ophør af kystbeskyttelse vil desuden skabe stigende utryghed og ændrede kystforhold, der inden for de næste fem år potentielt kan medføre nedgang i turismen og lysten til at investere i erhvervet i området. Hvis andelen af turister til området omkring Skagen og omegn falder, vil det have en negativ påvirkning af beskæftigelsesmulighederne for de dele af den lokale befolkning, som arbejder i turismeerhverv i et mellem- eller langsigtet perspektiv.

En realisering af 0-alternativet, kan påvirke de 2.529 turismeskabte årsværk i Frederikshavn Kommune i en negativ retning, og reducere beskæftigelsen inden for bl.a. serviceerhvervene såsom overnatning, restaurant, lokal transport, rejseservice samt kultur og forlystelser.⁵⁵³ En nedgang i turismeantallet kan medføre en nedgang i detailhandlen i Skagen.

En realisering af 0-alternativet kan påvirke fiskefaunaen og dermed lystfiskeriet og erhvervsfiskeriet langs strækningen. De mest relevante ændringer ved 0-alternativet er en øgning af habitat pga. øget havbundsareal jf. kapitel 14 *Fisk*. Det øgede havbundsareal er dog begrænset i løbet af perioden 2020-24, hvorfor den positive påvirkning af fiskefaunaen vil være lille.

⁵⁵³ Visit Denmark, Turismens økonomiske betydning i Danmark 2016, september 2018, https://www.visitdenmark.dk/sites/default/files/VDK_Website_images/Pdf_other_files/Analyser/2018/turismens_oekonomiske_betydning_i_danmark_2016.pdf

20.4 Vurdering af påvirkninger

I det følgende vurderes påvirkningerne ved den planlagte kystbeskyttelse i perioden 2020-24. Kystbeskyttelsen vil kunne medføre miljøafledte påvirkninger af følgende:

- Sundhed
- Badesikkerhed
- Tryghed
- Beskæftigelse

Kystbeskyttelsens betydning for lokalbefolkningen og menneskers sundhed afhænger af, hvornår og hvordan kystbeskyttelsen udføres. Herudover har afstanden fra kysten til de relevante bolig- og sommerhusområder, samt hvordan og i hvilket omfang lokalbefolkningen og besøgende anvender kysten (f.eks. til rekreative aktiviteter) også betydning for kystbeskyttelsens påvirkning af lokalbefolkningen og menneskers sundhed. Desuden har det betydning, at sandfodringsindsatsen i perioden 2020-24 vil forøges til omkring det dobbelte af det hidtidige niveau.

20.4.1 Sundhed

Gennemførelse af kystbeskyttelsen kan påvirke menneskers sundhed, da der vil forekomme gener i form af støj og forurening i forbindelse med kystbeskyttelsen. Det gælder især aktiviteter ved strandfodring, hvor der foregår aktiviteter på stranden. Muligheden for rekreative aktiviteter, der er vurderet nærmere i kapitel 19 *Turisme og rekreation*, har også betydning for sundhed, de rekreative interesser.

Sandfodringsindsatsen i perioden 2020-24 vil forøges til omkring det dobbelte af det hidtidige niveau.

Støj

Den gene, der opleves af den enkelte person ved et givent støjniveau, er individuel og kan variere betydeligt. Ved undersøgelser af støjgener er der personer, der ikke af generes støjniveauer over 70 dB(A), og personer, der er voldsomt generet ved lave støjniveauer på 35 til 40 dB(A). Forskellige former for støj virker heller ikke lige generende, selvom støjniveauet er det samme. Der er derudover også andre faktorer, som påvirker de oplevede gener fra støj. Impulser i støjen og enkelthændelser har indflydelse på den oplevede støj, ligesom andre forhold, som f.eks. en følelse af utryghed, også kan nedsætte tolerancetærsklen over for støj.⁵⁵⁴

Ekstern støj kan ifølge WHO⁵⁵⁵ medføre kommunikationsbesvær, hovedpine, søvnforstyrrelser, forhøjet blodtryk, forøget risiko for hjertekarsygdomme, og kan være en medvirkende årsag til bl.a. psykiske sygdomme og indlæringsproblemer. WHO anbefaler en grænseværdi for udendørs støj ved boliger på 55 dB(A) i dagtimerne og 45 dB(A) i nattetimerne for at undgå søvnforstyrrelser.

Der findes vejledende støjgrænser for de fleste typer af ekstern støj. Grænseværdierne udgør grundlaget for myndighedernes vurdering af støjforurening. De vejledende støjgrænser er almindeligvis fastlagt ud fra undersøgelser af store befolkningsgruppers opfattelse af støjen.

De vejledende grænseværdier for støj fra virksomheder m.v. er omtalt i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5 / 1984 "Ekstern støj fra virksomheder". Grænseværdierne bruges først og fremmest i

⁵⁵⁴ Miljøstyrelsen, Støjkortlægning og støjhandlingsplaner, <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2006/87-7052-146-8/pdf/87-7052-146-8.pdf>

⁵⁵⁵ WHO, 1999, Guidelines on community noise, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>

forbindelse med miljøgodkendelser og påbud, men kan også benyttes ved planlægning. Der er forskellige vejledende grænseværdier for dagperioden, aftenperioden og natten.

Der er i Danmark ikke fastsat generelle vejledende grænseværdier for støj fra anlægsarbejde, men det er almindelig praksis at vurdere støj fra anlægsarbejder i forhold til de kriterieværdier og almindelige arbejdstider, der fremgår af Tabel 20-2. Det er praksis, at støjhensyn ved anlægsarbejde fortrinsvis tager sigte på at begrænse gener for helårsboliger og tilsvarende.

Tidsrum	Kriterieværdi for væsentlig støj
Almindelig arbejdstid (dagperioden på hverdage, mandag til fredag kl. 07 – 18)	70 dB(A)
Alle andre tidsrum	40 dB(A)

Tabel 20-2. Almindeligt anvendte kriterieværdier for væsentlig støj fra anlægsarbejde. Værdierne er det energi-ækvivalente, korrigerede, A-vægtede støjniveau, støjbelastningen, L_r i dB. Kriterieværdierne anvendes til vurdering af støj på facaden af helårsboliger og tilsvarende.

Støjniveauer over 40 dB(A) er fastsat som en væsentlig støjbelastning om natten, og støjniveauer over 70 dB(A) er fastsat som en væsentlig støjbelastning om dagen. Når støjbelastningen er væsentlig, vil den også ofte opleves som generende. Overskridelser af de to vurderingskriterier på hhv. 40 dB(A) og 70 dB(A) vil opleves mest generende om natten, da støjen kan forstyrre folks nattesøvn. Hvis kriterieværdierne overholdes, anses støjen fra anlægsarbejdet som ikke væsentlig.

Da støjen fra arbejdet med skibe og entreprenørmaskiner i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse begrænser sig til en midlertidig periode, dvs. den periode hvor sandet lægges ud, og ophører straks herefter, er der i vurderingen af miljøpåvirkningen fra støj taget udgangspunkt i den almindelige praksis for støjvurdering af anlægsarbejde, som beskrevet ovenfor.

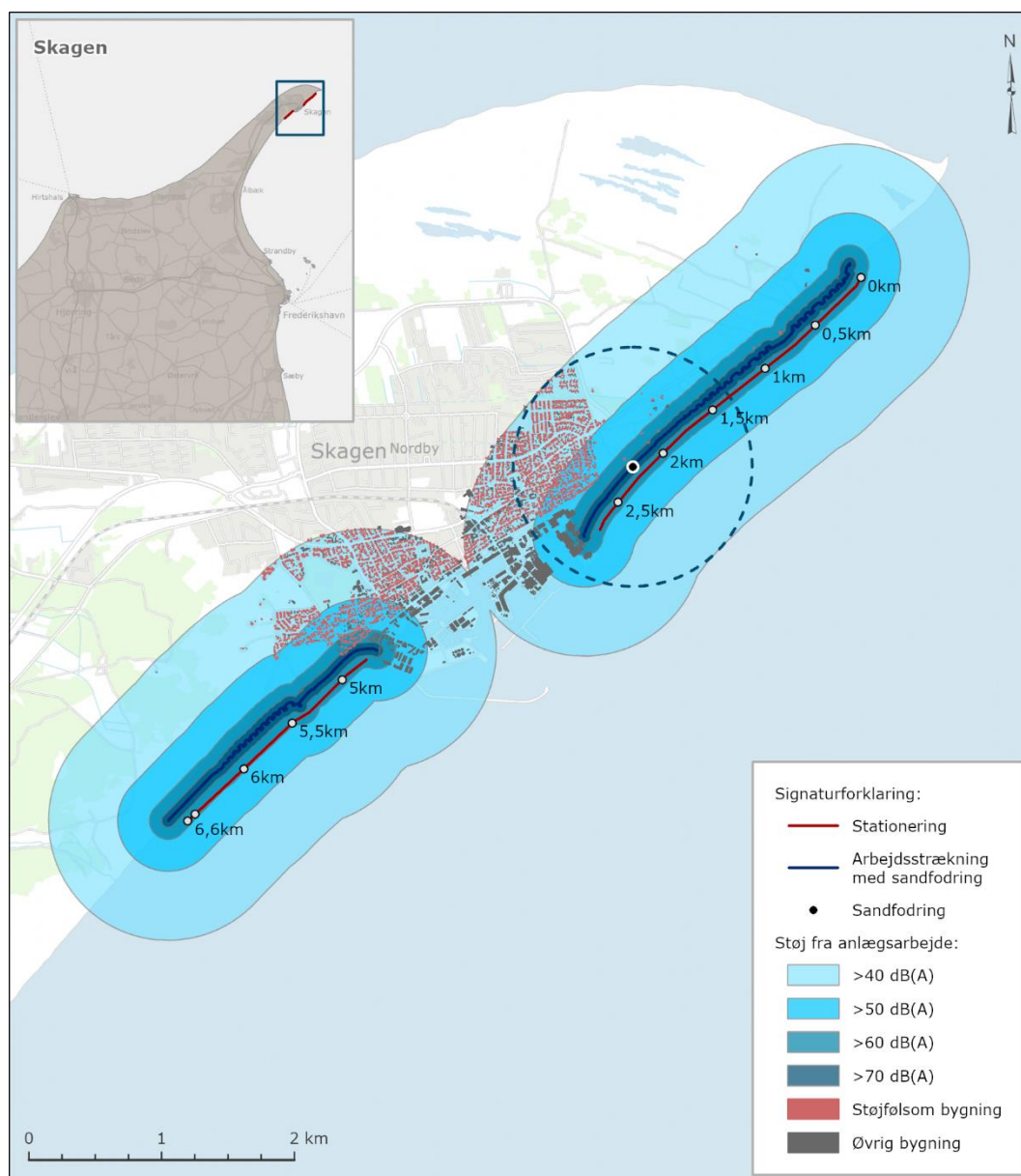
For at vurdere støjbelastningen er støjudbredelsen beregnet for et worst-case scenarie, hvor udbredelsen af en belastning mellem 40-70 dB(A) og over 70 dB(A) er vist på støjudbredelseskort. Beregningen er baseret på støjklender, som er beskrevet i bilag 2 om *Støj og undervandsstøj*, og på at sandfodringen finder sted i døgndrift. Scenariet inkluderer både skibe og entreprenørmaskiner på land, dvs. et scenarie med strandfodring, som støjmessigt dermed anses som worst-case.

