

A photograph of a coastal landscape. In the foreground, there is a grassy dune. In the middle ground, a steep, eroded cliff face meets the sea. Waves are breaking against the base of the cliff. On top of the cliff, several houses are visible. The sky is filled with heavy, grey clouds.

BILAGSRAPPORT LØNSTRUP

MILJØKONSEKVENSRAPPORT
KYSTBESKYTTELSE

INDHOLDSFORTEGNELSE

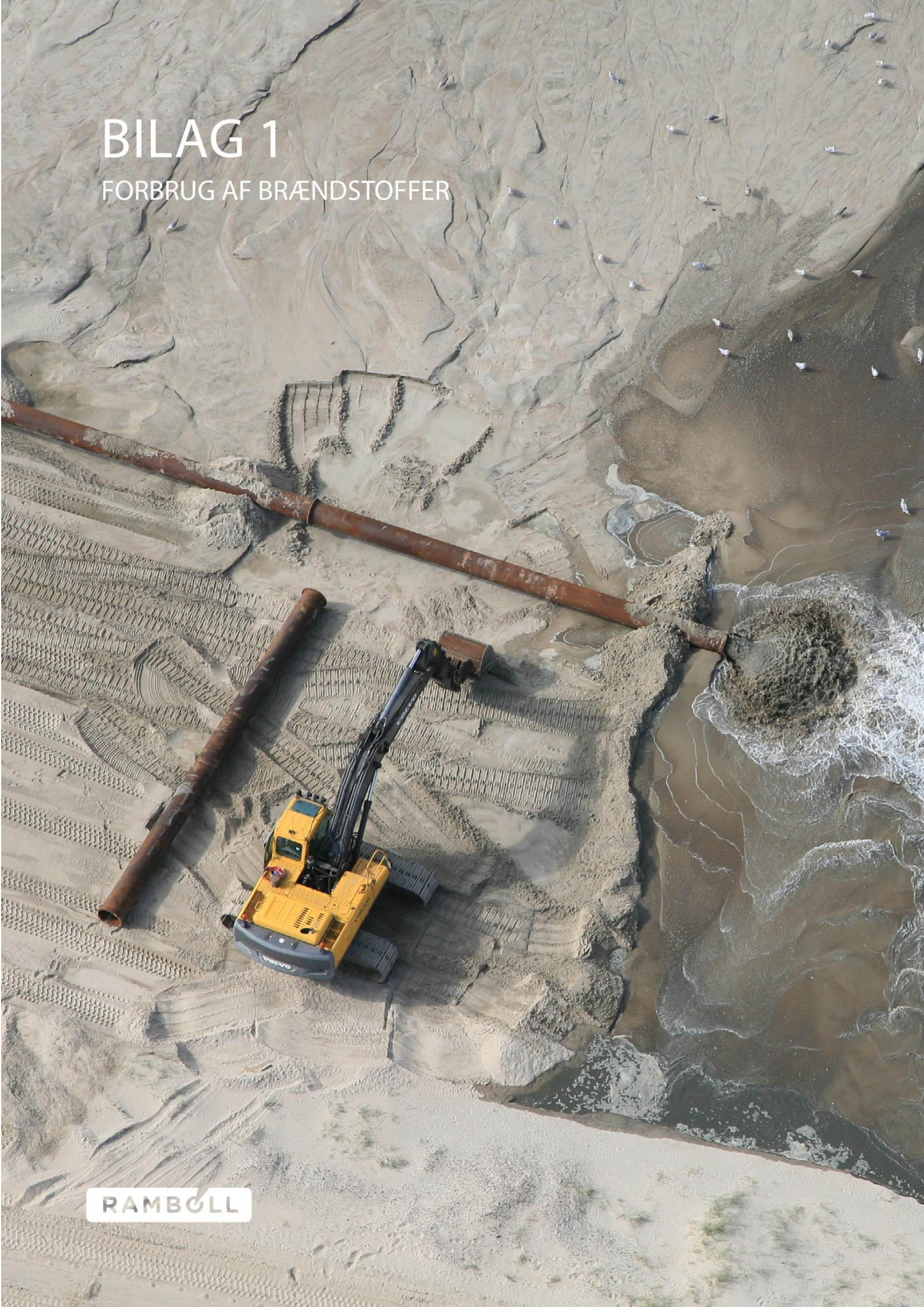
BILAG 1	FORBRUG AF BRÆNDSTOFFER	4
BILAG 2	STØJ OG UNDERVANDSSTØJ	11
BILAG 3	SKIBSTRAFIK OG RISIKO FOR STØRRE ULYKKER	22
BILAG 4	LASTBILER OG STØRRE ULYKKER	28
BILAG 5	SEDIMENTATION, HYDRAULIK, MORFOLOGI	37
BILAG 6	EMISSIONER	39
BILAG 7	EMISSIONER – RESULTATER	58
BILAG 8	BUNDFUNA OG BUNDFLORA	59
BILAG 9	ARTSBESKRIVELSE MARINE FORHOLD, FISK	60
BILAG 10	VÆSENTLIGHEDSVURDERING	118

Forord

Denne bilagsrapport indeholder fagbilag, der indgår som en del af den samlede miljøkonsekvensrapport for kystbeskyttelse på strækningen ved Lønstrup.

BILAG 1

FORBRUG AF BRÆNDSTOFFER



I det følgende beskrives metoden og resultaterne for beregning af forbruget af brændstoffsressourcer i forbindelse med kystbeskyttelse af strækningen ved Lønstrup. Oplysninger om andet ressourceforbrug i forbindelse med projektet er beskrevet i miljøkonsekvensrapportens i kapitel 3 *Projektbeskrivelse*.

1.1 Opgørelse over brændstofforbrug

Afsnittet beskriver forbruget af brændstoffer i forbindelse med kystbeskyttelse af strækningen ved Lønstrup.

1.1.1 Scenarier

Der er foretaget en beregning af olieforbruget, der skønnes anvendt til sandfordringen. Der foretaget beregning for følgende scenarier.

Scenarie 1a omfatter:

- Tre sandfodringskibe med laststørrelse 2.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som kystnær fodring og sker alene ved klapning.
- Losningstiden er estimeret til fem minutter per tur.

Scenarie 1b omfatter:

- Tre sandfodringskibe med laststørrelse 2.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som strandfodring ved indpumpning via bundliggende rørledning.
- Antallet af skibe er tilpasset, så der aldrig er ventetid ved pumperørledningen.
- På land arbejder to gravemaskiner med håndtering af rørledningen, og én gummiged supporterer med flytning af rørledning og gennemfører afretning til sidst efter indpumpning. Der tages ikke højde for olieforbruget og emissioner for maskiner på land.
- I forhold til scenarie 1a er det kun losningstiden, som er ændret. Denne var fem minutter per tur i scenarie 1a, og er estimeret til 80 minutter per tur i scenarie 1b.

Scenarie 2a omfatter:

- To sandfodringskibe med laststørrelse 6.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som kystnær fodring.
- Kystnær fodring sker ved rainbowing og delvis klapning.
- Losningstiden er estimeret til 60 minutter per tur.

Scenarie 2b omfatter:

- To sandfodringskibe med laststørrelse 6.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som strandfodring.
- Det 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. Der tages ikke højde for olieforbruget og emissioner for maskiner på land.
- I forhold til scenarie 2a tager losning i scenarie 2b 80 minutter per tur mod 60 minutter per tur i scenarie 2a.

Scenarier 3a og 3b omfatter:

- Ét sandfodringskib med laststørrelse 21.000 m³ opererer på kampagnen, som gennemføres enten som a) kystnær fodring eller b) strandfodring.
- A) kystnær fodring sker alene ved indpumpning igennem flyderørledning. En mindre spray-pontoon positionerer flyderørledningen.
- B) Strandfodring sker ved indpumpning via flyderørledning eller bundliggende rørledning til stranden. På land arbejder to gravemaskiner med håndtering af rørledningen, og én

gummiged supporter med flytning af rørledning. Parallelt med indpumpning fordeler og afretter en dozer det indpumpe fyldsand. Der tages ikke højde for olieforbruget og emissioner for maskiner på land.

- Da der i både a) og b) ovenfor losses ved at pumpe sandet igennem et rør til stranden, antages det, at der tidsmæssigt anvendes den samme tid hver gang på 110 minutter. Derfor er forudsætningerne for scenarier 3a og 3b de samme.

Brændstofmængden til entreprenørmaskiner på land er begrænset i forhold til brændstofforbruget til skibe for scenarie 1-3, og er derfor ikke opgjort i det følgende.

Scenarie 4 omfatter:

- Tilkørsel over land med syv lastbiler på offentlig vej.
- Brug af to dumpers og to gummigeder på stranden.

1.1.2 Beregninger og antagelser

Scenarie 1-3

Beregningen er foretaget på baggrund af skibsstørrelse og afstand mellem indvindingsområdet og kysten.

For scenarie 1-3 omfatter sejladsdistancerne kun sejlads, mens sandfodringsskibene er i gang med sandfodringsaktiviteter. Sejlads i forbindelse med nye forsyninger, anden service, eller at skibet ligger til i havn, er ikke medtaget.

Der ses bort fra den tid, der er anvendt til indvinding af sand. Således estimeres kun sejltiden mellem indvindingsområde og kyststrækningen og tilbage igen samt losningstid, for dernæst at kunne estimere forbruget af bunkerolie nødvendig for operationen.

Fyldsand til sandfodring hentes fra fælles indvindingsområde (580-AA Jammerbugt), indsejlingen til Hirtshals Havn eller fra stranden syd for Hirtshals Havn. I det følgende er der regnet med worst case, hvilket betyder, at der for alle scenarier er regnet med, at sandet bliver hentet i indvindingsområdet. Desuden skal der i hvert af de tre scenarier leveres 645.000 m³ sand i perioden 2020-24.

Endvidere antages det for alle tre scenarier, at sandfodringsskibet altid sejler den samme rute fra losningssted til indvindingssted, og at det altid sejler kortest mulige afstand. Sandfodringsskibets størrelse bestemmer, hvilke områder det er muligt at suge sand fra pga. skibets dybgang.

Skibene anvendt til scenarie 1-3 er kort gengivet i Tabel 1-1.

	Sandfodringsskib 2.000 m ³	Sandfodringsskib 6.000 m ³	Sandfodringsskib 21.000 m ³
Dybgang, fuld lastet	4,5 m	7,0 m	11,0 m
Indvinding	60 min.	70 min.	110 min.
Sejlhastighed	9 knob	10 knob	11,5 knob
Splitning, effektiv	5 min.	5 min.	-
Rainbowing, effektiv	60 min.	60 min.	80 min.
Rørledning, effektiv	80 min.	80 min.	110 min.
Klargøring til indbygning/indvinding	15 min.	15 min.	15 min.
Maks. sandvolumen ombord, skibsmål	1.400	4.500	16.800

Tabel 1-1. Specifikationer på udvalgte skibsstørrelser.

Generelt og uafhængig af skibsstørrelse er det estimeret, at en 1 m³ opsuget vand plus sand vejer 1,5 ton, at skibet kun kan fyldes 2/3, før maksimal dybgang nås, og at kun 2/3 af det opsugete materiale er sand. At skibet evt. kun loser 90% af sin last, er indeholdt i, at skibet kun kan laste 2/3 før det opnår sin maksimale dybgang. Tørstofvolumen tilladt på sandfodringsskibene er vist i Tabel 1-2.

Lastekapacitet (m ³)	Sandfodringsskib 2.000 m ³	Sandfodringsskib 6.000 m ³	Sandfodringsskib 21.000 m ³
Tørstofvolumen pr tur (m³)	889	2.667	9.333

Tabel 1-2. Tørstofvolumen tilladt på sandfodringsskibene.

Beregningerne for olieforbrug per time er gjort i Excel programmet "SHIP-DESMO" for Bulk Carrier, som er tilgængelig på danske rederiers hjemmeside. Programmet er tilpasset sandfodringsskibenes egenskaber, efter konsultation med programmets udvikler.

Olieforbruget fra sandfodringsskibet med en lastekapacitet på 21.000 m³ er beregnet ud fra to modelskibe på hhv. 18.000 m³ og 33.000 m³, herefter er der interpoleret mellem de to modelskibe for at estimere en korrektionsfaktor for skibet på 21.000 m³ i forhold til modelskibet på 18.000 m³. Denne korrektionsfaktor er fundet til at være 1,05.

Sandfodringsskibets olieforbrug per time i tom og fuld tilstand, samt ved losning ses i Tabel 1-3. Olieforbruget ved losning er estimeret til at være 1,5 gange forbruget i fuld lastet tilstand.

Størrelse på sandfodringsskib	2.000 m ³	6.000 m ³	21.000 m ³
Olieforbrug, tomt (kg/time)	141	312	933
Olieforbrug, fuldt (kg/time)	128	267	898
Olieforbrug, losning (kg/time)	192	401	1.347

Tabel 1-3. Forbrug af olie pr. time for modelskibet i tom og fuld tilstand, samt ved losning.

Der er et højere olieforbrug ved tom last, da det antages, at skibet sejler med 40 % ballast efter losning og tilbage til indvindingsområdet. Dette gøres for at sikre, at skibes skruer er under vandets overflade, hvilket ikke er den optimale tilstand for sejlads, da der er større modstand, når skibet sejler, hvilket medfører et øget olieforbrug i forhold til, når skibet har fuld last. Vejrforholdene er altid antaget at være Beaufort 4.5.

Scenarie 4

For scenarie 4 er det forudsat:

- At lastbiltransporten alene sker ved årlige kampagner med 75.000 m³.
- At hver lastbil har en kapacitet på 25 m³/bil.
- At dieselforbruget er 4 km/l, og afstanden er 26 km.
- Vægtfylde 0,83 kg/l (omregningsfaktor)

1.1.3

Resultater

Resultaterne for hvert scenarie er præsenteret nedenfor.

Scenarie 1a

Tre sandfodringsskibe med laststørrelse 2.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som kystnær fodring og sker alene ved klapning. Losningstiden er estimeret til fem minutter per tur.

Med en tørstokkapacitet på 889 m³ sand skal sandfodringsskibene sejle 1.148 ture af to gange 39,5 km, altså i alt 90.692 km. Sandfodringsskibene sejler med en konstant hastighed på ni knob. Dermed bliver tiden brugt på at sejle i tom og fuld tilstand samt på losning, som angivet i Tabel 1-4.

	Tomt	Fuld	Losning
Sejltid (timer)	1.720	1.720	60

Tabel 1-4. Tid brugt på sejls og losning for scenarie 1a.

Det totale olieforbrug for scenarie 1a er vist i Tabel 1-5.

Tilstand	Olieförbruk (kg)
Tomt	242.804
Fuldt	220.663
Losning	11.639
I alt	475.106

Tabel 1-5. Olieforbrug for scenarie 1a ved sejls.

Scenarie 1b

Tre sandfodringsskibe med laststørrelse 2.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som strandfodring ved indpumpning via bundliggende rørledning. Antallet af skibe er tilpasset, så der aldrig er ventetid ved pumperørledningen. Losningstiden er estimeret til 80 minutter pr. tur.

Med en tørstokkapacitet på 889 m³ sand skal sandfodringsskibene sejle 1.148 ture af to gange 39,5 km, altså i alt 90.692 km. Sandfodringsskibet sejler med en konstant hastighed på ni knob. Dermed bliver tiden brugt på at sejle i tom og fuld tilstand samt på losning, som angivet i Tabel 1-6.

	Tomt	Fuld	Losning
Sejltid (timer)	1.720	1.720	968

Tabel 1-6. Tid brugt på sejls og losning for scenarie 1b.

Det totale olieforbrug for scenarie 1b er vist i Tabel 1-7.

Tilstand	Olieförbruk (kg)
Tomt	242.804
Fuldt	220.663
Losning	186.229
I alt	649.696

Tabel 1-7. Olieforbrug for scenarie 1b ved sejls og losning.

Scenarie 2a

To sandfodringsskibe med laststørrelse 6.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som kystnær fodring. Kystnær fodring sker ved rainbowing og delvis klapning, og losningstiden er estimeret til 60 minutter per tur.

Med en tørstokkapacitet på 2.667 m³ sand skal sandfodringsskibene sejle 383 ture af to gange 39,5 km længde, altså i alt 30.257 km. Sandfodringsskibet sejler med en konstant hastighed på ti knob. Dermed bliver tiden brugt på at sejle i tom og fuld tilstand samt på losning, som angivet i Tabel 1-8. Al losning sker ved klappning, der tager 60 minutter pr. tur.

	Tomt	Fuld	Losning
Sejltid (timer)	516	516	242

Tabel 1-8. Tid brugt på sejlds og losning for scenarie 2a.

Det totale olieforbrug for scenarie 2a er vist i Tabel 1-9.

Tilstand	Olieforbrug (kg)
Tomt	160.937
Fuldt	137.770
Losning	96.892
I alt	395.599

Tabel 1-9. Olieforbrug for scenarie 2a ved sejlds og losning.

Scenarie 2b

To sandfodringsskibe med laststørrelse 6.000 m³ opererer på den samme kampagne. Kampagnen gennemføres som strandfodring ved indpumpning via bundliggende rørledning. Losningstiden er estimeret til at være 60 minutter per tur.

Med en tørstokkapacitet på 2.667 m³ sand skal sandfodringsskibene sejle 383 ture af to gange 39,5 km længde, altså i alt 30.257 km. Sandfodringsskibet sejler med en konstant hastighed på ti knob. Dermed bliver tiden brugt på at sejle i tom og fuld tilstand samt på losning, som givet i Tabel 1-10. Al losning sker ved klappning, der tager 80 minutter pr. tur.