Støjudbredelsen vil variere alt efter højden på klitten samt antallet af bygninger mv., der skærmer for støjklender. Klitten er på størstedelen af strækningen lav hvorfor udbredelsen ikke forventes at blive dæmpet væsentligt af klitten. Støjberegningerne er derfor foretaget ud fra en simpel beregningsmodel med fladt terræn. Afskærmende virkninger fra bygninger er ikke medtaget i støjens udbredelse.

Ud fra fladt terræn er der i SoundPLAN udregnet afstande, hvor støjens styrke fra sandfodringsarbejdet er faldet til hhv. 70 dB(A), 60 dB(A), 50 dB(A) og 40 dB(A). Afstandene benyttes til at lave zoner omkring den linjeføring, hvor det forudsættes, at strandfodringen vil foregå. Zonerne er derfor ikke et udtryk for det støjniveau, som området vil udsættes for under hele perioden for sandfodring, men er derimod et udtryk for støjniveauet på det tidspunkt, hvor strandfodringen giver anledning til de mest støjende forhold på den aktuelle lokalitet. Når aktiviteterne flytter sig op langs kysten, vil støjbelastningen derfor blive lavere i det pågældende område.

Støjfølsomme bygninger, herunder bygninger til helårsbeboelse samt sommer- og feriehus, hvor der med rimelighed kan forventes ophold til overnatning over flere dage, er optalt inden for de

beregnete støjkurver. De støjfølsomme bygninger er markeret som røde bygninger på Figur 20-2 nedenfor. Bygninger, der ikke er støjfølsomme, som skure, carporte, lagerhaller, servicevirksomheder, hoteller og kolonihaver mv. er markeret med grå.



Figur 20-2. Støjudbredelse fra arbejde i forbindelse med strandfodring på strækningen ved Skagen. Den stiplede cirkel omkranser det område, der kan blive udsat for støj når strandfodringen bliver udført i cirkelens centrum. Strandfodringen vil imidlertid flyttes sig langs kysten. Den fuldt optrukne signatur viser de områder, der på et tidspunkt i løbet af sandfodringsperioden på strækningen kan blive udsat for støj over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A)⁵⁵⁶.

Desuden vil baggrundsstøjen ofte være højere end de 40 dB (grænsen om natten og i weekenderne), da det ofte er blæsende. Vinden skaber støj i buske og træer, og derudover bidrager bølgerne med støj. Støjen fra maskinerne vil derfor opleves som en del af den samlede støj på strækningen. Det skal understreges, at støjen ikke finder sted på hele strækningen hele tiden, og

⁵⁵⁶ Illustrationen tager ikke højde for støjbelastningsperioden. Note: Kortet er udarbejdet på baggrund af data fra Bygnings- og Boligregistret (BBR)

at der er store variationer i omfanget af støjuddredelsen, mens kortet kun illustrerer udstrækningen af påvirkningerne, når de finder sted, og derfor er det ikke alle støjfølsomme boliger, der er støjpåvirkede i den samlede periode. Ligeledes vil der ikke være behov for strandfodring på hele kyststrækningen, hvilket igen betyder, at der ikke vil forekomme støj fra strandfodring på hele strækningen.

Det er ikke muligt at tilrettelægge arbejdet, så der kun sandfodres inden for almindelig arbejdstid, da ophold i fodringen uden for almindelig arbejdstid betyder en reduktion i sandmængden pga. af udgifter i forbindelse med ventetid for skibene, hvis der skal holdes længere pauser. Hermed bliver kubikmeterprisen dyrere, og sikkerheden kan ikke opretholdes på strækningen inden for rammerne af fællesaftalen.

Det totale antal støjfølsomme bygninger, herunder bygninger til helårsbeboelse samt sommer- og feriehus, hvor der med rimelighed kan forventes ophold til overnatning over flere dage, er optalt inden for de beregnede støjkurver. Se Tabel 20-3, hvoraf det fremgår, at 1.663 støjfølsomme bygninger potentielt kan blive påvirket af støj mellem 40-70 dB, mens ni bygninger kan blive påvirket af støj over 70 dB.

Antal støjfølsomme bygninger					
> 70 dB	60 - 70 dB	50 - 60 dB	40-50 dB	40-70 dB	I alt
9	41	361	1.261	1.663	1.672

Tabel 20-3. Opgørelse over antallet af støjfølsomme bygninger, der kan blive påvirket af støj over 40 dB(A).

Da strandfodring kan udføres i døgndrift i perioden april til november med undtagelse af højsæsonen for turister i skolernes sommerferie fra midt juli til midt august.), samt i vinterhalvåret, hvis det bliver nødvendigt efter en storm, er det sandsynligt, at nogle af beboerne i de støjfølsomme bygninger kan blive påvirket af støj i alle døgnets timer, og at støjen kan påvirke deres søvn, når der sandfodres ud for deres huse.

Sundhedskonsekvenserne for befolkningen på den enkelte strækning afhænger af arbejdets varighed. Herudover, kan det have betydning for oplevelsen af støjpåvirkningen, om den forekommer ved en by, som i forvejen er støjbelastet, eller i det åbne land hvor der er stille det meste af tiden.

Arbejdets varighed varierer og afhænger af bl.a. skibets størrelse, de anvendte entreprenørmaskiner, sejlaftand til indvindingslokaliteten, mandskabets erfaring samt vejforhold. Desuden varierer mængden af sand i de forskellige kampagner, hvorfor der er forskel på støjuddredelsen i forhold til intensitet og hyppighed. I worst-case strandfodres der langs en fire kilometer lang kyststrækning. Strandfodring udføres med rør, som lægges ud med entreprenørmaskiner på en kyststrækning, som er op til én kilometer lang. I den forbindelse vil der kunne forventes aktiviteter over ca. 14 døgn. Generelt forventes intensiteten af støjpåvirkningen at være skiftende på den enkelte lokalitet, da støjen er relateret til at entreprenørmaskinerne kører frem og tilbage på stranden. Støjpåvirkningen af de støjfølsomme bygninger, langs den op mod én kilometer lange strækning som strandfodres, forventes at ophøre, når strandfodringen flyttes.

For at beboerne kan forberede sig på, at der kommer til at ske strandfodringsarbejder, vil Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg, ud over at anmelde arbejderne til Frederikshavn Kommune, også varsle de omkringliggende husstande inden arbejdet startes. Med afværgetiltaget kan beboere og sommerhusejere bedre tilrettelægge deres hverdag og ophold så en eventuel påvirkning fra støj kan nedbringes eller helt undgås.

Samlet vurdering: Det vurderes, at der er meget stor sandsynlighed for, at nogle beboere og besøgende langs strækningen kan blive påvirket af støj. Påvirkningens udbredelse vil være lokal, da der er tale om påvirkning af et afgrænset område i nærheden af strandfodringen, som kan forgå på en strækning på op mod fire kilometer. Varigheden af støjpåvirkningen vil være midlertidig, da indsatsen maksimalt vil være otte uger fordelt over den samlede strækning på fire kilometer, men kan gentages op til fire ud af fem år. Påvirkningsgraden er høj, da der er tale om, at op til 1.672 støjfølsomme bygninger potentielt kan blive påvirket af støj mellem 40-70 dB(A), mens ni støjfølsomme bygninger kan blive påvirket af støj over 70 dB(A). Konsekvenserne ved de pågældende støjniveauer kan midlertidigt påvirke nogle beboeres søvn og mulighed for rekreation, og støjbelastningen vurderes derfor at medføre en væsentlig påvirkning af menneskers sundhed.

Da der kan forekomme en væsentlig støjbelastning, gennemføres der afværgetiltag i form af varsling af arbejdet med strandfodring, så beboere og sommerhusejere bedre kan tilrettelægge deres hverdag og ophold, så en eventuel påvirkning fra støj kan nedbringes eller helt undgås.

Den samlede indvirkning på befolkning og menneskers sundhed vurderes som følge af afværgetiltaget at være moderat, og der vil dermed ikke være en væsentlig indvirkning på menneskers sundhed.

Luftforurening

Såvel skibe som entreprenørmaskiner medfører forurening af luften, som kan påvirke sundheden for beboere og besøgende på strækningen. Graden af luftforurening er beskrevet nærmere i kapitel 10 *Luft*, og den planlagte kystbeskyttelse forventes at påvirke tre typer af immissioner; CO, NO_x og partikler. De forskellige udledninger kan påvirke luft- og dermed livskvaliteten hos befolkningen. Vurderingen af luftforurening er beregnet ud fra et worst-case scenarie i forhold til den konkrete sammensatte gennemførte kystbeskyttelse.

I forbindelse med sandfodringen vil der i en periode forekomme en forøget luftforurening tæt på arbejdet. Grænseværdierne for CO og partikler er ifølge kapitel 10 *Luft* overholdt, mens NO₂-immissioner kan overskride EU's grænseværdier få døgn om året i en afstand af op til 150 meter, hvilket er worst case.

NO₂ kan ved høje koncentrationer forårsage betændelse i luftvejene, og studier har vist, at en længere påvirkning kan medføre reduceret lungefunktion og øge risikoen for bronkitis.⁵⁵⁷ Da arbejdet forløber i omkring 14 døgn pr. kilometer, vil luftforureningen fra NO₂, CO og partikler forekomme midlertidigt. Luftforurening forventes derfor ikke at medføre vedvarende påvirkning af menneskers sundhed på grund af det begrænsede omfang og den midlertidige karakter.

Samlet vurdering: Sandsynligheden for, at luftforureningen påvirker menneskers sundhed, vurderes at være lille. Påvirkningen af luften vil være lokal, da luftforureningen er størst nær arbejdet, hvorefter koncentrationen af luftforurening reduceres med stigende afstand. Påvirkningsgraden af den øgede luftforurening vurderes at være lille, da den relative forøgelse og samlede koncentration er minimal for CO- og partikelimmissioner, og da der er tale om en kortvarig overskridelse af grænseværdierne for NO₂. Den samlede konsekvens af påvirkningen af luftkvaliteten for befolkningen vurderes derfor at være begrænset, og indvirkningen på menneskers sundhed som følge af luftforurening er ikke væsentlig.

⁵⁵⁷ WHO, Ambient (outdoor) air quality and health, [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Rekreation og sundhed

Kystbeskyttelsesindsatsen kan i begrænsede perioder medføre, at befolkningen har reduceret adgang til kysten og dens rekreative muligheder, da der arbejdes med maskiner på stranden. Arbejdet kan bl.a. forhindre befolkningen i at gå ture, bade og foretage andre former for sundhedsfremmende rekreative aktiviteter i den periode, hvor kystbeskyttelsen finder sted.

Påvirkningen vurderes at indtræffe med meget stor sandsynlighed, da forstyrrelsen indtræffer i forbindelse med gennemførslen af kystbeskyttelsen. Varigheden af påvirkningen estimeres dog til at være midlertidig og lokal med en meget lille påvirkningsgrad, da det i langt de fleste tilfælde vil være muligt at dyrke rekreative aktiviteter andre steder på kysten i perioden på op til otte uger. Konsekvensen vurderes derfor at være begrænset, og der er dermed ikke en væsentlig indvirkning på befolkningens sundhed.

Tryghed

Den planlagte kystbeskyttelse kan påvirke menneskers sundhed positivt, da indsatsen vil betyde, at kystlinjen kan opretholdes, hvilket har stor betydning for befolkningens tryghedsfølelse. Kystdirektoratets målsætning for kystens fastholdelse og sikkerhed mod oversvømmelse er betydeligt mere ambitiøs i den kommende fællesaftale end tidligere, og aftalen sigter generelt efter, at strækningen fra Grenen og syd for Damstederne så vidt muligt bevares, som den er i dag.

Ligesom der er mange faktorer, som kan påvirke borgernes tryghed, er der også mange måder, hvorpå trygheden kan måles.⁵⁵⁸

I forhold til kystbeskyttelsens betydning for borgernes tryghed, kan det derfor være relevant at se på, hvordan sandfodringen påvirker ejendomsværdierne i et område nær et kystbeskyttelsesprojekt. Det skyldes, at værdien af ens bolig udgør en stor del af den enkelte borgers økonomiske tryghed. Hvis der er en risiko for, at værdien af ens bolig falder, f.eks. som følge af øget risiko for oversvømmelse, øges den enkeltes utryghed generelt, og købere ønsker ikke i samme grad at købe en bolig, som er forbundet med utryghed. Flere studier peger på, at kystbeskyttelsesprojekter, som nedsætter risikoen for oversvømmelser og erosion, kan afspejles positivt i ejendomsværdierne.

Et studie af Panduro et al. (2017) peger eksempelvis på, at der er en positiv sammenhæng mellem afstanden til kystbeskyttelsesprojekter og prisen på boliger, dog med betydelige forskelle mellem kystområder og mellem helårsboliger og sommerhuse.⁵⁵⁹ Den relative, gennemsnitlige værdistigning i forhold til afstanden til et kystbeskyttelsesprojekt, der er undersøgt i et kystområde ved Vestkysten, er vist i tabellen herunder, som viser, at værdien stiger med nærheden til et kystbeskyttelsesprojekt. Lignende prisstigningervil formentlig også gøre sig gældende ved Skagen.

Afstand (m)	Bolig	Sommerhus
25	31 %	9 %
50	26 %	8 %
75	22 %	7 %
100	18 %	6 %
125	14 %	5 %
150	10 %	4 %
175	6 %	2 %

⁵⁵⁸ Se f.eks. <https://www.trygfonden.dk/viden-og-materialer/publikationer/tryghedsmaalinger/tryghedsmaaling-2017> eller <https://www.danskebank.com/Documents/Publication.html?id=ad73ec6b>.

⁵⁵⁹ Panduro et al. (2017), Værdien af sandfodring: Et husprisstudie af betydningen af sandfodring IFRO. Studier omfatter seks kystområder i Danmark; Nordsjælland, Køge Bugt, Sydfyn, Vejle Fjord, Vestjylland og Nordjylland.

Afstand (m)	Bolig	Sommerhus
200	3 %	1 %
225	0 %	0 %
250	0 %	0 %
275	0 %	0 %
300	0 %	0 %

Tabel 20-4. Den relative værdistigning i forhold til afstanden til et kystbeskyttelsesprojekt.^{560 561}

Flere studier estimerer nedslag på mellem 2 og 5 % på boligpriser i områder, som er i risikozonen for oversvømmelser sammenlignet med boligområder, som ikke er.⁵⁶² De gennemførte studier korrigerer dog ikke for, at risikoen for oversvømmelse afhænger af, hvor tæt boligen ligger på havet. De argumenterer for, at studier, som ikke korrigerer herfor, sandsynligvis underestimerer effekten af kystbeskyttelsestiltag.⁵⁶² Et amerikansk studie korrigerer netop for forholdet og finder, at prisen på boliger, som ligger i risikozonen for at blive oversvømmet ved en 100-års stormhændelse, i gennemsnit er 7,8 % lavere sammenlignet med lignende huse uden for risikozonen.⁵⁶³

Ifølge Frederikshavn Kommune tænker befolkningen bosiddende nær kysten i høj grad over værdien af deres ejendomme, hvorfor kystbeskyttelsen må forventes at være med til at nedbringe befolkningens bekymringer i betydelig grad. I den kommende fællesaftale øges sandfodringsmængderne væsentligt, hvilket generelt øger sikkerhedsniveauet ved strækningen. Det vil med stor sandsynlighed yderligere påvirke befolkningens tryghed i positiv retning.

En stor andel af befolkningen på strækningen er beskæftiget inden for turismeerhvervet. En fastholdelse af kystforholdene vil også betyde, at turismeerhvervet påvirkes positivt, hvilket i høj grad kan føre til en positiv påvirkning af trygheden hos den del af befolkningen samt erhvervsdrivende, der er beskæftiget inden for turismeerhvervet.

Samlet vurdering: Det vurderes, at den planlagte kystbeskyttelse med meget stor sandsynlighed vil medføre en øget tryghed blandt befolkningen langs strækningen. Udbredelsen af påvirkningen vil være lokal, da kysten sikres langs Skagen. Det især er befolkningen tæt på erosionstruede områder, som vil føle sig mere trygge ved gennemførelse af den planlagte kystbeskyttelse. Påvirkningsgraden vurderes at være høj, da der nogle steder på kysten er tale om, at personer kan miste deres hjem eller have svært ved at sælge deres boliger på grund af usikkerhed, hvis der ikke kystbeskyttes. Påvirkningen vurderes at være lang, da der skabes forøget tryghed, så længe kystbeskyttelsen finder sted. Samlet set vurderes kystbeskyttelsen derfor at have en moderat og positiv konsekvens for befolkningens tryghedsopfattelse og hermed på menneskers sundhed.