	Tomt	Fuld	Losning
Sejltid (timer)	516	516	323

Tabel 1-10. Tid brugt på sejlds og losning for scenarie 2b.

Det totale olieforbrug for scenarie 2b er vist i Tabel 1-11.

Tilstand	Olieforbrug (kg)
Tomt	160.937
Fuldt	137.770
Losning	129.190
I alt	427.897

Tabel 1-11. Olieforbrug for scenarie 2b ved sejlds og losning.

Scenarier 3a/b

Ét sandfodringsskib med laststørrelse 21.000 m³ opererer på kampagnen, som gennemføres enten som a) kystnær fodring ved indpumpning igennem flyderørledning eller b) strandfodring via flyderørledning eller bundliggende rørledning til stranden. Det estimeres ved begge metoder, at det tager 110 minutter pr. tur.

Med en tørstokkapacitet på 9.333 m³ sand skal sandfodringsskibene sejle 109 ture af to gange 39,5 km længde, altså i alt 8.634 km. Sandfodringsskibet sejler med en konstant hastighed på 11

knob. Dermed bliver tiden brugt på at sejle i tom og fuld tilstand samt på losning, som givet i Tabel 1-10.

	Tomt	Fuld	Losning
Sejltid (timer)	134	134	127

Tabel 1-12. Tid brugt på sejlads og losning for scenarier 3a/b.

Det totale olieforbrug for scenarier 3a/b er vist i Tabel 1-11.

Tilstand	Olieforbrug (kg)
Tomt	125.022
Fuldt	120.291
Losning	170.610
I alt	415.923

Tabel 1-13. Olieforbrug for scenarier 3a/b ved sejlads og losning.

Scenarie 4

Det totale olieforbrug for brugen af syv lastbiler under scenarie 4 er estimeret til at være 237.631 liter og dermed 197.233 kg.

Opsummering

Beregningen af det totale olieforbrug under hvert scenarie er angivet i Tabel 1-14.

Scenarie	1a	1b	2a	2b	3a/b	4
Olieforbrug (kg)	475.106	649.696	395.599	427.897	415.923	197.233

Tabel 1-14. Totalt forbrug under alle scenarier ved strandfodring og kystnær fodring i perioden 2020-24.

BILAG 2

STØJ OG UNDERVANDSSTØJ



De støjmæssige konsekvenser af aktiviteterne i forbindelse med kystbeskyttelse på kyststrækningen ved Lønstrup er undersøgt og beskrevet i dette bilag.

2.1 Støj

Støj defineres generelt som uønsket lyd. Lyd måles i enheden decibel, forkortet dB. Der tages ved måling og beregning af støj hensyn til, hvordan det menneskelige øre opfatter lyd, kaldet A-vægtning, og resultatet angives som normalt med enheden dB(A). Decibel er en logaritmisk enhed, og hvis to lige store støjniveauer adderes, vil det give et resultat, som er 3 dB(A) højere.

Støj i forbindelse med kystbeskyttelse vil ofte være varierende, også over kortere tid. I løbet af en dag kan en række aktiviteter foregå samtidig eller afløse hinanden, hvilket medfører variationer i støjen. Også over længere tid kan der være meget betydelige variationer, når anlægsarbejdet går fra en fase til en anden eller en projektaktivitet flytter sig i terrænet. Det er ikke mindst tilfældet ved kystbeskyttelse, hvor en del af arbejdet flytter sig langs stranden og derfor ofte kun optræder i kortere tid nær en bestemt bolig. Andre aktiviteter er mere knyttet til bestemte lokaliteter og i længere tid, f.eks. oplagspladser.

Endelig er det karakteristisk, at anlægsarbejde, og dermed støjen, er midlertidig og på et tidspunkt ophører helt, når kystbeskyttelsen på en given strækning er færdig.

2.2 Beregning af støj

Kystbeskyttelse indebærer brug af en række maskiner og udstyr, der kan give anledning til generende støj i omgivelserne. I forbindelse med kystbeskyttelsen, vil støjfølsomme bygninger nær kysten udsættes for støjbelastning, i forbindelse med indsejling og håndtering af sand på stranden.

2.2.1 Støjkloder

I projektbeskrivelsen beskrives fire mulige scenarier for sandfodring. Det er valgt i det følgende at tage udgangspunkt i det scenarie der giver anledning til mest støj – dvs. et scenarie med strandfodring, hvor der både kommer støj fra fartøjer og entreprenørmaskiner på land. Støjbelastningen der beskrives, vil derfor være den værste (worst case) som naboer kan blive udsat for i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse.

Støjberegningerne anvender en beregningsmodel, hvori der indgår en række støjkloder. Støjkloderne er

- Rørledning og rørmunding fra sandfodringsskib på havet (støj målt af Rambøll ved strandfodring i Skagen, efteråret 2018)
- Gravemaskiner, gummiged og dozer på stranden

Gravemaskiner, gummiged og dozer arbejder med fordeling af det indpumpede sand og flytter røret fra sandfodringsskibet langs stranden efter hver tømning af skibet. Aktiviteterne forudsættes i drift i 100% af tiden.

Støjkloderne i Tabel 2-1 er enten oplyst som generelle tabelværdier for det givne typekøretøj, eller målte kildestyrker. Den mest støjende situation i forbindelse med kystbeskyttelsen er valgt til fremvisning af støjbelastningen. Det forventes derfor, at der ikke vil være et højere støjniveau end det anviste af resultaterne.

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 (Sandfordringsskib)	110	1	110
Fordelingsslanger	108	1	108
I alt	-	-	119,2

Tabel 2-1. Anlægsarbejde på kysten i forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse.

2.2.2

Beregningsmetode

Støjkilderne er derefter placeret i beregningsprogrammet SoundPLAN, som kan simulere støjni-veauet. SoundPLAN indeholder Miljøstyrelsens foreskrevne metoder til beregning af støj fra indu-stri og er det i Danmark anvendte støjberegningsprogram. På størstedelen af strækningen er klin-ten højere end ti meter, hvorfor støjudbredelsen forventes at være mindre her, end nord for strækningen, hvor klinten er lavere end ti meter. Støjberegningerne er foretaget ud fra en simpel beregningsmodel med hhv. fladt terræn, og hvor der er indregnet en ti meter høj klint. Klinten vil have en støjdæmpende effekt på ca. 5 dB. Afskærmende virkninger fra bygninger er ikke medta-get i støjens udbredelse.

Overflader af terrænet er enten beregnet akustisk hårdt (vandoverflader) eller akustisk blødt (landoverflader). Siden støjen dæmpes af porøse terræn, vil støjen være højere over vandover-flader i støjudbredelseskortene.

Bygninger ses grafisk på støjudbredelseskort, men er ikke medtaget i beregningsscenarierne. Eventuelle refleksioner og afskærmning fra bygningerne er derfor ikke med i undersøgelsen. Stø-jens udbredelse præsenteres i en højde som ved almindelige opholdsarealer, 1,5 meter over ter-ræn.

Støjen samles i en arealkilde over et område på 50 meter i bredden og 100 meter i længden. Det forudsættes derfor at der støjes ens over arealet. Arealkilden flyttes herefter op langs kysten over hele kyststrækningen, hvor strandfodring er forventet.

Ud fra de ovenstående forhold er der i SoundPLAN udregnet afstande, hvor støjens styrke fra strandfodringen er faldet til 70 dB(A), 60 dB(A), 50 dB(A) og 40 dB(A). De beregnede afstande kan ses af nedenstående tabel.

Terræn	Afstand fra strandfodringen, hvor støjen er faldet til...			
	70 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)	40 dB(A)
Fladt	70 meter	200 meter	520 meter	1.160 meter
10 meter klint	40 meter	120 meter	330 meter	800 meter

Tabel 2-2. Afstande fra strandfodringen, hvor støjens styrke er faldet til hhv. 70 dB(A), 60 dB(A), 50 dB(A) og 40 dB(A).

Afstandene benyttes til at lave zoner omkring strækningen, hvor det forudsættes, at kystbeskyttelsen vil foregå. Zonerne er derfor ikke et udtryk for det støjniveau, som området vil udsættes for under hele strandfodringsaktiviteterne, med derimod et udtryk for støjniveauet på det tidspunkt, hvor strandfodringen giver anledning til de mest støjende forhold på den aktuelle lokalitet. Når strandfodringsaktiviteterne flytter sig op langs kysten, vil støjbelastningen derfor blive lavere i det pågældende område.

Samme fremgangsmåde er benyttet i en række gennemførte VVM-redegørelser for Vejdirektoratet og Banedanmark. Metoden er derfor gennemtestet i forbindelse med større anlægsarbejder, hvor anlægsarbejdet flyttes i forbindelse med byggeriet, i dette tilfælde kystbeskyttelsen. Et eksempel på dette er VVM-redegørelsen for Rute 54 Næstved-Rønnede eller VVM-redegørelsen for Ny Bane til Billund¹.

2.2.3 Impulser

For visse typer anlægsarbejde kan der være risiko for, at støjen vil indeholde tydeligt hørbare impulser eller toner, der er ekstra generende. Den ekstra gene, der er knyttet til tydeligt hørbare impulser og toner, svarer til, at det målte eller beregnede støjniveau får et tillæg på 5 dB(A). Det er imidlertid først i en kontrolsituation under arbejdets udførelse, at det med sikkerhed kan konstateres, om fænomenerne indgår i støjen, og om støj fra andre kilder, f.eks. trafikstøj, maskerer eventuelle impulser eller toner, så de ikke er tydeligt hørbare.

I forbindelse med den planlagte kystbeskyttelse vil der dog med stor sandsynlighed ikke optræde tydeligt hørbare impulser i støjen da der ikke indgår aktiviteter så som f.eks. ramning af spuns. I beregningerne af anlægssøj er der i denne undersøgelse ikke medtaget tillæg for toner og impulser.

2.2.4 Vibrationer

Anlægsarbejde kan undertiden give anledning til mærkbare vibrationer, der kan være generende. Normalt kan vibrationer med en styrke under 72 dB(KB) ikke registreres af mennesker. Det vurderes, at de projektaktiviteter, der gennemføres, ikke vil give anledning til betydende vibrationer da sandfodringsaktiviteterne forbundet med anvendelse af skibe på havet og entreprenørmaskiner på land og deres påvirkning af omgivelserne er velkendte og ikke indeholder mekanisk eller anden aktivitet som giver anledning til vibrationer som afviger fra normal skibstrafik.

Det er dog ikke på samme måde som for støj på forhånd muligt at beregne, hvordan vibrationer spredes gennem jorden fra f.eks. arbejde på stranden til en bygning i omgivelserne. I denne undersøgelse er vurderinger af risikoen for vibrationspåvirkninger derfor baseret på erfaringer fra andre tilsvarende projekter med lignende projektaktiviteter, da der på kysten anvendes velkendte entreprenørmaskiner, og dette ikke anses for værende forbundet med risiko for vibrationsproblemer hos naboer til strandfodringsarbejdet.

Vibrationer fra sandfodringsaktiviteterne forventes ikke at medføre væsentlige komfortgener for naboer til stranden. Ligeledes forventes aktiviteterne ikke at give anledning til bygningsskader.

2.2.5 Lavfrekvent støj

Lavfrekvent støj er den del af den totale støj, der ligger i frekvensområdet 10 – 160 Hz. Lavfrekvent støj vurderes indendørs i bygninger. Det forventes ikke, at arbejdet i forbindelse med den

¹ VVM-redegørelse Rute 54, http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/922/Milj%C3%B8rapport%20N%C3%A6stved-R%C3%B8nnede.pdf

VVM-redegørelse Ny Bane til Billund, <https://www.bane.dk/Borger/Baneprojekter/Kommende-baneprojekter/Ny-bane-til-Billund/dokumenter>

planlagte kystbeskyttelse vil omfatte støjklender, der i særlig grad udsender lavfrekvent støj. Det vil derfor være totalstøjen (alle hørbare frekvenser), der er udslagsgivende for om støj i det hele taget vil give anledning til væsentlige gerne. Det vil også være tilfældet på større afstand af støjklenderne, selvom støjen her kan opleves som mere lavfrekvent, fordi højfrekvent støj dæmpes mere end lavfrekvent støj over større afstand.

2.3 Støjbelastning

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 2-3. Hvis kriterieværdierne overholdes, anses støjen fra anlægsarbejdet som ikke væsentlig. 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 2-3. Kriterieværdier for væsentlig støj fra anlægsarbejde. Værdierne er det energiekvivalente, korrigerede, A-vægtede støjniveau, støjbelastningen, L_r i dB. Kriterieværdierne anvendes til vurdering af støj på facaden af helårsboliger og tilsvarende.

Antallet af støjfølsomme bygninger og øvrige bygninger i 70 dB(A) zonen og i 40 dB(A) zonen er optalt og gengives i miljøkonsekvensrapportens kapitel 20 om *Befolkning og menneskers sundhed* samt i afsnit 2.4 i dette bilag. Derved vises de støjfølsomme ejendomme, som er støjbelastet, hvis arbejdet foregår inden for almindelig arbejdstid (boliger udsat for støj over 70 dB(A)) og hvis det foregår i andre tidsrum. (boliger der er udsat for støj over 40 dB(A)).

Støjberegningerne er udført med en simplificeret udbredelsesmetode, som giver et udtryk for støjniveauet i "worst case". Det er beregnet i hvilken afstand fra strandfodringsaktiviteten, at støjniveauet er 40 dB(A) og 70 dB(A). Baseret på de beregnede afstande er antallet af boliger, som kan blive udsat for støj bestemt.

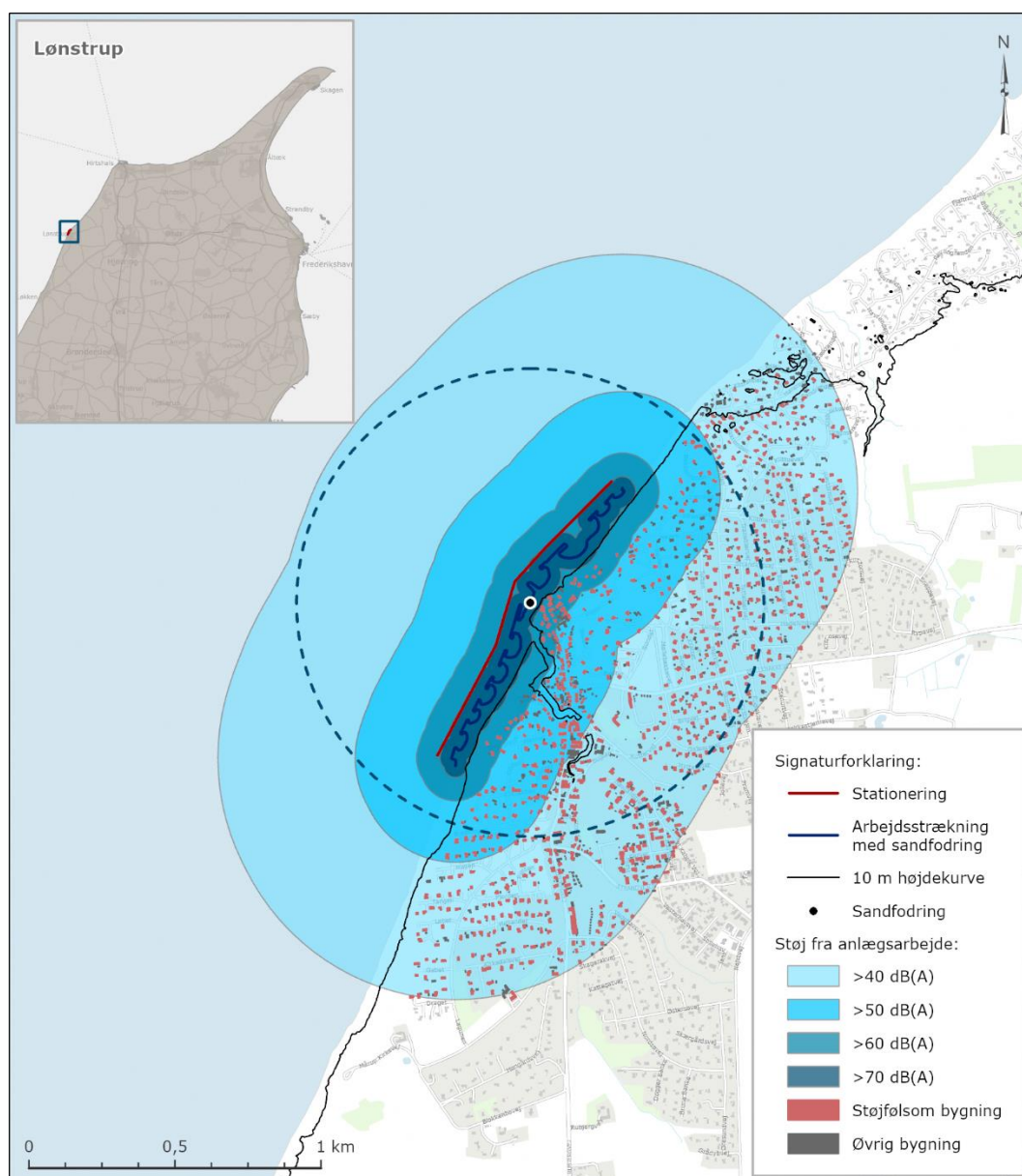
Støjens karakter vil være domineret af entreprenørmaskinernes dieselmotorer samt situationer med markant støj som følge af et stort indhold af større sten i indpumpet sandmateriale eller fordeling af eksisterende sand på stranden. Støjens karakter er typisk bredspektret uden betydende impulser eller toner i støjen. Det forventes ikke, at strandfodringsarbejdet vil omfatte støjklender, der i særlig grad udsender lavfrekvent støj. Dog vil strandfodringsstøjen på større afstande opleves mere lavfrekvent, da at den højfrekvente del af støjen dæmpes ved absorption i luften.

I et af scenarierne kan strandfodring forgå som tilkørsel af sand over land. Dette vil betyde øget trafik med lastbil igennem Lønstrup by. Tilkørslen vil dog kun foregå i dagperioden kl. 07 – 18. Overordnede vurderinger viser, at støjbelastningen langs vejene Møllebakkevej og Strandvejen kan stige 1 – 6 dB(A) i forhold til den normale støjbelastning. Dette svarer til, at naboer langs disse veje i strandfodringsperioden kan opleve en lille til en væsentlig og tydelig forøgelse i støjbelastningen.

I forbindelse med kystbeskyttelsen vil arbejdet komme til at forgå i en koncentreret periode, hvor arbejdet vil kunne foregå hele døgnet. Arbejdet vil dog flytte sig langs kysten således, at det kun vil forgå sammes sted i en afgrænset periode.

2.4 Støjudbredelse

Støjudbredelse i forbindelse med kystbeskyttelsen i perioden 2020-24 vil omfatte de samme støj-kilder, som hidtil er forekommet på strækningen, herunder sandfodringskibe, entreprenørmaski-ner mv. For at vurdere støjbelastningen er støjudbredelsen beregnet for et worst-case scenarie, hvor udbredelsen af en belastning mellem 40-70dB(A) og over 70dB(A), i fladt terræn uden klit-ter, er vist på støjudbredelseskort på Figur 2-1. Indenfor de beregnede støjkurver ligger der på strækningen en række bygninger, der er benævnt som 'støjfølsomme bygninger'. Støjfølsomme bygninger er nærmere bestemt bygninger til helårsbeboelse, sommer- og feriehus, hvor det med rimelighed forventes, at der sker ophold til overnatning over flere dage². Hertil findes øvrige bygninger, som ikke er støjfølsomme. Det drejer sig om skure, carporte, lagerhaller, servicevirk-somheder mv. (herunder hoteller og kolonihaver).



² Note: Kolonihavehuse er ikke medtaget i kategorien 'støjfølsomme bygninger', da et kolonihavehus kan have mange forskellige udformninger, som ikke nødvendigvis bliver benyttet til overnatning i en længere periode. Hotel er heller ikke medtaget, da denne ligger i samme kategori (330) som restaurant, vaskeri, frisør osv. Et hotel kan også benyttes til en enkelt overnatning, hvorimod et sommerhusophold typisk strækker sig over flere dage.

Figur 2-1. Støjudbredelse fra arbejde i forbindelse med strandfodring på strækningen ved Blåvand. 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)³.

Støjfølsomme bygninger, herunder bygninger til helårsbeboelse samt sommer- og feriehuse, hvor der med rimelighed kan forventes ophold til overnatning over flere dage, er optalt inden for de beregnede støjkurver, for den del der ligger bag en minimum ti meter høj klint. Se Tabel 2-4.

³ Illustrationen tager ikke højde for støjbelastningsperioden. Note: Kortet er udarbejdet på baggrund af data fra Bygnings- og Boligregistret (BBR)

Antal støjfølsomme bygninger					
> 70 dB	60 - 70 dB	50 - 60 dB	40-50 dB	40-70 dB	I alt
3	41	220	635	896	899

Tabel 2-4. Opgørelse over antallet af støjfølsomme bygninger, der ligger bag en minimum ti meter høj klint, og som kan blive påvirket af støj over 40 dB(A).

Nord for strækningen ved Lønstrup findes et område, hvor klinten ikke er ti meter høj. Støjen fra entreprenørmaskiner vil derfor her kunne udbrede sig til støjfølsomme bygninger med de samme niveauer, som hvis terrænet var fladt. En opgørelse over antallet af støjfølsomme bygninger, som bliver påvirket af støj over 40 dB(A) på disse strækninger, fremgår af Tabel 2-5

Antal støjfølsomme bygninger					
> 70 dB	60 - 70 dB	50 - 60 dB	40-50 dB	40-70 dB	I alt
0	0	2	6	8	8

Tabel 2-5. Opgørelse over antallet af støjfølsomme bygninger, som ikke ligger bag en ti meter høj klint, og som kan blive påvirket af støj over 40 dB(A).

Det vil sige, at i alt 908 støjfølsomme bygninger kan blive støjpåvirket med et støjniveau, som er over 40 dB(A), og tre støjfølsomme bygninger kan potentielt blive berørt af støj på over 70 dB(A).

2.5 Beregning af undervandsstøj

Der er udført en undersøgelse af undervands støjudbredelse for forskellige sandfodringsaktiviteter som bliver brugt til at vurdere potentielle miljøpåvirkningers afstande fra aktiviteten til på havpattedyr.

Overordnet kan påvirkning af dyrene strække sig fra dyrenes evne til at opfatte støjen over maskering af deres indbyrdes kommunikation til flugt og ultimativt midlertidigt eller permanent tab af høreevne. Undervandslyd kan måles som en ændring i tryk og beskrives som lydtryk. Undervandslyd kan måles med en trykfølsom enhed (hydrofon). På grund af lydtryksamplitudernes store rækkevidde er det praktisk at anvende en decibel (dB) logaritmisk skala for at kvantificere trykniveauer. Lydtrykniveau under vand i decibel (dB) er defineret i følgende ligning:

$$\text{Lydtrykniveau (SPL)} = 20 \log_{10} (P/P_0) \text{ [dB]}$$

P er trykket og P₀ er referencen. Referencen er 1 mikropascal (μPa) til undervandslyd, som er forskellig for lydtrykniveauerne i luften. Af denne årsag kan lydtrykniveauer i vand og luft ikke sammenlignes direkte.

Undervandslydniveauerne varierer i overensstemmelse med lydkildens tidssignatur og akustiske miljøforhold og kan defineres med hensyn til belastning, gennemsnit og/eller maksimalniveau. Følgende akustiske parametre bruges til at vurdere støjbelastningen fra de undervandslydkilder, som kan påvirke det identificerede lokale marineliv.

2.5.1 Støjklender

Den primære støjkilde til undervandsstøj er indvindingsskibet som også fungerer som indpumpningsskib. Skibet vil indeholde en række støjklender som udstråler støj i havet:

- Hovedmotor
- Hjælpemaskiner
- Sandpumper
- Rørledning tilsluttet skib ved indpumpning til land

Støjens karakter fra de ovennævnte støjklilder er typisk bredspektret og uden dominerende toner og impulsstøj. Hovedmotor og hjælpemaskiner er dieselmotorer som for anden skibstrafik og vil ikke være dominerende. Pumper til pumpning af sand er typisk radialpumper som normalt ikke giver anledning til toner eller impulsstøj. Rørledning til indpumpning af sand vil normalt heller ikke være en kilde til kraftig støj.

Støjklilderne der er benyttet, er fremgået af Tabel 2-6.

Aktivitet	Støjkilde
Klapning, rainboring, pumping	500 Hz – 10 kHz

Tabel 2-6. Støjklilder benyttet til beregning af undervandsstøj i forbindelse med kystbeskyttelse baseret på et Hollandsk studie af støj fra en Suction Hopper Dredger⁴.

De målte undervandsstøj-data var korrigeret til SEL, SEL PW og SEL HF-værdier. For klapning er der brugt en fem minutters belastningstid og for rainboring 60 minutter og strandfodring en belastningstid på 80 minutter.

2.5.2 Anvendte akustiske parametre

Følgende nøgleord bruges i dette dokument:

Lydtrykniveau (SPL) - dette kvantificerer størrelsen af en lyd på et givet punkt og måles i decibel (dB). Som en relativ enhed citeres dB i forhold til 1 mikroPascal i undersøiske studier (dvs.: dB re 1 µPa).

Sound Exposure Level (SEL) - dette er et decibel-mål som beskriver hvor meget lydenergi en receptor (f.eks. et havpattedyr) har modtaget fra en begivenhed og normaliseres til et interval på et sekund (citeret i dB re 1 µPa 2 s). SEL kan betragtes som et logaritmisk mål for lydeksponering og dermed svarer en 3 dB stigning i SEL til en fordobling af lydenergi.

Kumulativ Sound Exposure Level (SEL (cum)) - dette er tidsintegrationen af det kvadrerede tryk i løbet af en lyd eller en række lyde. Dette muliggør at lyde af forskellig varighed og niveau, skal karakteriseres i forhold til total lydenergi (citeret i Pa 2 s).

2.5.3 Beregningsmetode

En konservativ formel til udregning af afstandsdæmpning (TL, dB) ved lav-vand udbredelse af undervandsstøj af $TL = 17 * \log(R) + \text{abs koefficient} * (R)$. Her bruges en frekvensbaseret absorptionsfaktor til at beregne afstanden til de tærskelværdier (TTS og PTS), som er fastsat for marine pattedyr.

De beregnede afstande er kumuleret over en times aktivitet, hvilket betyder at sæler og marsvin skal opholde sig i denne afstand i hele tidsrummet for at eksponeringsniveauet er korrekt.

⁴ 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/othersonline/awn-tno-dv2010c335.pdf>

En "worst case" antagelse om et stationært dyr er lavet og en som inkluderer undvigende bevægelse af modtagere (dyr) med realistiske antagelser om responsgrænser og flugttadfærd. Modtager (dyr) bevægelse er modelleret som en bevægelse med en hastighed på 1,5 m/s.

2.6 Udbredelse af undervandsstøj

Baseret på internationalt anerkendte modeller er den beregnede undervandsstøj vurderet i forhold til havpattedyr som er afhængig af deres hørelse til jagt på byttedyr. TTS og PTS er beregnet for marsvin og sæler. Det vurderes at der ikke er væsentlig gene for havpattedyr. Beregningerne er ikke udført som "worst case" hvor dyrene forudsættes at være stationære, men vurderingen inkluderer effekterne af at dyrene søger væk fra sandfodringskibene.

2.6.1 Grænseværdier

Påvirkning fra støj deles op i høreskader (midlertidig og permanent hørenedsættelse, hhv. TTS og PTS) og adfærdsforstyrrelser. TTS og PTS indtræder sandsynligvis ved lavere lydniveauer end alle andre typer af fysiologiske skader og kan derfor fungere som forsigtighedsbaserede kriterier for skader fra undervandsstøj. Baseret på omfattende eksperimentelle data er der konsensus om, at den samlet set bedste prædiktør for TTS og PTS er lydeksponeringsniveauet (SELcum), akkumuleret.

Ifølge vejledningen fra National Marine Fisheries Service (NOAA Fisheries) fra 2018 fremgår følgende grænser for kontinuert støj for hhv. TTS og PTS hos sæler og marsvin (Tabel 2-7). Marsvin er mest følsomme overfor støj, idet de har de laveste grænser for TTS og PTS sammenlignet med sæler.

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 2-7. Tærskelværdier for temporære (TTS) og permanente (PTS) grænser for hørenedsættelse for sæler og marsvin udsat for kontinuert undervandsstøj (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$).

2.6.2 Resultater af beregning af undervandsstøj

Ved en worst-case antagelse af, at sæler eller marsvin opholder sig stationært ved sandfodringskibet, når sandfodringsaktiviteterne pågår, 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 lydpåvirkning. Afstandene vil være mindre for sæler (Tabel 2-8).

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 2-8. 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 sandfodringsaktiviteterne og i stedet antages at være stationære.

Det vil imidlertid være usandsynligt at sæler eller marsvin forbliver ved sandfodringskibet, når sandfodringsaktiviteterne pågår, og derfor vil en realistisk afstandsregning indeholde en

flugtrespons for sæler og marsvin. Det antages derfor i afstandsberegningen at sæler og marsvin svømmer væk fra støj-kilden med en fart på 1,5 m/s. Når dyrene flygter, vil lydstyrken aftage med afstanden, og dermed vil dyrene nå udenfor en afstand, hvor de risikerer at pådrage sig temporære eller permanente høreskader (Tabel 2-9).

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 2-9. Påvirkningsafstande for grænser for TTS og PTS hos sæler og marsvin, hvor dyrene antages at flygte væk fra støjen fra sandfodringsaktiviteterne og ikke er stationære.

Belastning af det marine miljø på grund af vibrationer fra skibe og deres specialudstyr til sandfodring anses ikke for at være problematisk. I forbindelse med selve sandfodring og indpumpnings aktiviteten som er beregnet, anses de forskellige sandfodringsmetoder heller ikke som værende belastende, hvad angår vibrationer i havet.

BILAG 3

SKIBSTRAFIK OG RISIKO
FOR STØRRE ULYKKER

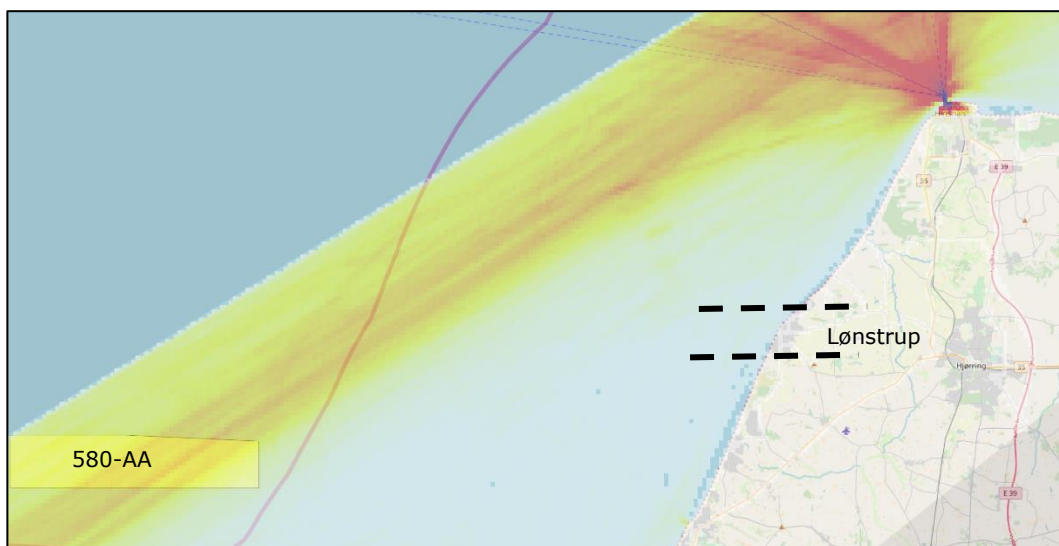


I det følgende beskrives jf. miljøvurderingslovens § 20 stk. 5⁵ risikoen for katastrofer og større ulykker i forbindelse med kystbeskyttelsen, der primært består i risikoen for skibskollisioner eller grundstødninger med sandfodringskibe, der kan medføre større olieudslip og personskade eller i værste fald dødsfald. Der er derfor gennemført en analyse af skibstrafikken og risikoen for større ulykker langs kyststrækningen ved Lønstrup.

3.1.1 Skibstrafikken langs kysten ved Lønstrup

Skibstrafikken er kortlagt på grundlag af AIS-data, der står for Automatic Identification Service. AIS-data indeholder bl.a. data for skibes navn, type, størrelse, position og fart, og data sendes cirka hvert tredje sekund fra det enkelte skib, så deres positioner løbende kan spores. Skibenes AIS-data lagres af Søfartsstyrelsen, så de senere kan anvendes som grundlag for kortlægning af skibstrafik i et givent område. Systemet er lovpligtigt for alle skibe over 300 BRT (svarende til skibslængde på cirka 30 meter) og frivilligt for mindre skibe, men mange mindre skibe sender også AIS data.

Figur 3-1 viser skibstrafikken ud for kysten ved Lønstrup, indvindingsområdet 580-AA og Hirtshals Havn, herunder den eksisterende brug af sandfodringskibe, 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 3-1. Trafikintensitetskort i farvandet ud for strækningen ved Lønstrup. Det gule polygon i vandet er indvindingsområdet. Strækningen ved Lønstrup er beliggende mellem de to stiplede streger.

De første par kilometer ud for strækningen ved Lønstrup er der meget lidt skibstrafik. Svarende til enkelte skibe om dagen. Omkring otte kilometer ud for kysten stiger intensiteten til ca. et skib i timen der sejler forbi strækningen ved Lønstrup. Denne trafik er den internationale skibstrafik der sejler til og fra destinationer nord for Danmark eller i Østersøen.

Et typisk stort skib blandt den internationale skibstrafik ud for strækningen ved Lønstrup er vist i Figur 3-2.

⁵ Miljø- og Fødevareministeriet, Lovbekendtgørelse 2018-10-25 nr. 1225 om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=203447>



Figur 3-2. Tankskibet Pelagos er 249 meter langt og 44 meter bredt.

Indvending af sand sker fra indvindingsområdet 580-AA der er cirka 33 km fra strækningen ved Lønstrup og havneindsejlingen til Hirtshals Havn cirka 18 km væk.