20.4.2 Badesikkerhed

Kystnær fodring og strandfodring kan i kortere eller længere tid medføre ændrede dybder, bølger og strømforhold langs kysterne, som potentielt kan påvirke bade- og -sikkerhedsforholdene. Ændrede forhold kan dog også ske naturligt, som følge af den store kystdynamik på strækningen. Påvirkningen fra den kystnære fodring er hertil midlertidig, da de ændrede forhold vil blive omflyttet som følge af strøm og bølger, så der opnås en mere naturlig tilstand.

⁵⁶⁰ Note: De estimerede værdier er gennemsnitsbetragtninger. Grundejere vil derfor kunne opleve betydeligt større eller lavere værdier af sandfodring i de enkelte tilfælde. Det bemærkes desuden, at værdistigningerne i undersøgelsen er udtryk for en marginal værdi og skal derfor fortolkes som et øvre estimat for den maksimale forventede værdistigning.

⁵⁶¹ Panduro et al. (2017), Værdien af sandfodring: Et husprisstudie af betydningen af sandfodring, IFRO.

⁵⁶² CNT, the Value of Green Infrastructure, https://www.cnt.org/sites/default/files/publications/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf

⁵⁶³ Bin, O., J. Kruse, and C. Landry. (2008) "Flood Hazards, Insurance Rates, and Amenities: Evidence from the Coastal Housing Market." The Journal of Risk and Insurance. 75(1), pp63-82.

Der findes flere udenlandske tilfælde, hvor sandfodring har været mistænkt for at bidrage til antallet af ulykkestilfælde og drukneulykker langs stande på grund af ændrede dybder, bølger og strømforhold langs kysterne.⁵⁶⁴ Selvom de kendte tilfælde er forekommet under forhold som afviger en del fra de, der findes langs kysten ved Skagen, giver de alligevel anledning til opmærksomhed.

Den forhøjede revle kan umiddelbart efter den kystnære fodring midlertidigt give anledning til såkaldte styrtbrydende bølger, hvor en signifikant andel af bølgeenergien udløses forholdsvis akut. Omvendt vil den reducerede bølgeenergi tæt ved kysten have en positiv effekt på badesikkerheden nærmere stranden. Stejlheden af den yderste del af kystprofilen vil samtidig give anledning til mere topbrydende bølger, som i mindre omfang er til gene for badegæster. Hertil skal det nævnes, at bølgebrydningen umiddelbart først vil blive påvirket i tilfælde af forhold med større bølger ($H_{m0} \geq 2$ meter), hvor det normalt ikke tilrådes at bade.

Udover potentielt ændrede bølgeskabte strømforhold kan der ved kystnær fodring potentielt opstå lokale påvirkninger af strømmen som følge af revlehuller (hestehuller), der opstår i den anlagte revle af naturlige årsager eller pga. 'huller' i den kystnære fodring, dog er revlehuller i forbindelse med kystnær fodring usandsynlig, da Kystdirektoratet stiller krav om, at der dannes en sammenhængende revle.

Revlehullerne kan give anledning til en udadgående tværstrøm, som kan påvirke badesikkerheden, og årligt fører til farlige situationer og fatale drukneulykker. Selvom revlehullerne forekommer naturligt ved Skagen, kan den kystnære fodring påvirke revlehullerne eller midlertidigt forstærke deres effekt. Derudover kan den forhøjede revle og hestehullerne også forstærke strømmen langs stranden, så der opstår en stærkere understrøm.

Med tiden vil sandet fra den kystnære fodring omfordes i kystprofilen, hvorfor indvirkningen på bølgebrydningen og strømmen vil være mest signifikant i en periode umiddelbart efter fodringen. Den ekstra tilførte variation i kystprofilen ved kystnær fodring vurderes ikke at variere betydeligt fra den naturlige variation i revlerne på kysten. Virkningen på bølgebrydning og strøm er ikke nødvendigvis større end de naturlige variationer, der kan forekomme ved kraftige storme. Ændringerne pga. kystnær fodring vil dog generelt opstå på andre tider af året, end i forbindelse med de kraftige storme, der mest forekommer i vinterhalvåret.

Langs strækninger med hård kystbeskyttelse kan kystnær fodring modvirke, at kystprofilen helt tæt på kysten forstejles, og vanddybden nær land øges. Forstejlingen vil dog fortsætte uden for seks meter dybdekurven. Badesikkerheden kan herved blive forbedret, da store bølger ikke kan nå helt så langt ind til kysten og skabe stærk strøm mellem høfder og bølgebrydere. Samtidig vil sandet fra sandfodringen bidrage til at holde på konstruktionerne, så de ikke undermineres og bliver ustabile, og dermed kan være til fare for besøgende, som færdes nær eller på konstruktionerne.

Kystnær fodring og strandfodring kan have såvel positiv som negativ betydning for badesikkerheden. De ændrede forhold på kysten udgør den største risiko for badende, som måske oplever en strand med ændrede forhold i forhold til det, de forventer eller kender fra tidligere år. Generel oplysning til badegæster om de farer, der findes langs kysten, og eventuelt stedspecifik information umiddelbart efter sandfodring kan formentlig bidrage til, at opmærksomheden skærpes, og farlige situationer og drukneulykker forebygges.

⁵⁶⁴ Fletemeyer, J. et al. (2018). The impact of sand nourishment on beach safety. Journal of Coastal Research, 34(1), 1-5. https://cocoabeach.surfrider.org/wp-content/uploads/2018/07/The-Impact-of-beach-nourishment-on-beach-safety_jcoastres-d-17a-00006.1.pdf

Samlet vurdering: Det vurderes, at der er en moderat sandsynlighed for, at den planlagte kystbeskyttelse kan føre til uventede forhold på kysten, som kan være til fare for badende. Påvirkningen er lokal, da den kun indtræffer de steder, hvor der fodres kystnært. De ændrede badeforhold vurderes samtidig at være midlertidige, da forholdene relativt hurtigt udlignes og tilnærmes naturlige forhold som følge af den naturlige kystdynamik. Påvirkningsgraden vurderes at være lille, da der ikke hidtil er konstateret badeulykker forbundet med kystbeskyttelse ifølge Frederikshavn Kommune. Samlet set vurderes konsekvensen for badesikkerheden og heraf menneskers sundhed at være begrænset, da kystbeskyttelsen ikke skaber forhold, som er ukendte på strækningen. Kystbeskyttelsens indvirkning på badesikkerheden vurderes derfor samlet set ikke at være væsentlig.

20.4.3 Beskæftigelse

Den planlagte kystbeskyttelse har såvel direkte som indirekte betydning for beskæftigelsen i lokalområderne langs kysten, da der er et betydeligt antal arbejdspladser forbundet med dens gennemførelse.

Kystbeskyttelsesindsatsen kan være medvirkende til at påvirke lyst til at investering i lokalområdet ved kysten i en positiv retning gennem fastholdelse af ejendomsværdierne og de gode beskæftigelsesvilkår. Det skyldes, at risikoen for erosion af kysten minimeres både nu og på længere sigt. Den øgede investeringslyst har en positiv effekt på lyst til f.eks. at bygge et nyt sommerhus eller købe bolig og bosætte sig langs kysten, som beskrevet i kapitel 18 *Materielle goder*. Investeringslysten har indflydelse på beskæftigelsen inden for en række erhverv, herunder håndværkererhverv og ejendomsmæglere.

En stor andel af befolkningen på strækningen er desuden beskæftiget inden for turismeerhvervet, og den brede sandstrand spiller en stor rolle i forhold til at trække turister til området jf. kapitel 19 *Turisme og rekreation*. Fastholdelse af kystforholdene vil betyde, at turistindustrien fortsat påvirkes positivt.

Påvirkningsgraden fra sedimentationen vil dog være lille da der kun sker en aflejring på to centimeter. Aflejringen vurderes at ligge inden for den naturlige variation af havbunden, og der vil derfor ikke ske en påvirkning af indsejlingsforholdene til havnene og dermed havnenes drift.

Fiskeriet kan blive påvirket midlertidigt i forbindelse med den kystnære fodring, da aktiviteterne kan skræmme fisk væk og ødelægge levesteder. Levestederne vil dog komme igen og fiskene vender tilbage, kort tid efter sandfodringen er afsluttet, hvormed kystbeskyttelsen vurderes at påvirke fiskeriet i ubetydelig grad.

Kystbeskyttelsen vil i sig selv bidrage til arbejdspladser, men det vurderes dog, at sandsynligheden for, at en stor del af de beskæftigede er bosiddende ved Skagen, er lille.

Samlet vurdering: Det vurderes, at sandfodringen med stor sandsynlighed vil påvirke beskæftigelsen på strækningen, da den planlagte kystbeskyttelse understøtter den erhvervsbeskæftigelse, som i dag er afhængig af kysten i sin nuværende form. Påvirkningen vurderes at være lokal, da erhvervsbeskæftigelsen primært påvirkes i området umiddelbart omkring området, hvor kystbeskyttelsen finder sted. Erhvervsbeskæftigelsen påvirkes i større områder og er ikke kun tilknyttet kysten. Påvirkningens varighed vil være lang, da erhvervet understøttes, så længe der kystbeskyttes langs strækningen. Påvirkningsgraden vil være moderat, da kystbeskyttelsen vurderes at kunne have en reel indvirkning på borgernes beskæftigelsesvilkår, specielt i turismeerhvervet.

Konsekvensen af den planlagte kystbeskyttelse vurderes samlet set at have moderat og positiv for beskæftigelsen.

20.5 Afværgetiltag

Der gennemføres følgende afværgetiltag, som kan hindre, mindske eller kompensere for den planlagte kystbeskyttelses påvirkninger af miljøet i form af støjgener:

- På strækninger, hvor der skal udføres strandfodring, varsler Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse – Drift og Anlæg på forhånd arbejdet til lokalbefolkningen via lokalavisen, så befolkningen kan forberede sig på de midlertidige støjende aktiviteter. Arbejderne anmeldes derudover også til Frederikshavn kommune.

20.6 Kumulative effekter

I starten af 2021 færdiggøres etape 3 af Skagen Havns udvidelse. Udvidelsen vil udbygge Skagen Havn med 190.000 m² nyt landareal og 1.050 meter ny kaj og skal lægge areal til fiskeri, fiskeindustri samt gods og bunkring. Udvidelsen sker på havnens nordøstlige del søværts fra havnen. Udvidelsens anlægsaktiviteter kan ske sideløbende med den planlagte kystbeskyttelse i 2020.⁵⁶⁵ Havneudvidelsen vil give anledning til anlægsaktiviteter, som kan have en kumulativ effekt sammen med kystbeskyttelsen. Anlægsaktiviteterne i forbindelse med udvidelsen foregår dog kun i dagtimerne, hvormed den kumulative effekt reduceres. Havneudvidelsen ligger hertil op til Sønderstrand, hvor der ikke sker kystbeskyttelse. Der er dermed større afstand mellem projekternes støjende aktiviteter, hvormed gener mindskes. I driftsfasen forventes ikke betydelig indvirkning fra bl.a. støj. Havneudvidelsen vil medføre ændring af kystens udstrækning, hvormed stranden ved Sønderstrand bliver bredere. En bredere strand er generelt positivt for muligheden for at anvende stranden rekreativt og sikre tryghed, hvilket er i god tråd med kystbeskyttelsens formål. Den kumulative effekt mellem de to projekter vurderes dermed ikke at være væsentlig for befolkning og menneskers sundhed.

20.7 Sammenfattende vurdering

Skibe nær stranden og entreprenørmaskiner på stranden vil være kilder til støj, som potentielt kan påvirke sundheden hos besøgende og beboere langs kysten. Op til 1.672 støjfølsomme ejendomme kan potentielt blive påvirket af støj mellem 40-70 dB(A), mens ni støjfølsomme bygninger kan blive påvirket af støj over 70 dB(A) under kystbeskyttelsesarbejdet, der kan vare op til otte uger. Som afværgetiltag varsles strandfodringsarbejderne derfor på forhånd, så beboere og sommerhusejere bedre tilrettelægge deres hverdag og ophold, så en eventuel påvirkning fra støj kan nedbringes eller helt undgås. Konsekvensen vurderes derfor som moderat

Arbejdet med kystbeskyttelse vil midlertidigt medføre forøget luftforurening tæt på selve aktiviteterne. Grænseværdierne for CO- og partikelimmissioner overholdes, mens EU's grænseværdier for NO₂-immissioner kan overskrides i en afstand af op til 150 i nogle få døgn om året, hvor påvirkningen kan gentages op til tre gange ud af den femårige periode. Arbejdstilsynets grænseværdier for NO₂ er derimod overholdt. Den samlede konsekvens for menneskers sundhed som følge af påvirkningen af luftkvaliteten vurderes at være begrænset.

Kystbeskyttelsen kan medføre midlertidige ændrede rekreative muligheder langs stranden. Dog vurderes konsekvensen for menneskers sundhed at være begrænset, da der er rige muligheder for fortsat at være fysisk aktiv på stranden eller andre steder.

⁵⁶⁵ Skagen Havn, Havneudvidelse etape 3, <http://www.skagenhavn.dk/dk/havneudvidelsen>

Målsætningen for kystens fastholdelse og sikkerhed mod erosion kan kun opretholdes, hvis den planlagte kystbeskyttelse gennemføres. Målsætningen har stor betydning for befolkningens tryghedsfølelse og risikopfattelse, da den giver et holdepunkt i forhold til omfanget af kystbeskyttelsesindsatsen. Utryghed kan medføre langvarig stresstilstand, som kan påvirke menneskers sundhed i form af f.eks. hjertekarsygdomme og depression. Den planlagte kystbeskyttelse kan påvirke menneskers tryghed positivt, da indsatsen har betydning for risikoen for erosion af kysten samt muligheden for tab af ejendom. Påvirkningen af trygheden vurderes at være lang og have en moderat og positiv konsekvens for befolkningens tryghedsfølelse og heraf menneskers sundhed.

Kystnær fodring i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse kan medføre ændrede bølgeforhold, revlehuller og forøget strøm langs kysten. Det kan derfor ikke udelukkes, at kystnær fodring kan føre til øgede uventede forhold på kysten, som lokalt kan være til fare for badende. Dog kan ændrede kystforhold også opstå naturligt, og der er generelt stor kystdynamik på strækningen. Samtidig betyder den store kystdynamik, at de ændrede forhold udjævnes relativt hurtigt. Det vurderes derfor, at der ikke er nogen væsentlige indvirkninger af badende som følge af kystnær fodring.

Kystbeskyttelsen forventes generelt at være positiv for beskæftigelsen i form af at understøtte turismeerhvervet og investeringslysten nær kysten, ligesom kystbeskyttelsen bidrager direkte til at skabe arbejdspladser i begrænset omfang. Kystbeskyttelsen vurderes derfor at medføre en moderat og langvarig, positiv påvirkning af beskæftigelsen.

De samlede miljøpåvirkninger i forhold til befolkning og menneskers sundhed er beskrevet i skemaet nedenfor, hvor påvirkningernes sandsynlighed, geografiske udbredelse, påvirkningsgrad, varighed og konsekvenser er sammenfattet for den planlagte kystbeskyttelse.

Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
Sundhed					
Støj	Meget stor	Lokal	Høj	Midlertidig	Moderat ²
Luftforurening	Lille	Lokal	Lille	Kortvarig	Begrænset
Rekreation og sundhed	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Tryghed	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
Badesikkerhed	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
Beskæftigelse	Stor	Lokal	Moderat	Lang	Moderat

Tabel 20-5. Opsummering af miljøpåvirkninger på befolkning og menneskers sundhed forbundet med den planlagte kystbeskyttelse. ² angiver vurdering efter gennemførelse af afværgetiltag i form af varsling af lokalbefolkningen forud for strandfodringen.

21. KUMULATIVE EFFEKTER

Hvis flere projekter foregår i samme område på samme tid, er det relevant at vurdere deres samlede effekt på miljøet, hvilket også kaldes den kumulative effekt. Det er vigtigt at forholde sig til den kumulative effekt, da den samlede effekt af flere projekters påvirkninger kan være væsentlig, selvom påvirkningen fra det enkelte projekt isoleret set ikke er det. Eksempler på kumulative effekter kunne være landskabspåvirkninger, støj, barriereeffekter, tab af habitat mv.

For at kunne vurdere, om der er kumulative virkninger, som kan forstærke konsekvenserne fra kystbeskyttelsen på miljøet, ses på andre planer og projekter i området. De eventuelle kumulative effekter vurderes for de miljøemner, hvor der kan være en kumulativ effekt. Idet den kumulative effekt er tæt knyttet til vurderingen af miljøpåvirkningernes konsekvens, er de kumulative effekter både tids- og udbredelsesmæssigt vurderet i sammenhæng med vurderingen af konsekvenser i forhold til de enkelte miljøemner. Kapitlet er derfor alene en opsamling, der giver et overblik over de kumulative effekter, der er vurderet i miljøkonsekvensrapporten. De kumulative effekter, der findes i form af indre sammenhænge eller forstærkede effekter som følge af den planlagte kystbeskyttelses elementer, er ligeledes vurderet, og der er ikke fundet kumulative effekter.

I de efterfølgende afsnit beskrives de kumulative effekter emnevis.

21.1 Landskab

Følgende projekter kan i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger medføre kumulative effekter.

21.1.1 Vedligeholdelse af hård kystbeskyttelse

Hård kystbeskyttelse på strækningen omfatter bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse i form af et dige. Vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse vil medføre færdsel med maskiner på stranden og i klitterne i forbindelse med tilkørsel af materialer og aktiviteter. Desuden vil der blive etableret en midlertidig arbejdsplads, der vil ligge på samme sted, som arbejdspladsen, der anvendes til den øvrige kystbeskyttelse. Arbejdspladsen anvendes ikke nødvendigvis på samme tidspunkt som kystbeskyttelsen, hvorfor arbejdspladsen kan blive brugt flere gange og i længere perioder.

Der vil forekomme yderligere fysisk og visuel uro i forbindelse med vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse, der i en kortvarig periode vil tilføre kystlandskabet et teknisk præg. Aktiviteterne falder ikke nødvendigvis sammen med, at der i øvrigt gennemføres kystbeskyttelse, hvilket kan betyde, at en lokalitet udsættes for forstyrrelse flere gange, så den visuelle påvirkning gentages. Hvis arbejdet er sammenfaldende, kan den visuelle forstyrrelse blive mere intensiv.