Når sandfodringsskibet laster sand fra indvindingsområde 580-AA vil det samtidig sejle i blandt den internationale skibstrafik. Men sejladsen fra indvindingsområdet og ind til kyststrækningen ved Lønstrup vil foregå i meget lidt til ingen øvrig skibstrafik. Forbi strækningen ved Lønstrup sejler således cirka et skib hver tredje dag.

Ind og ud af Hirtshals Havn sejler cirka et til to skibe i timen. Området for indsejlingen til havnen er relativt lille i forhold til indvindingsområdet, med en mindste bredde på cirka 150 meter. En stor del af trafikken ind og ud af Hirtshals Havn er fra passagerskibe der samtidig er de største skibe i havnen. Figur 3-3 viser et stort passagerskib, Superspeed2, der sejler i en rute til og fra havnen. Foruden rutetrafikken af passagerskibe der sejler, ankommer også fragtskibe med længder op til 160 meter, samt større fiskerbåde med længder op til 90 meter.

I Figur 3-4 ses sandfodringsskibet Sif R der er brugt til kystbeskyttelse i danske farvande. Skibet er 80 meter langt og har en lastekapacitet på 2.173 m³.



Figur 3-3. Superspeed 2 er et typisk stort passagerskib i Hirtshals Havn.⁶



Figur 3-4. Sandfodringsskibet Sif R.⁷

⁶ Vesselfinder, www.vesselfinder.com

⁷ Marine Traffic, www.MarineTraffic.com

Risiko for kollisioner

Vurderingen af risici er her begrænset til vurdering af påvirkning fra sandfodringsskibenes sejlads mellem indvindingsområderne og kysten samt sandfodringsaktiviteten ved kysten. Miljøpåvirkningen og risici under indvinding af sand i indvindingsområder er allerede håndteret i særskilte miljøkonsekvensvurderinger og godkendt af den daværende myndighed Naturstyrelsen⁸. Derfor er risici i forbindelse med selve sandindvindingen ikke nærmere beskrevet.

Som beskrevet i forrige afsnit er der generelt kun lidt skibstrafik i området mellem indvindingsområdet og kysten samt langs kysten. Der er derfor også gode muligheder for undvigemanøvrer i situationer, hvor et sandfodringsskib møder andre skibe, herunder også fiskerbåde og lystbåde. Ved Hirtshals Havn, hvor der er en trafikintensitet på omkring et til to skibe i timen er det således, at sejlruterne for sandfodringsskibene (fra indvindingsområderne til kysten) krydser trafikken til og fra Hirtshals i åbent vand, hvor der er gode muligheder for at sejle uden om. Derudover reguleres interaktionen mellem sandfodringsskibene og den øvrige skibstrafik af de normale søfartsregler.

Hvis der skulle ske en kollision mellem to skibe, fører det kun i enkelte tilfælde til et mindre udslip af bunkerolie (MGO⁹) fra det ramte skib (bunkerolie er den olie, som et skib bruger til sin egen fremdrift). Egentlige tankskibe observeres kun i meget sjælden grad i området mellem sandindvindingsområderne og kysten, og en kollision med tankskibe er derfor meget usandsynlig. Analysen af AIS-data viser i øvrigt, at sandfodringsskibet ligger relativt stille mens sandfodringen foregår, og det agerer dermed forudsigeligt, når det mødes af et andet skib.

Risiko for grundstødning

Sandfodringsskibene 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 sandfodringsskib 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 sandfodringsskibet 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 består af sand. Grundstødning mod hofder kan i sjældne tilfælde føre til udslip af bunkerolie fra sandfodringsskibet.

Sandfodringsskibe er designet til at manøvre og operere på meget lavt vand, og grundstødning vil derfor generelt meget sjældent forekomme¹⁰.

3.1.2 Samlet vurdering

Risikoen fra større ulykker til søs vil derfor være acceptabel. Interaktionen mellem sandfodrings-skibene og den øvrige skibstrafik vil foregå ifølge de normale søfartsregler. Det indebærer, at sandfodringsskibene er en del af den samlede skibstrafik i området, som følger de samme søfartsregler. Dermed er de risici, der er forbundet med sejladsen, acceptable på samme måde som risici for den øvrige skibstrafik i danske og internationale farvande.

⁸ Se eksempelvis "Tilladelse til indvinding af råstoffer i område 562-PA, Thyborøn", Miljøministeriet 4. april 2014.

⁹ Pr. 1. januar 2015 har EU's svovldirektiv 2012/33/EU medført krav om en betydelig reduktion i udledningen af svovldioxid fra skibe, og det har haft stor betydning for skibsfarten i Nordeuropa. Direktivet påbyder, at skibe i Den Engelske Kanal, Nordsøen og Østersøen (det nordeuropæiske emissionskontrolområde) skal anvende bunkerolie Marine gas Oil (MGO) med et svovlindhold på højst 0,1 % eller bruge andre metoder til at opnå en tilsvarende effekt.

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.

3.1.3 Afbødning ved olieudslip

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.

¹¹ https://www2.forsvaret.dk/viden-om/materiel/sovaernets_materiel/miljoskibe/Pages/Miljoeskibe.aspx

BILAG 4

LASTBILER OG RISIKO FOR STØRRE ULYKKER

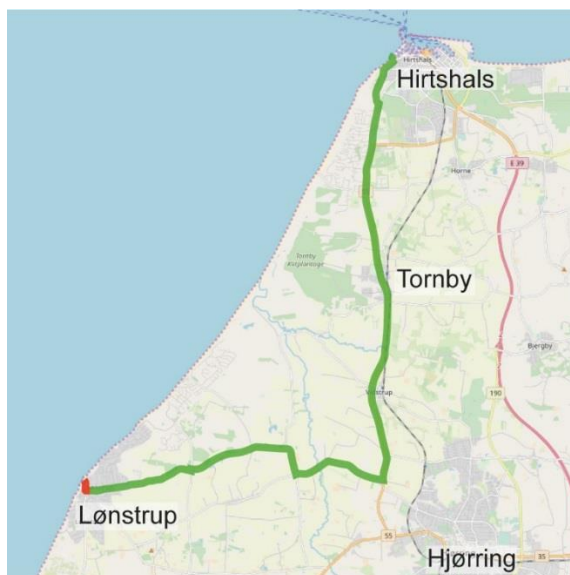


Lastbiltransporten af sand mellem Lønstrup og Hirtshals kan medføre lokale miljøpåvirkninger af naboer langs ruten. Påvirkningerne afhænger bl.a. af de trafikale og fysiske forhold langs ruten. I følgende udføres en analyse af de trafikale risici langs ruten igennem Lønstrup by.

4.1 Rute

Sandet tilføres stranden ved Lønstrup via lastbiltransport fra Hirtshals til Lønstrup. Strækningen er ca. 24 km og går igennem Hirtshals, Tornby og Lønstrup. På disse dele af ruten forekommer der allerede tunge køretøjer, hvorfor den ekstra trafik opstået i forbindelse med strandfodringen ikke vil virke lige så stor, som i en by med snævre vejforløb som Lønstrup.

Dertil er trafikken i Hirtshals og Tornby af en gennemkørende karakter med høj hastighed på brede veje, hvorimod kørslen i Lønstrup vil opfattes langsom og pladskrævende, da især de sidste 300 meter af ruten langs Strandvejen består af et meget smalt vejprofil, omgivet af bygninger og støttemure uden faciliteter til lette trafikanter eller mulighed for vigemanøvrer. Overordnet er det vurderet, at det kun er de sidste 300 meter på ruten, hvor der kan være risiko for, at trafikken, grundet den øgede lastbiltrafik, kan have trafikale konsekvenser. Ruten er vist på figur 4-1, hvor den problemfri del er fremhævet med grøn og de sidste 300 meter med rød.



Figur 4-1. Ruten fra Hirtshals til Lønstrup (OpenStreetMap*)

Lastbilernes påvirkning langs ruten vurderes på baggrund af kørsel med syv lastbiler frem for de fem lastbiler, som blev anvendt ved strandfodringen i 2018. Påvirkninger fra den øgede lastbiltrafik på ruten, i perioderne med strandfodringen, vurderes at udgøre en trafikal risiko i forhold til den øvrige trafik og de forskellige trafikantgrupper, hvor især de potentielle konflikter mellem lastbilerne og de lette trafikanter er relevante.

Der er i forhold til lastbilernes påvirkning kun fokuseret på strækningen i og omkring Lønstrup, da det, som tidligere nævnt, er det eneste sted på ruten, hvor der ikke er optimale vejforhold for kørsel med lastbiler.

4.2 Eksisterende forhold

4.2.1 Adgangsforhold

Adgangen til Lønstrup Strand foregår af to forskellige adgangsveje via Strandvejen. Figur 4-2 viser de to adgangsveje til hhv. område A, B, C, D via Søndre Strandvej (figur 4-3) og E, F og G via

Vigen, Kysten og sidst Nordre Strandvej (figur 4-4). Lette trafikanter adgang til stranden er vist med gule pile. Kørsel på stranden i bil er ikke tilladt.



Figur 4-2. Ruten igennem Lønstrup og indsatsområder på den nordlige og sydlige strand. (Baggrundskort ©SDFE)

For begge adgangsveje er der opsat C22,1 skilte (Motorkøretøj, traktor og motorredskab forbudt) med forskellige undertavler. Ved Søndre Strandvej er beboer- og arbejdskørsel tilladt, og beboerkørslen omfatter fem huse og anvendes også af lette trafikanter til og fra stranden både fra Strandvejen og stien igennem slugten. For Nordre Strandvej er knallertkørsel forbudt, og arbejdskørsel og kørsel til slæbestedet er tilladt. Dertil anvendes Nordre Strandvej af lette trafikanter, som skal ned på stranden. I toppen af Nordre Strandvej er en sti til stranden tilkoblet vejen. Begge adgangsveje er tidligere anvendt til transport af sand.



Figur 4-3. Søndre Strandvej til område A, B, C og D.



Figur 4-4. Nordre Strandvej til område E, F og G.

Lastbilerne ankommer til Lønstrup fra Møllebakkevej og fortsætter via Strandvejen mod aflæsningsområderne. Strandvejen har et meget smalt vejprofil, omgivet af bygninger og støttemure uden faciliteter til lette trafikanter eller mulighed for vigemanøvrer. Den skiltede hastighed på hele Strandvejen er 50 km/t, men det reelle hastighedsniveau er væsentlig lavere, hvilket også er beskrevet i afsnit 4.2.2. Dele af Strandvejen er vist på figur 4-5 og figur 4-6.



Figur 4-5. Strandvejen set med retning mod nord.



Figur 4-6. Strandvejen set med retning mod syd.

En del af vejprofilet på Strandvejen er vist på figur 4-5, figur 4-6 og figur 4-7, hvor vejbredden på det smalleste stykke er målt til at være 5,0 meter. Dertil er vejen afgrænset af støttemure i beton, hvilket gør det umuligt at vige ved passage, og bilisterne vil naturligt holde afstand til støttemurene, hvilket gør den anvendelige del af vejen mindre end fem meter. Oversigtsforholdene på det smalleste stykke er vurderet til at være tilstrækkelige og strækker sig ca. 96 meter videre ad Strandvejen, ca. 80 meter videre ad Vigen/Kysten mod Nordre Strandvej og ca. 140 meter mod syd på Strandvejen.



Figur 4-7. Smalleste punkt på Strandvejen afmålt vha. Krak.

I krydset Strandvejen/Møllebakkevej er der gode oversigtsforhold med ca. 62 meter oversigt mod syd (figur 4-8) og ca. 55 meter oversigt mod nord (figur 4-9).



Figur 4-8. Oversigt fra Møllebakkevej mod syd ad Strandvejen.



Figur 4-9. Oversigt fra Møllebakkevej mod nord ad Strandvejen.

Den anbefalede rute til område A, B, C og D er at fortsætte videre på Strandvejen via krydset Strandvejen/Vigen. Denne rute er den mest direkte rute og medfører færre svingbevægelser for lastbilerne, hvorfor eventuelle konflikter med andre trafikanter og arealforhold undgås. I krydset er der opstillet færdselstavlen C21 (Kørsel i begge retninger forbudt) med undertavle (Ærindekørsel til beboere tilladt). Det anbefales at ændre undertavlen til også at tillade arbejdskørsel. I krydset Strandvejen/Vigen er der gode oversigtsforhold med ca. 100 meter oversigt mod nordøst (figur 4-10) og ca. 170 meter oversigt mod syd (figur 4-11).



Figur 4-10. Oversigt fra Strandvejen mod Vigen med retning mod nordøst.

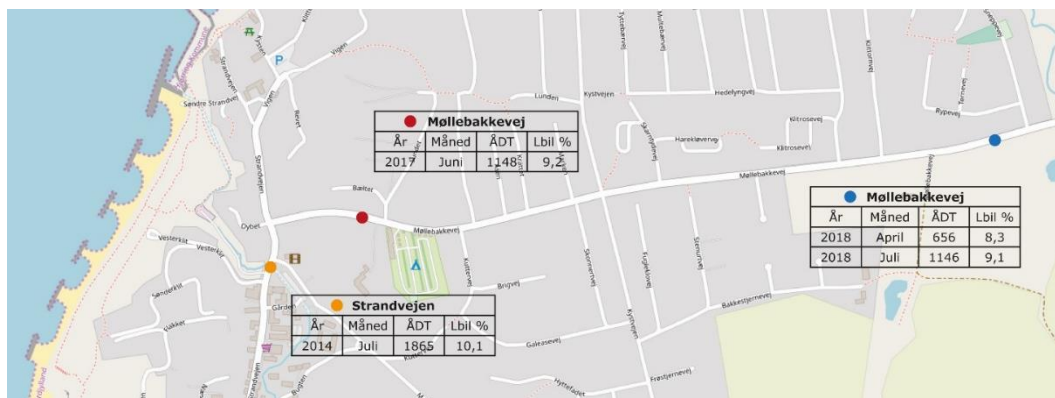


Figur 4-11. Oversigt fra Strandvejen mod Strandvejen med retning mod syd.

4.2.2

Eksisterende trafik

Der er tidligere foretaget trafiktællinger i Lønstrup. Tællinger langs ruten foretaget inden for de sidste fem år er vist på figur 4-12 samt en tælling fra 2014 på Strandvejen syd for krydset mellem Strandvejen/Møllebakkevej.



Figur 4-12. Trafiktællinger i Lønstrup (OpenStreetMap).

Tællingerne på både Møllebakkevej og Strandvejen viser en udpræget ferietrafik i juni og juli. I denne tidsperiode er trafikmængderne ca. 75 % højere end den sædvanlige bolig-arbejde trafik, og det samme gælder andelen af tung trafik, hvilket forventes at skyldes den øgede omsætning i butikker og spisesteder i byen i ferieperioder.

Tællingen på Møllebakkevej foretaget i april 2018 viser en årsdøgnstrafikmængde på 656 køretøjer med en lastbilprocent på 8,3, hvilket svarer til ca. 55 tunge køretøjer i døgnet. Tællingen er foretaget fra d. 12/4-19/4 2018, hvilket er udenfor perioden med udlægning af sand i 2018. Det er vurderet, at størstedelen af de tunge køretøjer fra tællingen har mål i området omkring Strandvejen.

4.3 Konsekvensvurdering

4.3.1 Gennemkørsel af lastbiler

Det er blevet oplyst, at der i hverdage vil køre syv lastbiler i pendulfart mellem Lønstrup og Hirtshals. Det er syv lastbiler, som hver i løbet af en arbejdsdag kan foretage op til otte ture mellem Hirtshals og Lønstrup (pålæsning i Hirtshals, kørsel fra Hirtshals til Lønstrup, aflæsning i Lønstrup og returkørsel til Hirtshals). Dette estimeres til at give i alt 56 ture mellem Hirtshals og Lønstrup, og med kørsel til og fra stranden vil lastbilerne i alt køre igennem Lønstrup omkring 112 gange i døgnet. Fordeles denne kørsel ud i tidsrummet mellem kl. 7 og 18, svarer det til en gennemkørsel ca. hvert 5-6. minut. Medregnes den eksisterende lastbiltrafik på ruten, vil der på Møllebakkevej køre ca. 160-170 lastbiler i døgnet. Set alene i forhold til lastbiltrafikken er dette en stigning på 204 %, men i forhold til årsdøgntrafikken er det en stigning på ca. 17 %, som ikke vurderes at være en betydelig stigning, da trafik generelt kan variere med 10 % fra dag til dag.