Vedligeholdelsen af den hårde kystbeskyttelse kan samtidig betyde, at anlæggene til en vis grad ændrer form og farve, når der tilføres nye stenblokke eller andre materialer. Da der er tale om relativt få lokaliteter, hvor arbejdet vil finde sted i aftaleperioden, og da anlæggene, der vedligeholdes allerede eksisterer, vurderes det ikke, at vedligeholdelsesarbejdet vil medføre en væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

21.1.2 Udvidelse af Skagen Havn

I starten af 2021 færdiggøres etape 3 af Skagen Havns udvidelse. Udvidelsen vil udbygge Skagen Havn med 190.000 m² nyt landareal og 1.050 meter ny kaj og skal lægge areal til fiskeri, fiskeindustri samt gods og bunkring. Udvidelsen sker på havnens nordøstlige del søværts fra havnen. Udvidelsens anlægsaktiviteter kan ske sideløbende med den planlagte kystbeskyttelse i 2020. Der

sker ingen sandfodring på Sønderstand, hvormed der ikke vil være direkte visuel forbindelse mellem de to projekter. Det forventes dog, at havneudvidelsen vil tilføre nogle få meter til Sønderstrands bredde, hvormed den naturlige tilbagerykning, der sker på Sønderstrand umiddelbart standses.⁵⁶⁶ Effekten vurderes at være positiv i forhold til formålet med kystbeskyttelsen. Den eneste visuelle sammenhæng i forbindelse med sandfodringen, vil være flere skibe ud for Skagen end normalt. Den kumulative effekt mellem de to projekter vurderes dermed ikke at være væsentlig for landskabet.

21.2 Kystdynamik, strømning og sedimentation

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter, hvis aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensning vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringen. Det vurderes derfor, at der ikke i den anledning vil forekomme kumulative effekter, som overstiger de miljöpåvirkninger, der allerede er vurderet.

Den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil, ifølge VVM-redegørelse for etape 3 udvidelsen⁵⁶⁷, medføre lokale påvirkninger på strømforholdene på strækningen. Ændringerne i strømforhold er størst omkring etape 3 opfyldningens nordøstlige hjørne, hvor der vil forekomme en lille lokal forøgelse i strømhastigheden ud til en på ca. 700 – 800 meter søværts for eksisterende mole.



Figur 21-1. Skønnet fremtidig kystlinje optegnet i forhold til den eksisterende vist i baggrundsbilledet. Blå: Ny ligevægt. Rød: Ændringer på kort sigt hvor fremrykning nær havnen kompenseres af tilbagerykning mellem havnen og sydligste kystbeskyttelse.⁵⁶⁸

⁵⁶⁶ Skagen Havn, Havneudvidelse etape 3, <http://www.skagenhavn.dk/dk/havneudvidelsen>

⁵⁶⁷ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

⁵⁶⁸ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

Jf. VVM-redegørelsen for Etape 3 udvidelsen vil en øget lævirkning nedsætte den nordgående transport, mens den sydgående transport er uændret. Lævirkningen kan forårsage kystfremrykning umiddelbart nord for havnen, og på baggrund modelberegninger i VVM-redegørelse er det vurderet, at kysten på længere sigt vil flytte frem med ca. 20 meter nær havnen, og at fremrykningen vil kunne ses i en afstand af ca. 600 meter fra havnen. Den skønnede kystfremrykning er illustreret i Figur 8-41.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM-redegørelse for etape 3 udvidelsen¹²⁶ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment udenfor havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og kystfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

Da det er vurderet, at den planlagte kystbeskyttelses påvirkning på strømforholdene er begrænset, vurderes det, at der ikke vil være en kumulativ effekt på strømforholdene. Ved udbygning af stranden nord for havnen, kan den planlagte kystbeskyttelse være med til at understøtte udviklingen, da en del af sandet fra sandfodringen transporteres til området, hvor det aflejres. Suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under sandfodringen. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der er vurderet.

21.3

Vand

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter såfremt aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen som opstår under kystfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter på vandkvalitet, vandområdeplaner eller havstrategiinteresser i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte Etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM for Etape 3 udvidelsen⁵⁶⁹ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment udenfor havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og kystfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset⁵⁷⁰ og uden betydning for den for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i bilag 4 om *Sedimentation, hydraulik og morfologi*. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter vandkvalitet, vandområdeplaner eller havstrategiinteresser i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

⁵⁶⁹ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

⁵⁷⁰ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

21.4 Luft

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne fra den planlagte kystbeskyttelse forstærkes i forhold til luft. Der forventes dog at forekomme en mindre kumulativ effekt med en forventet øget skibstrafik ifm. udvidelsen af Skagen Havn, den øvrige skibstrafik, trafikken på land samt øvrige kystbeskyttelsesprojekter i nærheden af kyststrækningen, men den vurderes ikke at være væsentlig.

21.5 Klima

I starten af 2021 færdiggøres etape 3 af Skagen Havns udvidelse. Udvidelsen vil udbygge Skagen Havn med 190.000 m² nyt landareal og 1.050 meter ny kaj og skal lægge areal til fiskeri, fiskeindustri samt gods og bunkering. Udvidelsen sker på havnens nordøstlige del søværts fra havnen. Udvidelsens anlægsaktiviteter kan ske sideløbende med den planlagte kystbeskyttelse i 2020.⁵⁷¹ Havneudvidelsen vil give anledning til anlægs- og driftsaktiviteter, som kan have en kumulativ effekt sammen med kystbeskyttelsen. Den kumulative effekt mellem de to projekter vurderes dog ikke at være væsentlig for klimaet, da deres samlede CO₂-bidrag er begrænset.

Udledningen fra den planlagte kystbeskyttelse vil kunne kumulere med udledningen fra den øvrige skibstrafik fra Skagen Havn, men påvirkningen vurderes ikke at være væsentlig.

Udledningen fra den planlagte kystbeskyttelse vil sammen med de øvrige nationale udledninger af CO₂ medføre en kumulativ effekt, der har alvorlige følger for klimaet. Klimaændringerne vil samtidig medføre behov for en øgning af de sandmængder, der skal bruges til sandfodring, hvis kystlinjen skal opretholdes i fremtiden.

21.6 Jord

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne forstærkes i forhold til jordbund og jordforurening.

21.7 Marin bundfauna

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter hvis aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen som opstår under kystfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM for etape 3 udvidelsen⁵⁷² vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment udenfor havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset⁵⁷³ og uden betydning for den for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i bilag 4 om *sedimentation*,

⁵⁷¹ Skagen Havn, Havneudvidelse etape 3, <http://www.skagenhavn.dk/dk/havneudvidelsen>

⁵⁷² COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

⁵⁷³ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

hydraulik og morfologi. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

21.8 Fisk

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter, såfremt aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen som opstår under sandfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter på fisk i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild. Jf. VVM for etape 3 udvidelsen⁵⁷⁴ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment uden for havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og sandfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes at være begrænset⁵⁷⁵ og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under sandfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation*. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme kumulative effekter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

21.9 Havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med oprensningsaktiviteter i Skagen Havn vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der sandfodres, og dermed give anledning til kumulative effekter, såfremt aktiviteterne foregår på samme tid. Sedimentspildet fra oprensningsaktiviteterne vurderes dog at være meget begrænset og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen som opstår under kystfodringsarbejderne. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter for havpattedyr, havfugle, marine beskyttede områder eller marine bilag IV-arter, som i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

21.9.1 Kumulative effekter i forbindelse med anlæg og drift af etape 3 udvidelsen af Skagen Havn

I forbindelse med anlægsarbejdet til den planlagte Etape 3 udvidelse af Skagen Havn vil der opstå et sedimentspild, og jf. VVM for Etape 3 udvidelsen⁵⁷⁶ vil de højeste koncentrationer af suspenderet sediment uden for havnen opstå ved uddybningen af havne- og svajebassin samt uddybning af sejllobet uden for havnen. Uddybningsarbejdet og kystfodringsarbejdet kan foregå på samme tid.

Koncentrationen af suspenderet sediment fra uddybningsaktiviteterne vurderes begrænset⁵⁷⁷ og uden betydning for den samlede midlertidige forøgelse af sedimentkoncentrationen, som opstår under kystfodringsarbejderne, hvilket er beskrevet nærmere i bilag 4 om *sedimentation*,

⁵⁷⁴ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

⁵⁷⁵ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

⁵⁷⁶ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

⁵⁷⁷ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, Bilagsbind til VVM-redegørelse.

hydraulik og morfologi. Det vurderes derfor, at der ikke vil forekomme væsentlige kumulative effekter for havpattedyr, havfugle, marine beskyttede områder eller marine bilag IV-arter i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

21.9.2 Kumulative effekter – undervandsstøj

I forbindelse med anlæg af etape 3 udvidelsen af Skagen Havn er det vurderet at undervandsstøj fra nedramning/nedvibrering af spuns og pæle i anlægsfasen udgør en ubetydelig miljørisiko for sæler og marsvin. Hvilket begrundes med, at risikoen for at der opstår høreskader hos marsvin og sæler, under anlæggelsen af spuns og pæle, er begrænset til en afstand af <10 – 60 meter fra nedramningsstedet⁵⁷⁸.

Da beregningen af undervandsstøj i forbindelse med sandfodringen viser, at sæler og marsvin ikke påvirkes væsentligt, som angivet i Tabel 15-5, og påvirkningen fra undervandsstøj fra anlægsarbejde på etape 3 udvidelsen af Skagen Havn er beskrives som værende ubetydelig, vurderes der ikke at forekomme væsentlige kumulative effekter af undervandsstøj for havpattedyr i samspil med de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet i afsnit 15.4.1 om undervandsstøj.