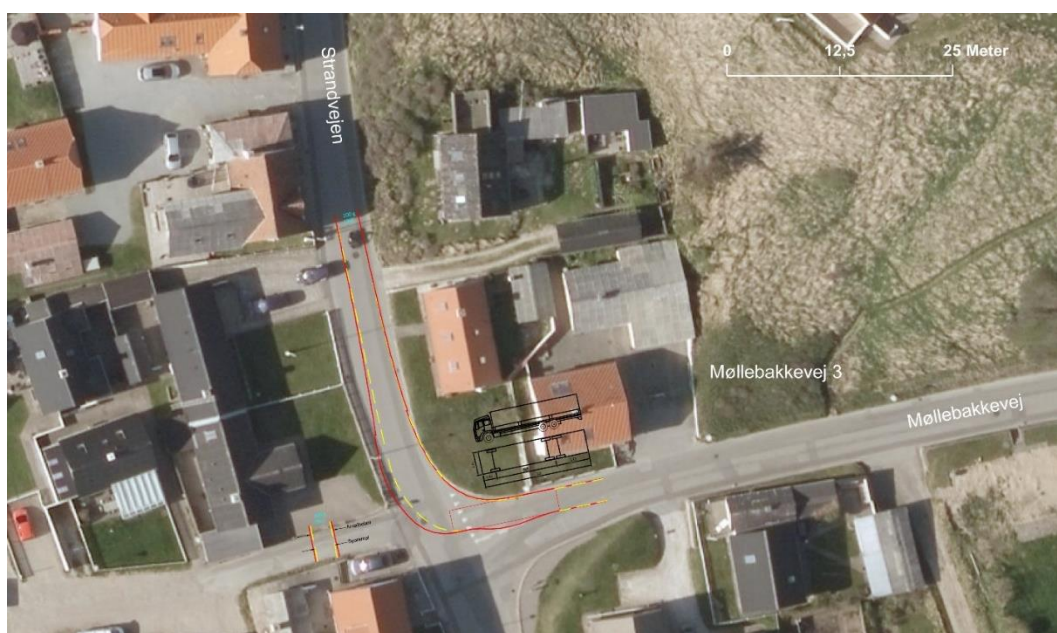
Aflæsningen i Lønstrup tager kortere tid end både pålæsningen i Hirtshals og kørsel frem og tilbage, hvilket betyder, at de to gennemkørsler i Lønstrup for hver enkelt lastbil ligger inden for et relativt kort tidsrum i forhold til den resterende kørsel. Dette kan medføre, at lastbilerne kommer til at vente på hinanden på rutens smalleste stykke. Der er dog ikke kendskab til, at det ved de nuværende forhold er et problem, så risikoen for, at disse mødesituationer fremadrettet vil blive et problem, er vurderet som værende usandsynlig. Set i forhold til tidligere strandfodringer er perioden forlænget, og dermed er intensiteten af lastbiler ikke forhøjet.

4.3.2 Arealforhold for lastbiler

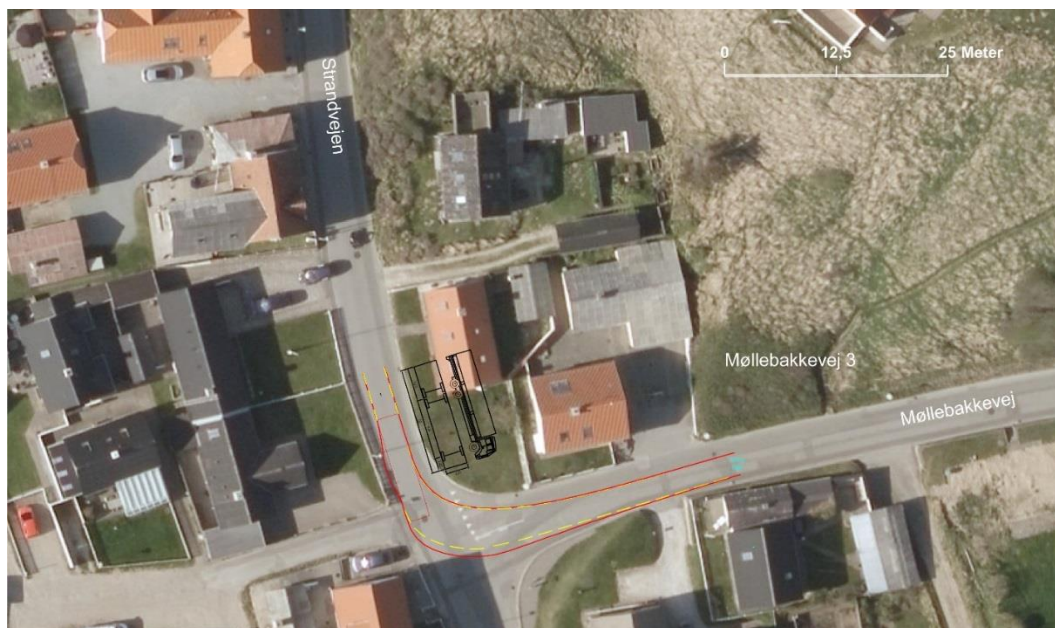
Vejens udformning gør det muligt for to personbiler at passere hinanden på Strandvejen med forsigtighed, men kørsel med lastbil kræver, at bilisterne enten skal vige for de store køretøjer, eller at passage sker ved meget lav hastighed.

Det har i forbindelse med tidligere strandfodringer vist sig at være muligt for lastbiler at passere igennem byen. Der er dog stadig forskellige steder langs strækningen i Lønstrup, hvor der kan opstå konflikter pga. pladsbegrænsninger.

I tilfælde med en lastbil med retning mod Hirtshals og en ankomende lastbil til Lønstrup, skal den ankomende lastbil, for at sikre tilstrækkelig plads i krydset, holde tilbage og vente helt ved indkørslen til Møllebakkevej 3, jf. figur 4-13 og figur 4-14. Det vurderes, at hvis den ankomende lastbil holder afstanden til krydset, vil passage kunne ske uden risiko for ulykker mellem de to lastbiler. I krydset er der forholdsvis gode oversigtsforhold, så en ankomende lastbil vil ikke komme som en overraskelse, og det vil være muligt at holde tilbage. Derudover er trafikmængden i Lønstrup så forholdsvis lille, at sandsynligheden for konfliktende situationer mellem forskellige trafikantgrupper, vil være forholdsvis lille, når der samtidig tages hensyn til det lave hastighedsniveau.



Figur 4-13. Krydset Strandvejen/Møllebakkevej med indlagt kørekurve for køremåde B (5 km/t) for lastvogne ankomende til Lønstrup.



Figur 4-14. Krydset Strandvejen/Møllebakkevej med indlagt kørecurve for køremåde B (5 km/t) for lastvogne afgående fra Lønstrup.

4.4

Konfliktrisiko

Strandvejens smalle bredde og de tætte omgivelser som støttemure, rækværker og bygninger er alle med til naturligt at sænke hastigheden for trafikanterne. I trafiktællingen fra 2014 på Strandvejen er der udover trafikmængder målt en gennemsnitshastighed 24,4 km/t, hvilket er en del under den tilladte hastighed på 50 km/t. Naturlig lav hastighed er med til at reducere risikoen for konflikter og ulykker, og det giver de forskellige trafikantgrupper gode muligheder for at tilpasse sig den øvrige trafik.

Dertil er der gode oversigtsforhold i krydset Strandvejen/Møllebakkevej, krydset Strandvejen/Vigen og på selve Strandvejen, hvilket øger trafiksikkerheden på ruten. Manglen på både afmærkning og faciliteter til lette trafikanter giver et indtryk af et fælles vejrum, hvilket naturligt fordrer trafikanterne til at være opmærksomme på hinanden. Især for lette trafikanter er den lave hastighed og de gode oversigtsforhold med til at formindske følelsen af utryghed.

Adgangsvejene, Søndre Strandvej og Nordre Strandvej, anvendes også af lette trafikanter som adgang til stranden. For begge veje er der for de lette trafikanter alternative måder at komme til stranden eksempelvis via stien ved slugten (Søndre Strandvej), direkte adgang for enden af Strandvejen og stien ved Nordre Strandvej. På begge adgangsveje er der gode oversigtsforhold for både lastbilerne og de lette trafikanter. Hastigheden på begge adgangsveje vurderes at være lav, da både vejenes hældning og udkørsel til stranden fordrer langsom kørsel. Det vurderes, at de lette trafikanter vil have god mulighed for og tilstrækkelig plads til at træde til side i situationer med passerende lastbiler på adgangsvejene uden, at situationen opleves utryg. Dertil er den lave hastighed med til at reducere risikoen for konflikter og ulykker.

Der er ligeledes ikke kendskab til ulykker i Lønstrup i perioden 1984-2018. Derudover er der ikke nogen borgere i Lønstrup, som har klaget over den tunge trafik, eller hastigheden af denne, i forbindelse med tidligere strandfodringer. Dette er oplyst af Hjørring Kommune primo maj 2019.

4.5 Sammenfattende vurdering af trafikalt risiko

Det vurderes, at i forhold til kørsel i krydset Strandvejen/Møllebakkevej, Strandvejen/Vigen, på selve Strandvejen og de to adgangsveje, kan trafikken afvikles uden væsentlige påvirkninger af trafikafvikling og trafiksikkerhed, da oversigtsforholdene på begge sider af Strandvejen er gode. Dertil er Strandvejen ikke en meget trafikeret vej, og det er derfor ikke vanskeligt at komme ud på vejen med lastbilerne i tilfælde, hvor der kun kører en enkelt lastbil igennem byen sammenholdt med det lave hastighedsniveau.

BILAG 5

SEDIMENTATION, HYDRAULIK,
MORFOLOGI

1. EKSISTERENDE FORHOLD

I dette kapitel beskrives de eksisterende forhold vedr. sedimentation, hydraulik og kystmorfologi langs strækningen ved Lønstrup, hvilket bl.a. udgør grundlaget for den efterfølgende vurdering af miljøpåvirkningerne fra gennemførelsen af kystbeskyttelsesprojektet.

Beskrivelsen af de eksisterende forhold gives i relation til følgende relevante fysiske forhold:

1. Kysten
2. Vind/bølgeforhold
3. Vandstandsforhold
4. Strømforhold
5. Sedimentforhold
6. Sedimenttransport og kystmorfologi
7. Naturlig koncentration af suspenderet sediment

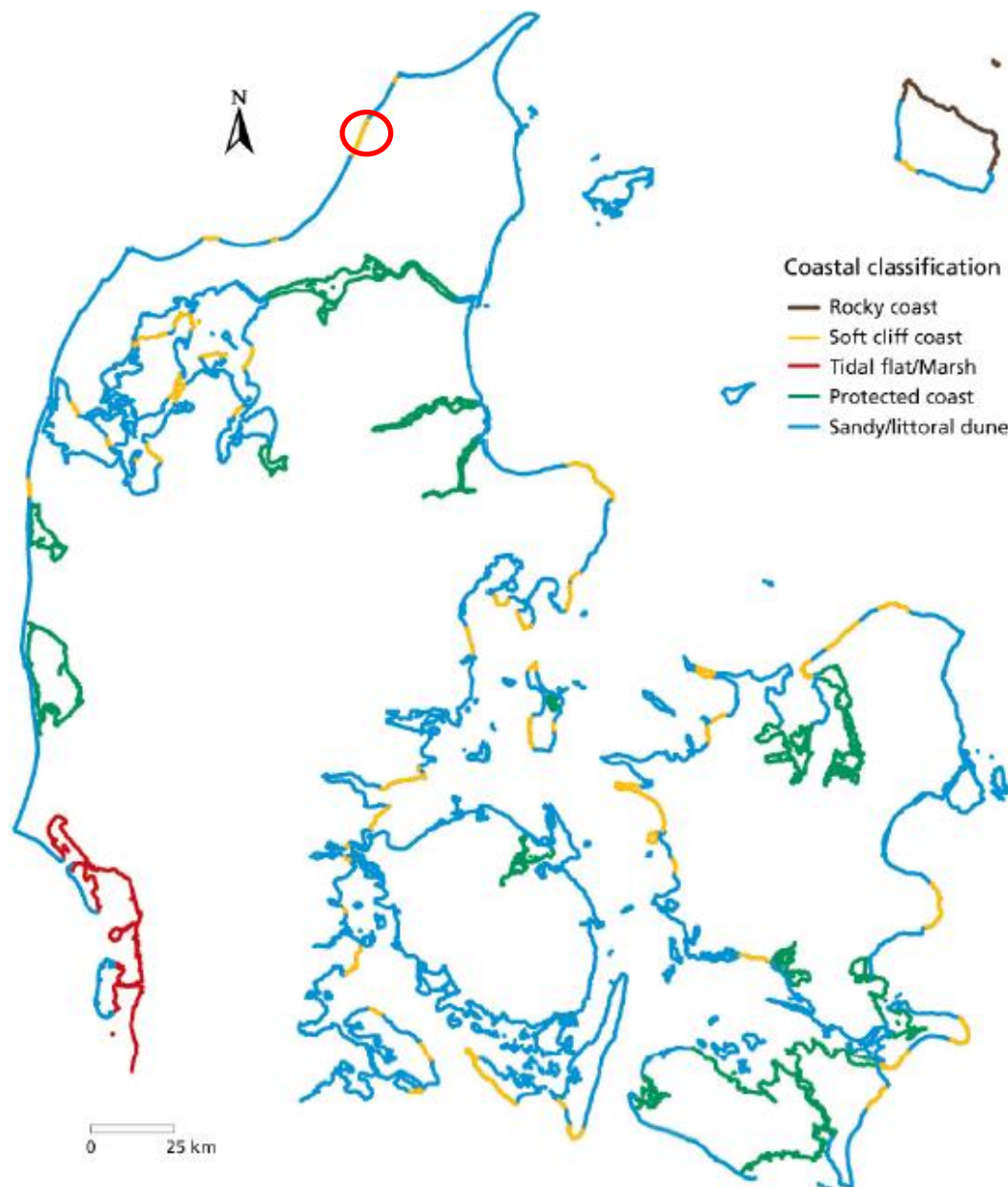
1.1 Kysten

Byen Lønstrup ligger beskyttet bag Lønstrup Klint. Gennem tiden er der observeret skrænterosion, som har truet helårshuse, hvilket har medført at Lønstrup Klint i dag fastholdes ved kystbeskyttelse på strækningen. Fællesaftalestrækning Lønstrup er illustreret i Figur 1-1.



Figur 1-1. Kyststrækningen ved Lønstrup med målsætning om ingen kysttilbagerykning og hvor der udføres sandfodring.

Kysten langs strækningen ved Lønstrup kan jf. Figur 1-2 generelt klassificeres som en blød klippekyst.



Figur 1-2. Klassificering af de danske kyststrækninger¹ Lønstrup er markeret med en rød cirkel.

1.1.1 Naturlig kysttilbagerykning

Kyststrækningen ved Lønstrup er på hele strækningen en tilbagerykningskyst. Uden kystbeskyttelse ville den gennemsnitlige årlige tilbagerykning være ca. 1 – 1,5 meter om året.²

1.1.2 Akut kysttilbagerykning

Udover den gennemsnitlige årlige tilbagerykning af kysten, kan der forekomme en akut tilbagerykning af kystlinjen som følge af storm, og jf. KDI's kystatlas defineres strækningen ved Lønstrup som værende følsom overfor "meget stor" akut erosion, se Figur 1-3.

¹ Kystdirektoratet. (2008). Safecoast - CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE ALONG THE DANISH COASTS

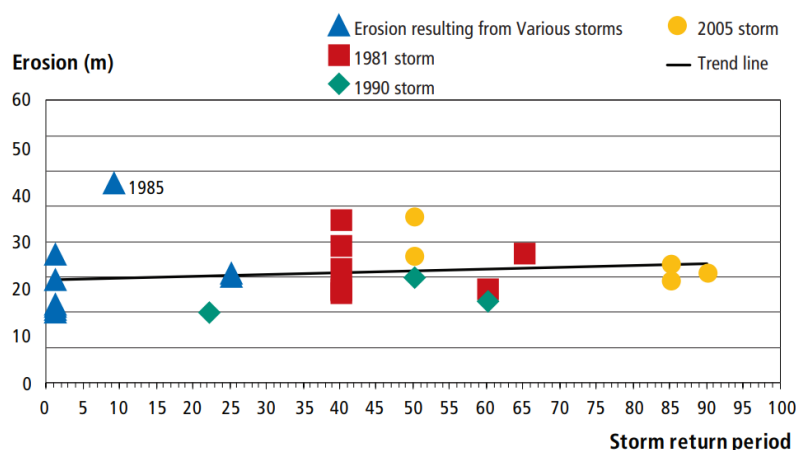
² Kystdirektoratet, 2018, Fællesaftalestrækningen Lønstrup – Status på kystudviklingen



Figur 1-3. Følsomhed overfor akut erosion på strækningen ved Lønstrup, jf. KDI's kystatlas.³

Til fastlæggelse af niveauet for den akutte erosion er der anvendt historiske opmålinger for akut-erosion langs den sydligere beliggende fællesafalestrækning på Vestkysten; "Lodbjerg – Nymindegab fællesafalestrækningen".

Figur 1-4 viser den akutte erosion som funktion af gentagelsesperioden for historiske storme langs Lodbjerg – Nymindegab strækningen i perioden 1977 – 2012. Baseret på statistisk analyse af aflæste erosioner i figuren kan 95%-fraktilen for den akutte erosion estimeres til ca. 40 meter for den pågældende periode med en maks. erosion på ca. 42 meter under en enkelthændelse i 1985.