21.10 Natur på land

Der er identificeret følgende kumulative effekter på strækningen:

21.10.1 Udvidelse af eksisterende havn i Skagen

I forbindelse med anlæg af etape 3 udvidelsen af Skagen Havn er det vurderet, at landarealer med naturindhold ikke direkte berøres af den planlagte kystbeskyttelse, da der ikke findes nogen arealer med naturindhold på Skagen Havn, og da havneudvidelsen alene finder sted på søterrito-riet ud for den eksisterende havn

21.10.2 Vedligeholdelse af hård kystbeskyttelse

Hård kystbeskyttelse på strækningen omfatter høfder, bølgebrydere og skråningsbeskyttelse. Vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse vil medføre færdsel med maskiner på stranden og ad eksisterende adgangsveje i klitterne i forbindelse med tilkørsel og indbygning af materialer samt etablering af materialedepoter og arbejdsområder. Da arbejdet vil følge samme retningslinjer som gælder for den planlagte kystbeskyttelse, vurderes det ikke at medføre væsentlige kumulative påvirkninger af naturtyper eller arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N1.

21.11 Kulturarv og historiske interesser

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne forstærkes i forhold til kulturarv.

21.12 Materielle goder

Der er ikke kendskab til vedtagne planer eller projekter, der i samspil med den planlagte kystbeskyttelses miljøpåvirkninger vil betyde, at påvirkningerne forstærkes i forhold til materielle goder.

21.13 Turisme og rekreation

Der eksisterer en række vedtagne planer og projekter på turismeområdet, der i samspil med kystbeskyttelsens miljøpåvirkninger vil betyde, at de gavnlige påvirkninger forstærkes i forhold til

⁵⁷⁸ COWI (2018), ETAPE 3 UDVIDELSE AF SKAGEN HAVN, VVM-redegørelse, miljøvurdering af plangrundlaget og natura 2000 væsentlighedsvurdering

turismeaktiviteten langs strækningen. Det drejer sig bl.a. om den fælles udviklingsplan for Vestkysten frem mod 2025⁵⁷⁹, som er udarbejdet af sammenslutningen, Partnerskab for Vestkystturisme. De kumulative effekter vurderes dermed at være positive for turisme og rekreation.

21.14 Befolkning og menneskers sundhed

I starten af 2021 færdiggøres etape 3 af Skagen Havns udvidelse. Udvidelsen vil udbygge Skagen Havn med 190.000 m² nyt landareal og 1.050 meter ny kaj og skal lægge areal til fiskeri, fiskeindustri samt gods og bunkring. Udvidelsen sker på havnens nordøstlige del søværts fra havnen. Udvidelsens anlægsaktiviteter kan ske sideløbende med den planlagte kystbeskyttelse i 2020.⁵⁸⁰ Havneudvidelsen vil give anledning til anlægsaktiviteter, som kan have en kumulativ effekt sammen med kystbeskyttelsen. Anlægsaktiviteterne i forbindelse med udvidelsen foregår dog kun i dagtimerne, hvormed den kumulative effekt reduceres. Havneudvidelsen ligger hertil op til Sønderstrand, hvor der ikke sker kystbeskyttelse. Der er dermed større afstand mellem projekternes støjende aktiviteter, hvormed gener mindskes. I driftsfasen forventes ikke betydelig indvirkning fra bl.a. støj. Havneudvidelsen vil medføre ændring af kystens udstrækning, hvormed stranden ved Sønderstrand bliver bredere. En bredere strand er generelt positivt for muligheden for at anvende stranden rekreativt og sikre tryghed, hvilket er i god tråd med kystbeskyttelsens formål. Den kumulative effekt mellem de to projekter vurderes dermed ikke at være væsentlig for befolkning og menneskers sundhed.

⁵⁷⁹ Partnerskab for vestkystturisme, Udviklingsplan for Vestkysten, En fælles ambition for turismen frem mod 2025, <https://www.vestkystturisme.dk/media/1782/udviklingsplan-for-vestkysten.pdf>

⁵⁸⁰ Skagen Havn, Havneudvidelse etape 3, <http://www.skagenhavn.dk/dk/havneudvidelsen>

22. AFVÆRGETILTAG

Der er identificeret afværgetiltag på grundlag af gennemgangen af miljøpåvirkningerne for de enkelte miljøparametre i kapitel 7-20. De afværgetiltag, der kan hindre, minimere eller kompensere for påvirkningen af miljøet, er oplistet i det nedenstående skema.

Miljøemne	Afværgetiltag
Landskab	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Kystdynamik, strømning og sedimentation	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Vand	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Luft	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Klima	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Jord	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Marin bundfauna	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Fisk	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bi-lag IV-arter	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Natur på land	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Kulturarv og historiske interesser	I forbindelse med anbringelse af bundankre fra skibe og ved fastholdelse af flyderørledningen samt udlægning af bundliggende rørledning skal der opretholdes en sikkerhedsafstand på 500 meter til de fortidsminder på havbunden, der er beskyttet af museumslovens § 29g, stk. 2. Zonen kan mindskes ved marinarkæologisk gennemgang af potentielt geofysisk materiale, hvor det kan påvises, at der ikke findes beskyttede fortidsminder i det planlagte tracé for udlægning af rørledningen.
Materielle goder	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Turisme og rekreation	Der foreslås ingen afværgetiltag.
Befolkning og sundhed	På strækninger, hvor der skal udføres strandfodring, varsler Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse – Drift og Anlæg på forhånd arbejdet til lokalbefolkningen via lokalavisen, så befolkningen kan forberede sig på de midlertidige støjende aktiviteter. Arbejderne anmeldes derudover også til Frederikshavn kommune.

SAMMENFATNING

23. SAMMENFATNING AF MILJØPÅVIRKNINGER

På grundlag af miljøvurderingerne i kapitel 7-20 vurderes det, at kystbeskyttelse på strækningen ved Skagen vil medføre en række påvirkninger af miljøet. På forskellige områder vil der forekomme både væsentlige og moderate påvirkninger, som påkalder sig særlig opmærksomhed.

I forbindelse med gennemførsel af miljøkonsekvensrapporten er det for følgende miljøemner vurderet en væsentlig negativ påvirkning, hvorfor der er indarbejdet afværgetiltag til afværgelse af den væsentlige påvirkning. Opsamling på afværgetiltag findes i kapitel 22.

- Fortidsminder på havbunden
- Støjpåvirkning af mennesker

Der er ingen miljøemner, der vurderes at medføre en meget væsentlig påvirkning som følge af projektet. Der er desuden ikke nogen negative væsentlige påvirkninger, men til gengæld vurderes der for ét miljøemne, at påvirkningerne af miljøet vil være væsentlige og positive:

- Kystprofilen både ved kystnær fodring og strandfodring
- Strandbeskyttede og klitfredede arealer

Desuden vurderes der for 13 miljøemner, at påvirkningerne af miljøet vil være moderate:

- Påvirkning på landskabet som følge af arbejde på land
- Påvirkning på landskabet efter strandfodring
- Beskyttede naturtyper ved strandfodring
- Påvirkning af fortidsminder på land ved færdsel med maskiner og arbejdspladser
- Påvirkning af fortidsminder på havbunden ved brug af rørledning
- Påvirkning af private ejendomme (positiv)
- Påvirkning af kystlandskabets karakter (positiv)
- Påvirkning af ophold ved kysten (positiv)
- Påvirkning af rekreative muligheder (positiv)
- Påvirkning af turisme og udviklingsmuligheder (positiv)
- Påvirkning af sundhed på grund af støj
- Påvirkning af tryghed (positiv)
- Påvirkning af beskæftigelse (positiv)

For de øvrige vurderede miljøpåvirkninger, vurderes det, at påvirkningerne af miljøet er uvæsentlige eller ikke tilstede. De samlede vurderinger er opsummeret i skemaet herunder. Grøn farve angiver positive påvirkninger.

Kapitel	Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
7	Landskab					
	<i>Påvirkning af kystlandskabets karakter og fremtræden</i>					
	Arbejde på land	Stor	Lokal	Høj	Midlertidig	Moderat
	Midlertidige arbejdspladser	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	Kystnær fodring	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset

Kapitel	Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
	Påvirkning efter strandfodring	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
	<i>Påvirkning af udpegede landskaber</i>					
	Udpegede landskaber	-	-	-	-	Overensstemmelse
	Geologiske områder	-	-	-	-	Overensstemmelse
	Nationale kystlandskaber	-	-	-	-	Overensstemmelse
	<i>Fredede arealer</i>	-	-	-	-	-
	<i>Klitfredede og strandbeskyttede arealer</i>	Meget stor	Lokal	Meget høj	Lang	Væsentlig
8	Kystdynamik, strømning og sedimentation					
	<i>Kystprofilen</i>					
	Kystnær fodring	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Væsentlig
	Strandfodring	Meget stor	Lokal	Moderat	Lang	Væsentlig
	<i>Sedimentforhold</i>					
	Bunds sediment	Meget stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
	Strands sediment	Meget stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
	<i>Bølger og strøm</i>					
	Bølger	Stor	Lokal	Moderat	Lang	Begrænset
	Strømforhold	Moderat	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
	<i>Sedimenttransport</i>	Moderat	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
	<i>Sedimentation ved Skagen Havn</i>	Meget lille	Lokal	Lille	Lang	Ubetydelig
	<i>Suspenderet sediment</i>					
	Strandfodring	Meget stor	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Kystnærfodring	Meget stor	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
	<i>Sedimentation på havbunden</i>					
	Strandfodring	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Kystnær fodring	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
9	Vand					
	<i>Vandkvalitet</i>					
	Næringsstoffer	Stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
	Fytoplankton	Lille	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
	<i>Vandforekomster omfattet af vandplanlægning</i>					
	Samlet økologisk tilstand	Meget lille	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
	Kemisk tilstand	-	-	-	-	-
	<i>Vandområder omfattet af Danmarks Havstrategi</i>					
	Samlet vurdering for alle deskriptorer	Lille	Lokal	Meget lille - Lille	Lang	Ubetydelig - Begrænset
10	Luft					
	Luftkvalitet	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset

Kapitel	Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
	Lugtgener	Lille	Lokal	Lille	Kortvarig	Ubetydelig
11	Klima					
	Klimaets påvirkning på kystbeskyttelsen	Meget stor	Lokal	Lille	Vedvarende	Ubetydelig
	Påvirkning af klimaet i form af emissioner	Meget stor	Globalt	Meget lille	Lang	Ubetydelig
12	Jord					
	Spild af olieprodukter m.m.	Lille	Lokalt	Lille	Kortvarig	Begrænset
	Grundvandsforekomster	Meget lille	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
13	Marin bundfauna					
	Habitattab	Meget stor	Lokal	Lille	Lang	Ubetydelig
	Ændring af substratforhold	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Spredning af sediment i vandsøjlen	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	Sedimentation på havbunden	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Habitattab	Meget stor	Lokal	Lille	Lang	Ubetydelig
14	Fisk					
	Tildækning	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Reduceret fødegrundlag	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	Ændring af substratforhold	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Spredning af sediment i vandsøjlen	Stor	Lokal	Moderat	Midlertidig	Begrænset
	Sedimentation på havbunden	Stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Undervandsstøj	Lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
15	Havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter					
	<i>Havpattedyr</i>					
	Fysisk forstyrrelse af havbunden	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Spredning af sediment i vandsøjlen	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Sedimentation på havbunden	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Visuel forstyrrelse og støj over vand	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	Undervandsstøj	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	<i>Havfugle</i>					
	Fysisk forstyrrelse af havbunden	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Spredning af sediment i vandsøjlen	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig

Kapitel	Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
	Sedimentation på havbunden	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Visuel forstyrrelse og støj over vand	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Beskyttede marine områder	-	-	-	-	Ikke væsentlig*
	Bilag IV-arter	-	-	-	-	Ikke væsentlig*
16	Natur på land					
	<i>Beskyttede naturtyper</i>					
	Strandfodring	Meget stor	Lokal	Moderat	Lang	Moderat
	Fysisk forstyrrelse	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	Næringsstofforurening	Stor	Lokal	Meget lille	Lang	Ubetydelig
	Deposition af kvælstof	Meget stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
	Saltsprøjt	Lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Natura 2000					Ikke væsentlig*
	Bilag IV	Meget lille	Lokal	Meget lille	Midlertidig	Ikke væsentlig*
	<i>Fredede arter</i>					
	Krybdyr og planter	Meget lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Ubetydelig
	Fugle	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	<i>Fredede områder</i>	-	-	-	-	-
	<i>Biodiversitet</i>	Meget stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
17	Kulturarv					
	<i>Påvirkning af fortidsminder på land</i>					
	Færdsel med maskiner og arbejdspladser	Lille	Lokal	Meget høj	Vedvarende	Moderat
	Påvirkning ved strandfodring	Stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
	<i>Påvirkning af fortidsminder på havbunden</i>					
	Påvirkning af kommuneplanens kulturhistoriske udpegninger	Meget stor	Lokal	Lille	Kortvarig	Ubetydelig
	Kystnær fodring	Lille	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
	Sandfodring med rørledning	Lille	Lokal	Meget høj	Vedvarende	Moderat ¹
	Udvidelse af stranden	Lille	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
	<i>Påvirkning af fredede og bevaringsværdige bygninger</i>	Moderat	Lokal	Lille	Lang	Begrænset

Kapitel	Miljøpåvirkning	Sandsynlighed	Geografisk udbredelse	Påvirkningsgrad	Varighed	Konsekvenser
	<i>Påvirkning af kommuneplanens kulturhistoriske udpegninger</i>					Overensstemmelse
18	Materielle goder					
	Private ejendomme	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
	Erhvervsejendomme	Stor	Lokal	Lille	Lang	Begrænset
	Infrastruktur og tekniske anlæg	Stor	Lokal	Lille	Lang	Ubetydelig
19	Turisme og rekreation					
	<i>Kystens attraktionsværdi</i>					
	Ophold ved kysten	Meget stor	Lokal	Høj	Midlertidig	Moderat
	Kystlandskabets karakter	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
	<i>Rekreative muligheder</i>					
	Tilgængelighed	Lille	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	Rekreative muligheder	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
	<i>Turisme og udviklingsmuligheder</i>	Stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
20	Befolkning og menneskers sundhed					
	<i>Sundhed</i>					
	Støj	Meget stor	Lokal	Høj	Midlertidig	Moderat ²
	Luftforurening	Lille	Lokal	Lille	Kortvarig	Begrænset
	Rekreation og sundhed	Meget stor	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	Tryghed	Meget stor	Lokal	Høj	Lang	Moderat
	<i>Badesikkerhed</i>	Moderat	Lokal	Lille	Midlertidig	Begrænset
	<i>Beskæftigelse</i>	Stor	Lokal	Moderat	Lang	Moderat

Tabel 23-1. Opsummering af miljøpåvirkninger forbundet med den planlagte kystbeskyttelse. *: for Bilag IV-arter og Natura 2000-områder vurderes ud fra kriterierne væsentlig påvirkning/ikke væsentlig påvirkning. ¹ angiver vurdering efter gennemførelse af afværgetiltag i form af en sikkerhedsafstand på 500 meter fra 100 år gamle fortidsminder på havbunden. ² angiver vurdering efter gennemførelse af afværgetiltag i form af varsling af lokalbefolkningen forud for strandfodringen.

24. MANGLENDE VIDEN OG USIKKERHEDER

Formålet med at udarbejde en miljøkonsekvensrapport er at sikre, at der foreligger en samlet beskrivelse og vurdering af den planlagte kystbeskyttelses miljøkonsekvenser, som kan danne grundlag for såvel en offentlig debat som myndighedernes endelige stillingtagen til den planlagte kystbeskyttelses gennemførelse.

Det er Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlægs vurdering, at der med miljøkonsekvensrapporten foreligger et godt grundlag for offentlighedens og myndighedernes vurdering af den planlagte kystbeskyttelses miljøkonsekvenser, inden der træffes beslutning om kystbeskyttelsens realisering.

Der er i miljøkonsekvensrapporten redegjort for de miljømæssige konsekvenser af kystbeskyttelsen på strækningen ved Skagen.

På baggrund af miljøkonsekvensrapporten har myndighederne udarbejdet et udkast til tilladelser. I tilladelserne fastsætter myndighederne vilkår til kystbeskyttelsens gennemførelse, som skal sikre, at Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og Anlæg kan realisere den planlagte kystbeskyttelse uden at påføre omgivelserne påvirkninger, som er uforeneligt med hensynet til omgivelsernes sårbarhed og kvalitet.

I de enkelte kapitler i miljøkonsekvensrapporten er der beskrevet den metodiske tilgang, der er benyttet til indhentning af oplysninger om eksisterende forhold samt det anvendte grundlag for de udførte miljøvurderinger.

Det vurderes, at der har været et tilstrækkeligt grundlag for at vurdere de miljømæssige konsekvenser af den planlagte kystbeskyttelse, samt, at der ikke er væsentlige manglende oplysninger eller begrænsninger, relateret til de foretagne miljøkonsekvensvurderinger.

25. OVERVÅGNING

Ifølge miljøvurderingsloven skal der udarbejdes en beskrivelse af de påtænkte foranstaltninger med henblik på at undgå, forebygge, begrænse eller om muligt neutralisere identificerede væsentlige skadelige virkninger på miljøet og, om relevant, af eventuelle foreslåede overvågningsordninger.

En beskrivelse af de påtænkte foranstaltninger findes i kapitel 22 *Afværgetiltag*. I de efterfølgende afsnit redegøres emnevis for behovet for overvågningsordninger i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse langs kyststrækningen ved Skagen.

25.1 Landskab

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på landskabet. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.2 Kystdynamik, strømning og sedimentation

Sammenfattende vurderes det, at sandfodring med stor sandsynlighed lokalt påvirker kystprofilet væsentligt, både fordi profilets udformning ændres, men også fordi den er med til at stoppe den naturlige udvikling af kysten.

Formålet med den planlagte kystbeskyttelse er netop at stoppe den naturlige udvikling af profilet. Kystdirektoratet overvåger kystprofilets udvikling løbende ved opmåling langs de såkaldte Vest-kystlinjer, og det vurderes ikke, at der er behov for en yderligere overvågningsordning.

25.3 Vand

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på vand. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.4 Luft

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på luft. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.5 Klima

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på klima. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.6 Jord

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på jord. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.7 Marin bundfauna

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på marin bundfauna. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.8 Fisk

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på fisk. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.9 Havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på havpattedyr, havfugle, beskyttede marine områder og bilag IV-arter. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.10 Natur på land

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på natur på land. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.11 Kulturarv og historiske interesser

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på kulturarv og historiske interesser. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.12 Materielle goder

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på materielle goder. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.13 Turisme og rekreation

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på turisme og rekreation. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.

25.14 Befolkning og menneskers sundhed

Den planlagte kystbeskyttelse giver ikke anledning til væsentlig skadelig virkning på befolkning og menneskers sundhed. Der vurderes på den baggrund ikke at være behov for en overvågningsordning.