Figur 1-4. Akut kysttilbagerykningsrate langs Lodbjerg – Nymindegab fællesstrækningen.⁴

Ift. at overføre og anvende erfaringerne fra Lodbjerg – Nymindegab strækningen strækningen ved Lønstrup skal det nævnes, at en akut erosion på 40 meter kun kan optræde såfremt skråningsbeskyttelsen på strækningen kolliderer, hvilket potentielt kan ske såfremt der f.eks. forekommer

³ Kystdirektoratet, kystatlas, 2019

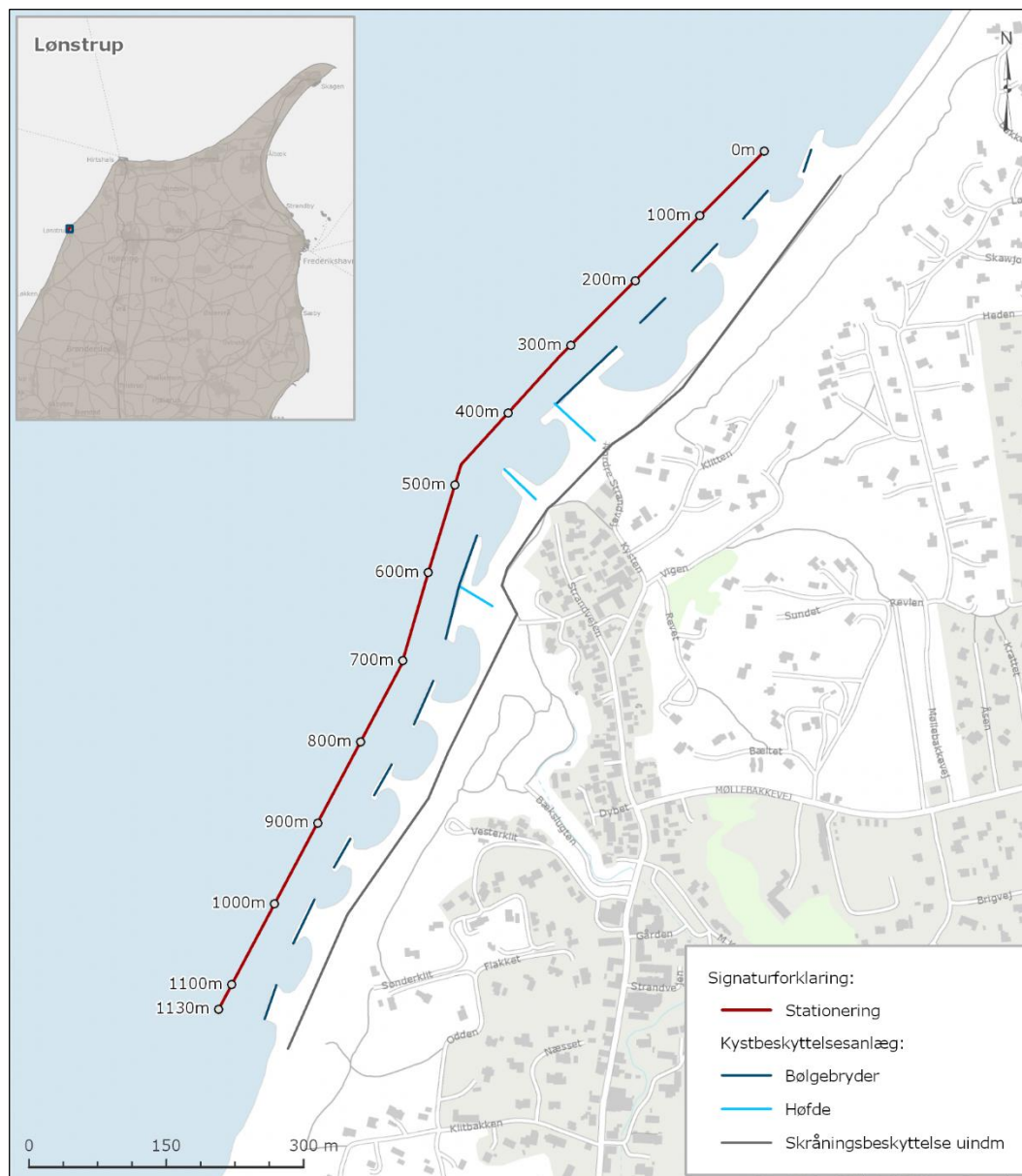
⁴ Kystdirektoratet, COADAPT - Dune Erosion and safety along the Lodbjerg - Nymindegab, 2013

underminering af tå ved skråningsbeskyttelse, eller bagskæring af f.eks. hofder. Derfor er en akut erosion på 40 meter på strækningen vurderet at være højt sat.

1.1.3

Eksisterende kystbeskyttelse

Kystbeskyttelsen ved Lønstrup består i dag af en skråningsbeskyttelse af brudsten langs skræntfoden samt to landingspladshøfder og ti bølgebrydere også af brudsten. For at forhøje stranden, og dermed beskytte de hårde kystbeskyttelseskonstruktioner, samt for at sikre at nedstrømserosionen ikke påvirkes af kystbeskyttelsens tilstedeværelse på Lønstrup-strækningen, er der løbende gennemført sandfodring. Beliggenheder af de forskellige typer af eksisterende kystbeskyttelse på strækningen fremgår af Figur 1-5.

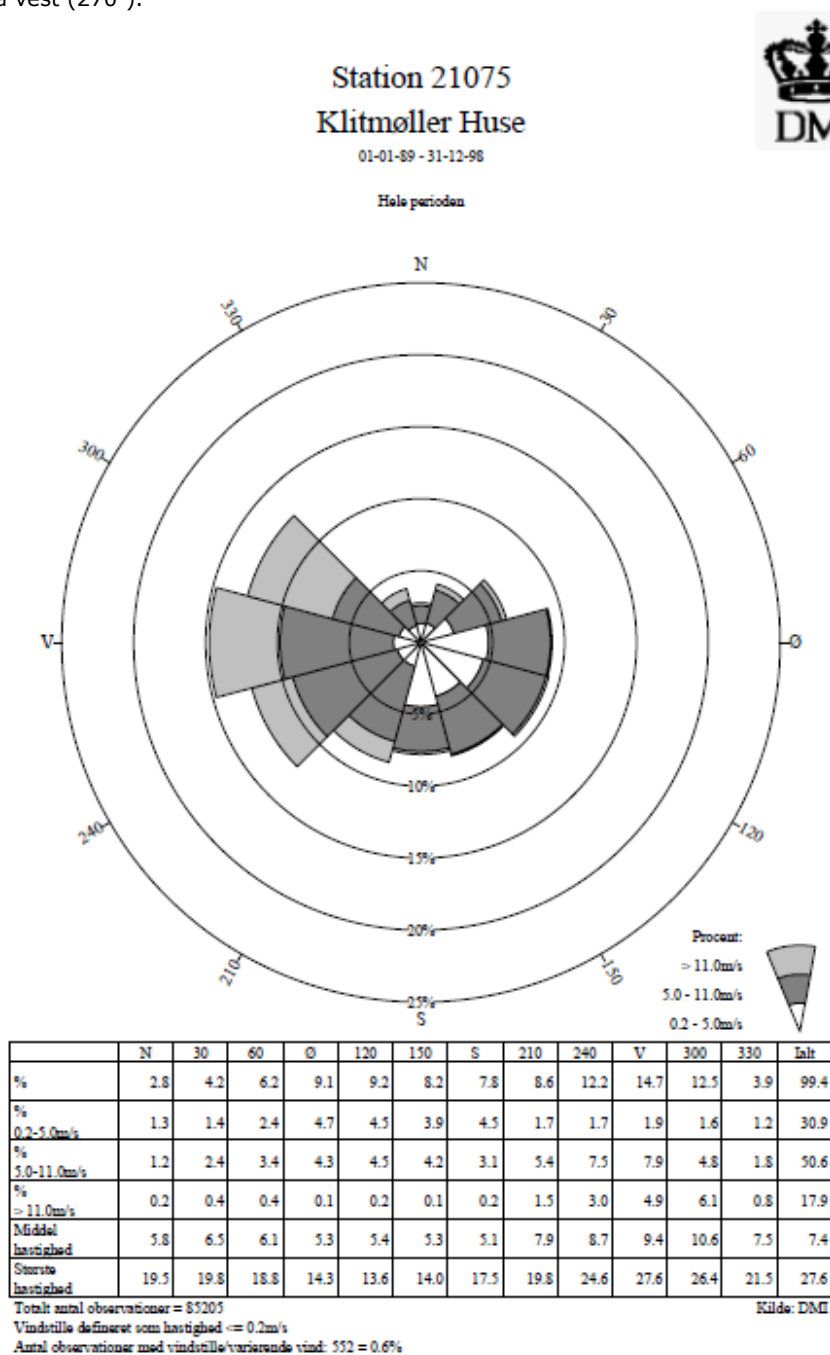


Figur 1-5. Eksisterende kystbeskyttelse på strækningen ved Lønstrup⁵.

⁵ Kystdirektoratet, Kystatlas, 2019

1.2 Vind/bølgeforhold ved Lønstrup

Figur 1-6 viser en vindrose samt vindstatistik for vindmålinger fra "Klitmøller Huse"-måleren, beliggende syd for Lønstrup, for perioden 1989 – 1998 (Cappelen & Jørgensen, 1999)⁶. Som det fremgår af vindrosen, er den fremhærskende vindretning fra vestlige retninger, hvorfra der også forekommer de højeste vindhastigheder jf. vindstatistikken. Højeste vindhastighed i perioden er målt fra vest (270°).

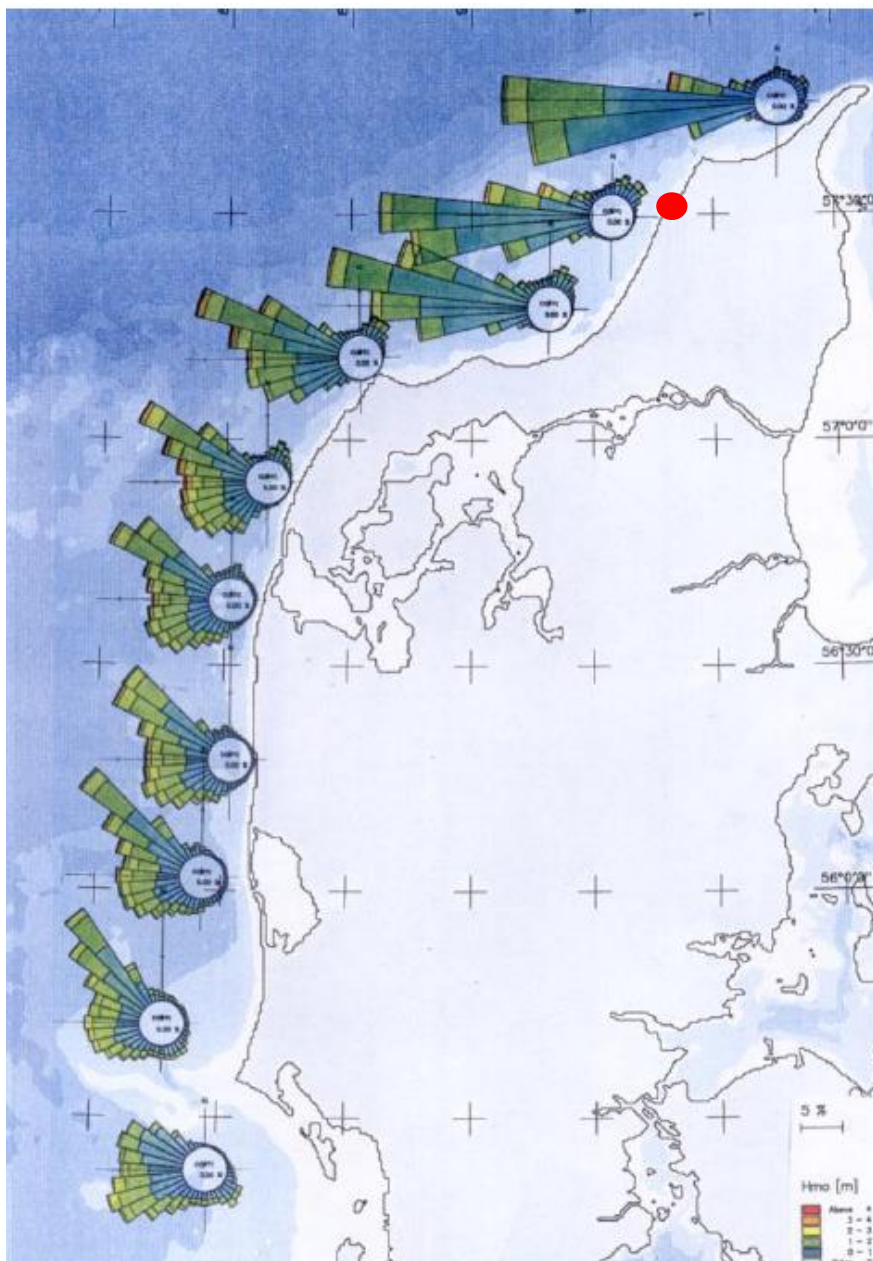


Figur 1-6. Vindrose fra Klitmøller Huse-måleren for perioden 1989 – 1998 (Cappelen & Jørgensen, 1999)⁷.

⁶ Cappelen, John; Jørgensen, Bent, Technical Report 99-13: Observeret vindhastighed og -retning i Danmark - med klimanormaler 1961-90, 1999

⁷ Cappelen, John; Jørgensen, Bent, Technical Report 99-13: Observeret vindhastighed og -retning i Danmark - med klimanormaler 1961-90, 1999

Figur 1-7 viser bølgeroser for udvalgte lokaliteter langs Vestkysten. Som det fremgår af bølgeroserne, som er baseret på et hindcast studie i (Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000)⁸, er der ved Lønstrup fremherskende bølger fra vest, hvilket stemmer fint overens med vindrosen i figur 1-6.



Figur 1-7. Bølgeroser for Vestkysten baseret på hindcast bølgedata i perioden 1992 – 1996 (Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000)⁹. Den røde cirkel markerer Lønstrup.

Der blev i vinteren 1981-82 målt bølgehøjder på ca. 14 meters vanddybde 1,5 km VNV for Lønstrup. Bølgestatistik fra den relativt korte periode er vist i Tabel 1-1.

⁸ Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000

⁹ Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000

Hændelse	Tilhørende bølgehøjde
1 time/10 år	5,2 meter
1 time/år	4,4 meter
10 timer/år	3,5 meter
100 timer/år	2,6 meter

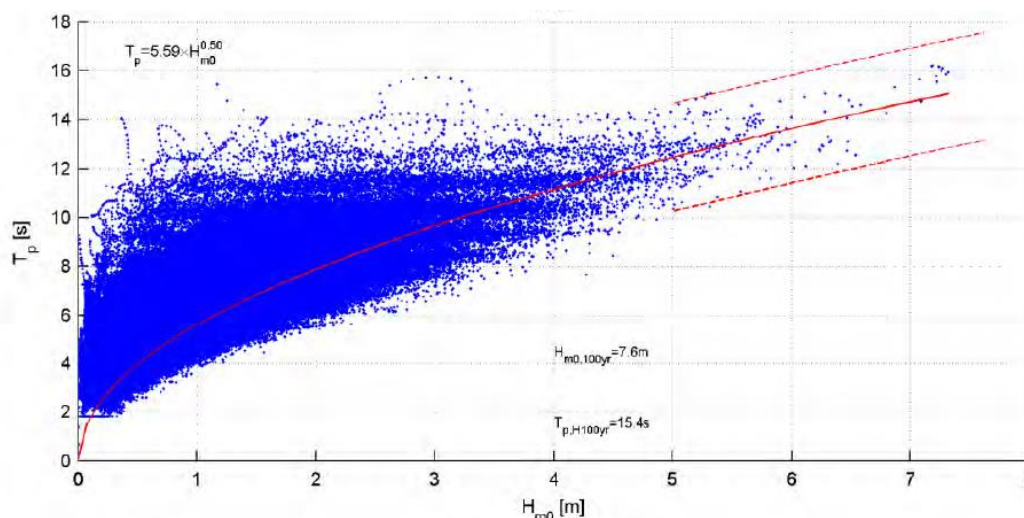
Tabel 1-1. Bølgestatistik for Lønstrup i perioden 1981 - 1982.¹⁰

Der haves til nærværende projekt ikke bølgestatistik for Lønstrup baseret på en længere periode, men der foreligger bølgestatistik for målte bølger på 19 meters vanddybde ved Hanstholm, beliggende syd for Lønstrup, fra perioden 1998-2011, se Tabel 1-2. Det skal dog hertil nævnes, at bølgerne ved Lønstrup er lidt lavere sammenlignet med Hanstholm, hvor de største bølger kommer fra NV. Dette skyldes det kortere frie stræk, som er begrænset af Norges sydlige kyst ved vind fra NV. Dette fremgår desuden ved sammenligning af Tabel 1-1 og Tabel 1-2 hvoraf det kan konstateres at et års bølgehøjden er størst ved Hanstholm for bølger fra VNV, mens både et og ti års bølgen fra V er af samme størrelse ved Hanstholm og Lønstrup.

Return period (year)	Mean wave direction (°N)							
	0	30	60	240	270	300	330	Omni
1	2,6	2,2	1,2	2,0	4,3	5,2	2,9	5,2
10	4,3	3,0	1,5	2,3	5,2	6,7	4,4	6,7
50	5,7	3,7	1,7	2,6	5,9	7,8	5,5	7,8
100	6,3	3,9	1,8	2,7	6,1	8,2	6,0	8,3

Tabel 1-2. Bølgestatistik for Lønstrup i perioden 1998 - 2011 på 19 meters vanddybde.¹¹

Sammenhængen imellem peak-bølgeperioden, T_p , og den signifikante bølgehøjde, H_{m0} , på 19 meters vanddybde ved Hanstholm er vist i Figur 1-8. Ved Lønstrup vurderes det, at bølgeperioden vil være lidt lavere sammenlignet med ved Hanstholm pga. det kortere frie stræk.

Figur 1-8: Sammenhæng imellem bølgehøjde og bølgeperiode på 19 meters vanddybde.¹²

1.3 Vandstandsforhold

Vandstandsniveauet ved Lønstrup er påvirket af vind, atmosfærisk tryk, tidevand samt bølger (bølgesetup i surf-zonen). Der haves ikke vandstandsstatistik specifikt for Lønstrup, men til gengæld forefindes der vandstandsstatistik baseret på 51 års målinger ved Hirtshals Havn, se Tabel 1-3.

¹⁰ Kystinspektoret, 2000, Indre Kyster – Skitseprojekter: Lønstrup – Nørlev Strand

¹¹ DHI, Port of Hanstholm, Wave Hindcast Modelling, 2011

¹² DHI, Port of Hanstholm, Wave Hindcast Modelling, 2011

Vandstandsstatistik ved Hirtshals Havn			
Returperiode [år]	20	50	100
Vandstand [cm]	279	290	297

Tabel 1-3. Vandstandsstatistik for Hirtshals Havn¹³.

Tidevandsamplituden ved Hirtshals Havn er ca. 0,6 meter¹⁴.

1.4 Strømforhold

Uden for littoralzonen er strømmen langs strækningen ved Lønstrup drevet af tidevand samt vind. Indenfor littoralzonen er strømmen hovedsageligt drevet af bølger. De to bidrag til strømmen beskrives nærmere i det følgende.

1.4.1 Bølgegenereret strøm

Bølgehøjden tæt ved kysten er begrænset af vanddybden- Når bølgen opnår en relativ højde ift. vanddybden, h , på $H_{m0}/h \approx 0,6$ vil der forekomme bølgebrydning af de højeste bølger i bølgespektret. Bølgebrydningen bevirker, at der opstår en reaktionskraft i samme retning som bølgeudbredelsen, og såfremt bølgen angriber kysten med en vinkel, kan reaktionskraften opdeles i to komponenter (en på langs med- og en på tværs af kystlinjen). Den vinkelrette kraftkomponent på kysten bevirker, som tidligere nævnt, at der opstår såkaldt bølgesetup (dvs. en lokal forøgelse af vandspejlet tæt ved kysten) og den langsgående komponent bevirker til en langsgående strøm langs kysten.

Det vinkelrette bølgesetup samt den langsgående strøm, som begge øges proportionelt med bølgehøjden, genererer desuden henholdsvis en tværgående sedimenttransport samt en langsgående sedimenttransport. Begge transporter er dog hovedsageligt forekommende indenfor brydningszonen.

1.4.2 Vind/tidevandsgenereret kyststrøm

Såkaldte havstrømme opstår i forbindelse med vindstuvning samt tidevandsudveksling i Nordsøen. Langs Vestkysten betegnes denne havstrøm ofte som "Den Jyske Kyststrøm". Den Jyske Kyststrøm er regionalt forekommende, og medfører en netto-dominerende nordgående strøm ved Lønstrup, hvis styrke bl.a. er styret af vindforhold. En skematisk gengivelse af cirkulationen i Nordsøen er vist i Figur 1-9.

¹³ Kystdirektoratet. (2018). *Højvandsstatistikker 2017*.

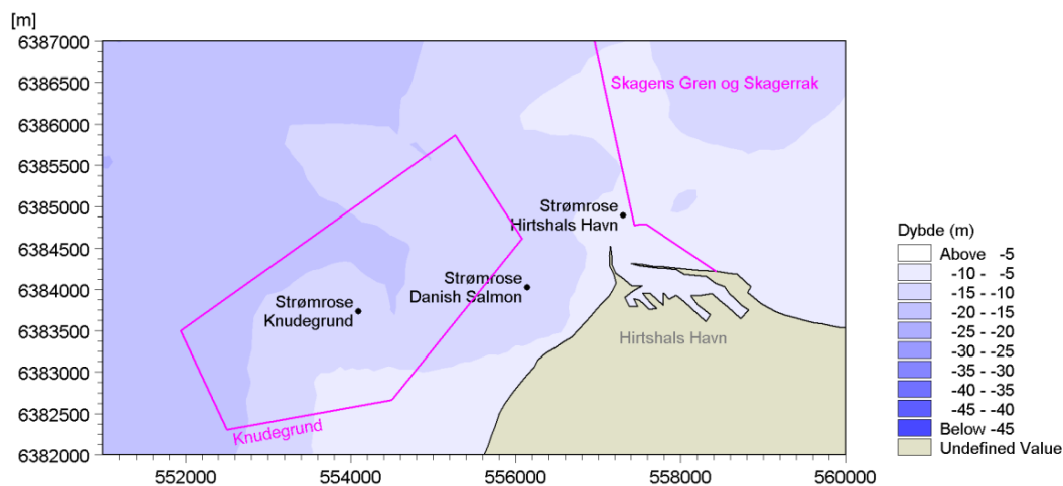
¹⁴ Hirtshals Havn, <https://www.hirtshalshavn.dk/>.



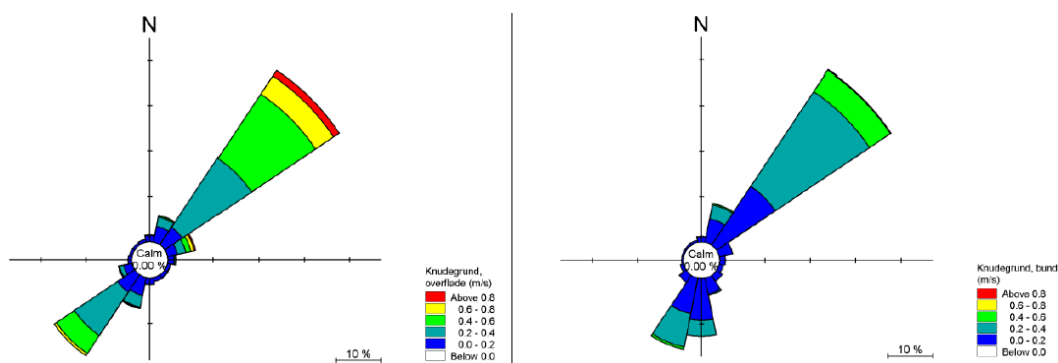
Figur 1-9. Skematisk gengivelse af netto-cirkulationen i Nordsøen, Skagerrak, samt Kattegat. Mørke pile viser strømninger i overfladen og de lyse pile viser dybereliggende strømme. Bredden på pilene indikerer styrken¹⁵. Rød cirkel markerer Lønstrup.

Der haves ikke strømmålinger specifik for strækningen ved Lønstrup, men til gengæld forefindes der strømrøser fra Knudegrund ved Hirtshals, se Figur 1-11, samt Fjaltring, se Figur 1-12 (som dog ligger forholdsvis langt syd for Lønstrup). For placering af hhv. Knudegrund og Hirtshals se Figur 1-11.

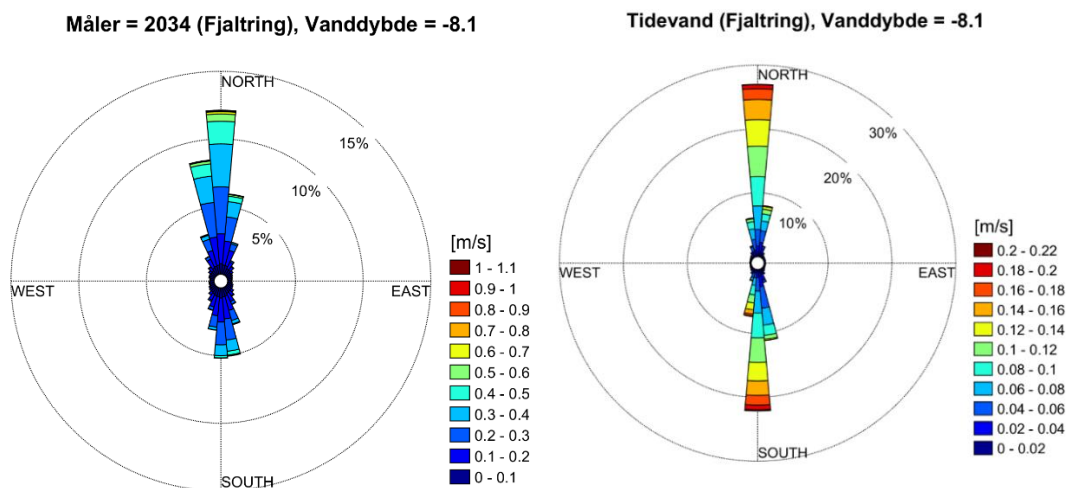
¹⁵ Hvas, E., Blanner, P., Deding, J., Nielsen, L. M., Laursen, M. B., Madsen, P. B., & Kristensen, H. S. (1998). *Åbne farvande langs Vestkysten*. Udgivet af Nordjyllands amt, Ringkøbing amt, Viborg amt og Ribe amt.



Figur 1-10. Placering af strømrose fra Knudegrund¹⁶.



Figur 1-11. Strømroser for centrum af Knudegrund området med overflade (venstre) og bund (højre)¹⁷.



Figur 1-12. Strømrose for Fjaltringmåleren (station 2034) for perioden 1999 - 2001 på 8.1 meter vanddybde (venstre) og tidevandsgenereret strøm baseret på FFT analyse af tidsserie fra Fjaltring (højre).

¹⁶ DHI, 2016, VVM redegørelse for ændringer i drift, Danish Salmon

¹⁷ DHI, 2016, VVM redegørelse for ændringer i drift, Danish Salmon

Strømrosen for den tidevandsgenererede strøm er baseret på en FFT-analyse af tidsserier for strømmålinger fra Fjaltring måleren, se Figur 1-12 (højre). Som det fremgår af figuren, er den tidevandsgenererede strømhastighed ved Fjaltring måleren op til ca. 0,2 m/s både nord- og sydgående.

Tidsserien fra Fjaltring-måleren er yderligere anvendt til at bestemme statistiske strømhastigheder, se Tabel 1-4.

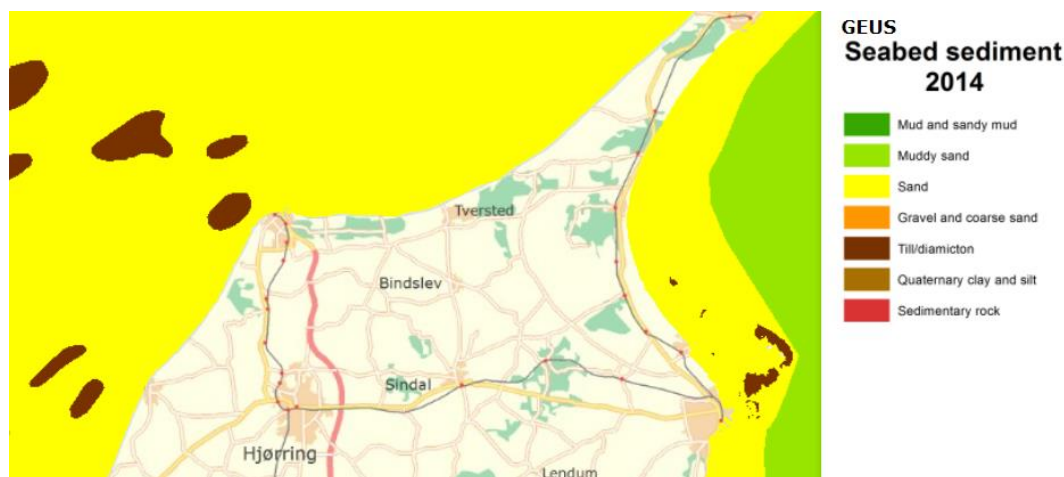
	Middel [m/s]	Spredning [-]	95% fraktil [m/s]	99% fraktil [m/s]	Maks. [m/s]
Strømretning S (165° - 195°)	0,21	0,10	0,39	0,49	0,67
Strømretning N (345° - 15°)	0,27	0,13	0,50	0,64	1,05

Tabel 1-4. Statistik for strømhastigheder fra station 2034.

Ved sammenligning af strømroserne for Hirtshals og Fjaltring fremgår det, at strømhastighederne er nogenlunde sammenlignelige, og det vurderes derfor, at statistikken baseret på strømhastigheder ved Fjaltring er nogenlunde repræsentativ for strømforholdene (udenfor littoralzonen) ved Lønstrup også. Forskellen i dominerende strømretning for de to lokaliteter skyldes forskelle i orienteringen af kysten ved Hirtshals og Fjaltring, idet strømmen begge steder er domineret af en kystparallel strøm. Samme antagelse vedrørende en kystparallel strøm vurderes at være gældende ved Lønstrup. Det skal dog nævnes, at der er en lille forskel i tidevandsamplituden for ved Fjaltring og Hirtshals, og derfor kan der forventelig vis være en forskel i den tidevandsgenererede strøm. Forskellen forventes dog at være lille.

1.5 Sedimentforhold

Jf. Figur 1-13 forekommer der naturligt sand på havbunden ved Lønstrup.

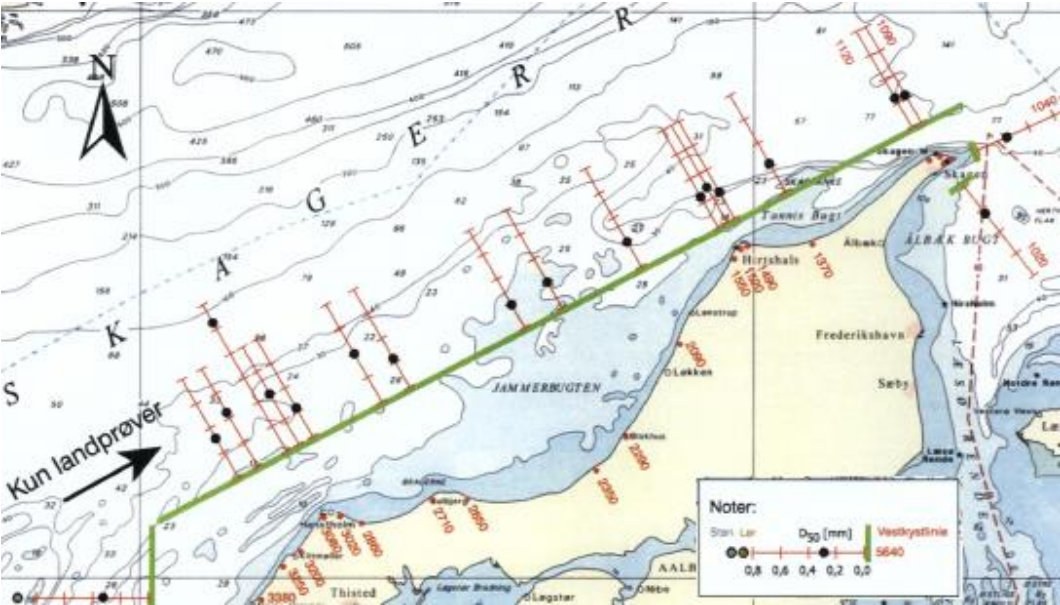


Figur 1-13. Sandforekomst på havbunden ved Lønstrup.¹⁸

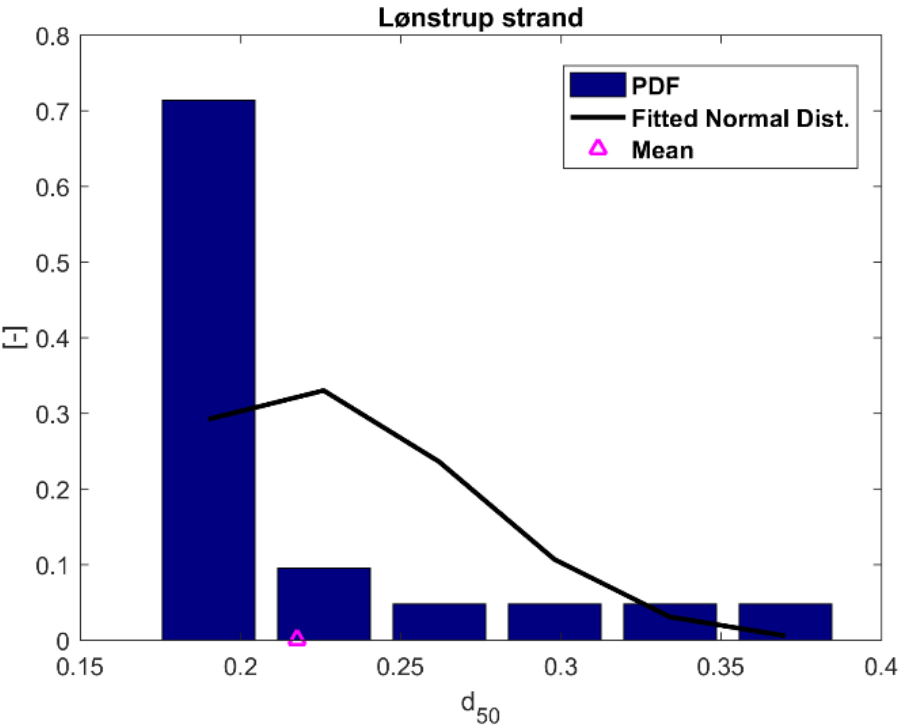
Der er i en tidligere sedimentanalyse fra 1999¹⁹ bestemt middeldkornstørrelser langs Vestkysten, se Figur 1-14. Som det fremgår af figuren, er middeldkornstørrelsen d_{50} ved Lønstrup overvejende ca. 0,2 mm, hvilket stemmer overens med sigteanalyser på 21 sandprøver taget på stranden til nærværende projekt, se Figur 1-15 samt Tabel 1-5.

¹⁸ Kystdirektoratet. (2001). *Sedimentbudget Vestkysten*.

¹⁹ Kystinspektoret. (1999). *Sedimentanalyse - Vestkysten 1999*.



Figur 1-14. Middelkornstørrelser ved Lønstrup²⁰.



Figur 1-15. Fordeling af d_{50} baseret på 21 sigteprøver gennemført på Lønstrup strand i forbindelse med nærværende projekt.

	middel	95% fraktil
d_{50} [mm]	0,22	0,35
Indhold af $d < 0,125$ mm [%]	5	8,5

Tabel 1-5. Statistik for d_{50} samt indhold af fint sand ($d < 0,125$ mm) baseret på 21 sigteprøver gennemført på Lønstrup strand i forbindelse med nærværende projekt.

²⁰ Kystinspektoret. (1999). Sedimentanalyse - Vestkysten 1999.

1.6 Sedimenttransport og kystmorfologi

Sedimenttransporten drives af den bølgeinducerede strøm samt den Jyske Kyststrøm, beskrevet i afsnit 1.4.

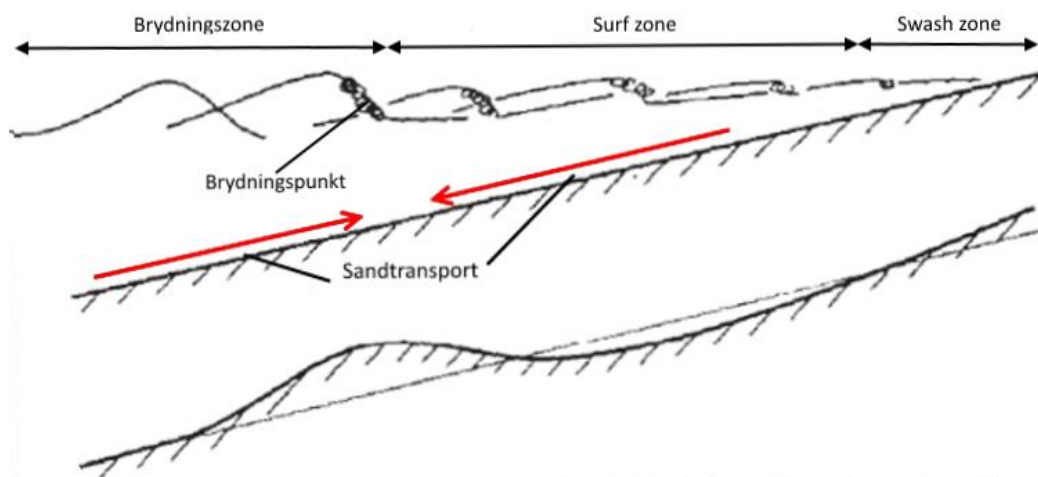
Ift. den bølgeinducerede strøm vil der, såfremt bølgerne angriber kysten med en vinkel, som tidligere nævnt opstå to strømkomponenter, og der vil således kunne opstå sedimenttransport i de samme to retninger. Det skal dog nævnes, at sedimenttransporten kun opstår, hvis den kritiske forskydningsspænding for erosion af det pågældende sandmateriale overskrides (dvs. bl.a. ved tilstrækkelig strømhastighed), og selvfølgelig kun hvis der er sand tilstede på havbunden.

Den ene komponent af sedimenttransporten er således vinkelret på kysten og benævnes "*tværgående sedimenttransport*", og den anden komponent er parallel med kysten og benævnes "*langsgående sedimenttransport*". Tværgående- og langsgående sedimenttransport beskrives nærmere i det følgende.

1.6.1 Tværgående sedimenttransport

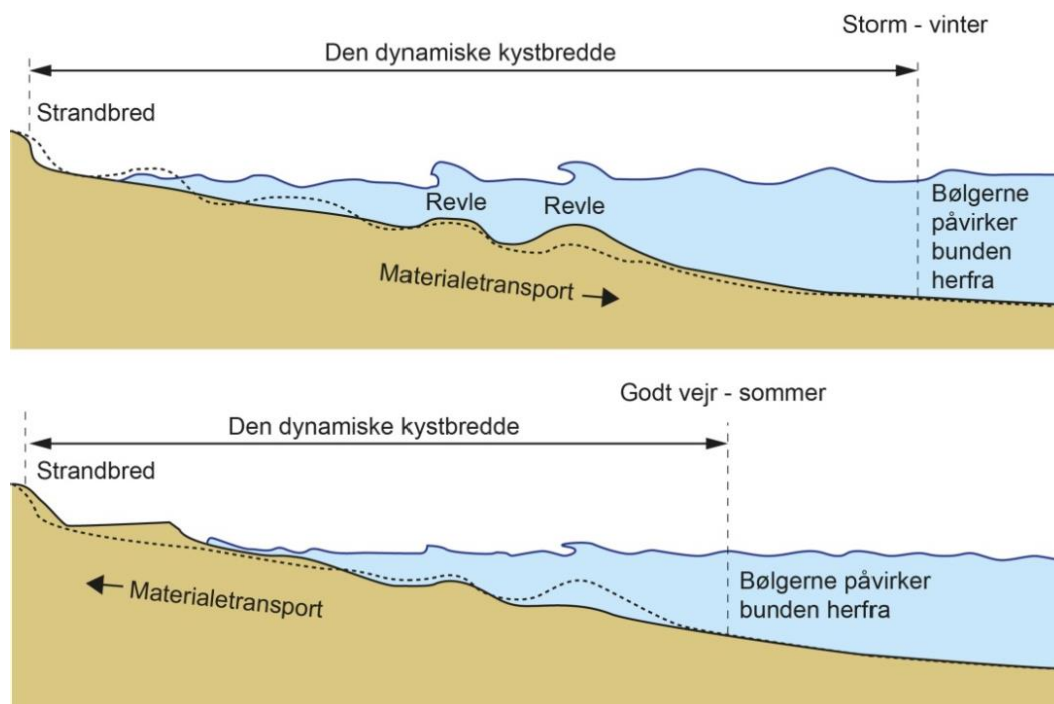
Den tværgående sedimenttransport på strækningen ved Lønstrup afhænger bl.a. af bølgeforholdene, tværprofilet, samt sedimentkarakteristikken. Indenfor brydningszonen forekommer der signifikante omløjninger af sedimenterne, hvorimod profilet bliver mere stabilt på større vanddybde, da de bølgeinducerede strømhastigheder ved havbunden, er lavere her.

Strækningen ved Lønstrup påvirkes af forskellige bølgeforhold med forskellige typer af brydende bølger (normalt karakteriseret som topbrydende og styrtbrydende). Topbrydende bølger, som forekommer under storm, giver normalt anledning til revledannelse. Revledannelsen under disse forhold skyldes, at der søværts for brydningspunktet (dvs. i brydnings-zonen) 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 1-16. Brydningspunktet på strækningen ved Lønstrup varierer pga. vekslende bølge- og vandstandsforhold.



Figur 1-16. Illustration af sandtransport søværts og landværts for brydningspunktet, hvilket bevirker til revledannelse.

Såkaldte styrtbrydende bølger er i stand til at danne opslemming af sand i vandsøjlen, hvilket bevirker til at sandet transporteres ind imod kysten. Denne effekt er mest dominerende under forhold med lange dønninger (dvs. lange bølger med høj bølgeperiode). Igennem et længere tidsrum hvor kysten er påvirket af både top- og styrtbrydende bølger, vil der således forekomme en konstant omfordeling af sediment, samt en konstant dynamik af strandprofilet. Et eksempel på materialetransporten under storm og under tilfælde med "godt vejr" kan ses i Figur 1-17.



Figur 1-17. Tværtransport giver erosion under storm og opbygning under roligt vejr²¹.

Eksempel på simulering af kystdynamik

Baseret på simuleringer i en såkaldt XBeach-model kan omfanget af dynamikken i kystprofilet ved Lønstrup pga. den tværgående bølgeinducerede sedimenttransport bestemmes, se Figur 1-18,. 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.

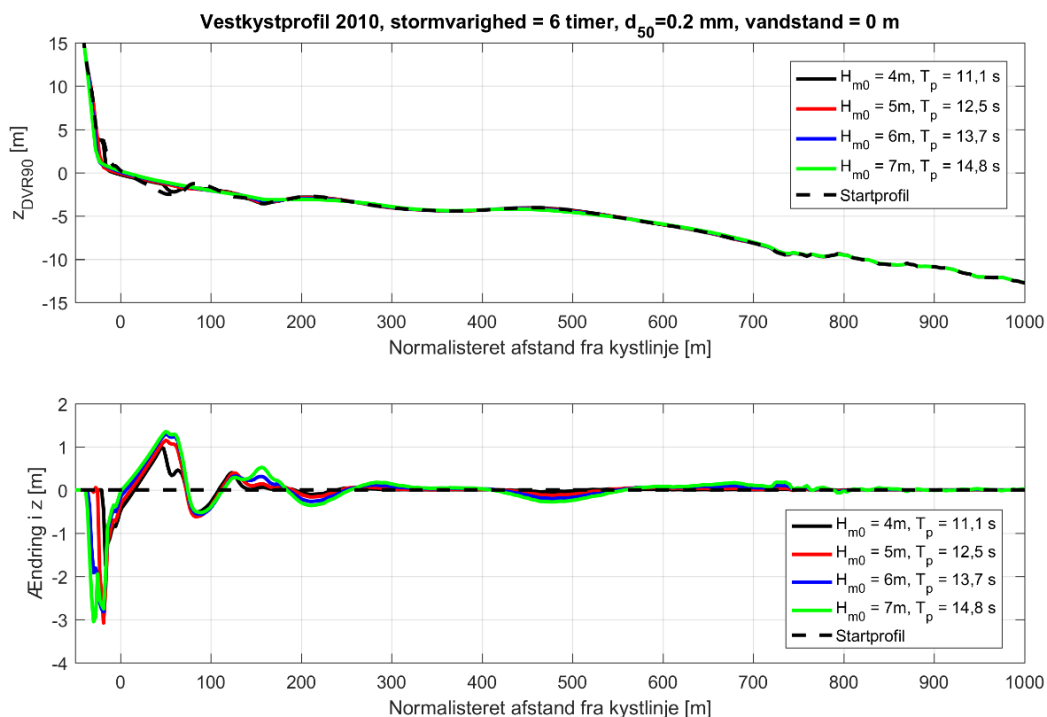
XBeach-modellen er overordnet valideret baseret på analytiske sammenligninger, laboratorieforsøg, samt feltnmålinger²². Til nærværende projekt, har der ikke foreligget faktiske feltnmålinger (profil-målinger før og efter en storm) og modellen er derfor ikke valideret specifikt for strækningen ved Lønstrup. Dog vurderes det, at modellen er i stand til simulere korrekte tendenser.

Under modelsimuleringerne er der forudsat en middelvandstand på 0 meter (dog er effekten fra bølge-setup inkluderet). Herudover er der antaget en stormvarighed på seks timer. Bølgerne er genereret baseret på antagelse om et JONSWAP-spektra med $\gamma=3.3$ og er antaget at være vinkelrette på kysten. Der er dog inkluderet en retningsspredning på ca. otte grader. Modellen er kørt for forskellige bølgeforhold. Startprofilet er seneste opmålte vestkystprofil 2010 med beliggenhed illustreret i Figur 1-19.

Som det fremgår af Figur 1-18 vil der under en storm forekomme bundændringer på op til ca. 1 – 1,5 meter i surf-zonen (omkring kote -2,5). I swash-zonen er bundændringerne op imod tre meter. Herudover forekommer der bundændringer, som dog er af mindre omfang, ca. 0,3 meter, omkring brydningspunktet på revlen (ca. fem meter dybdekoten).

²¹ Kystdirektoratet. (2018). *Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder*.

²² Deltares. (2015). *XBeach Technical Reference: Kingsday Release*.



Figur 1-18. Eksempel på ændringer i et kystprofil beliggende ved Lønstrup efter forskellige storme med en varighed på seks timer (bølgerne er antaget at være vinkelrette på kysten).



Figur 1-19. Beliggenhed af opmålte kystprofiler ved Lønstrup.

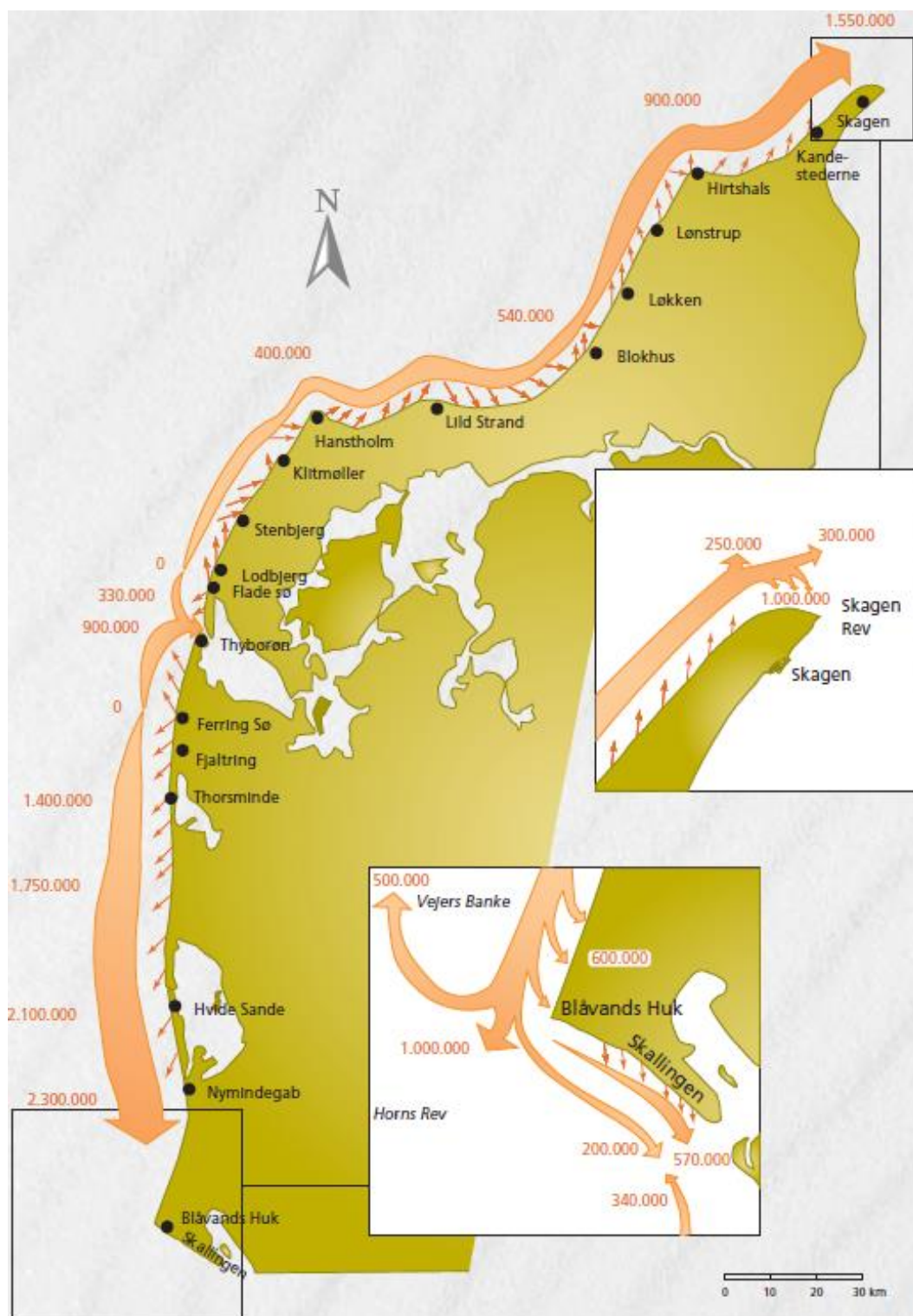
1.6.2

Langsgående sedimenttransport

Sedimentbudgettet for den langsgående sandtransport på Vestkysten er bl.a. undersøgt i rapporten "Sedimentbudget Vestkysten"²³, se opgørelse i Figur 1-20. Som det ses af figuren, er der umiddelbart tale om en god overensstemmelse imellem sedimentbudgettet og bølgerosen i Figur 1-7 (venstre), da de dele af Vestkysten som er orienteret med en større vinkel ift. den dominerende bølgeretning fra ca. vestnordvest, er udsat for en større langsgående sandtransport sammenlignet med de kyststrækninger, hvor den dominerende bølgeretning er mere vinkelret på

²³ Kystdirektoratet. (2000). *Sedimentbudget Vestkysten*.

kysten. Generelt set forekommer der en signifikant langsgående nettotransport ved Lønstrup på op imod ca. 900.000 m³/år og den akkumulerede transport (uafhængig af retningen) er forventelig endnu højere.



Figur 1-20. Sedimentbudget for Vestkysten, tal er i m³/år.²⁴

²⁴ Kystdirektoratet. (2000). *Sedimentbudget Vestkysten*.

Sedimentbudgettet i Figur 1-20 tager højde for sandprocenter i det specifikke kystprofil. Dvs. at der tages højde for hvorvidt sandtransporten begrænses af forekomsten af sand i profilet. Umiddelbart forekommer der ikke oplysninger om sandprocenter, og/eller forekomsten af mobilt sand, ved Lønstrup, men tendensen i Sedimentbudget Vestkysten²⁵ er dog, at sandprocenten er faldende nord for Blokhuse. Dette indikerer, at sandtransporten ved Lønstrup i visse tilfælde er begrænset af sandforekomsten, og ikke transportkapaciteten.

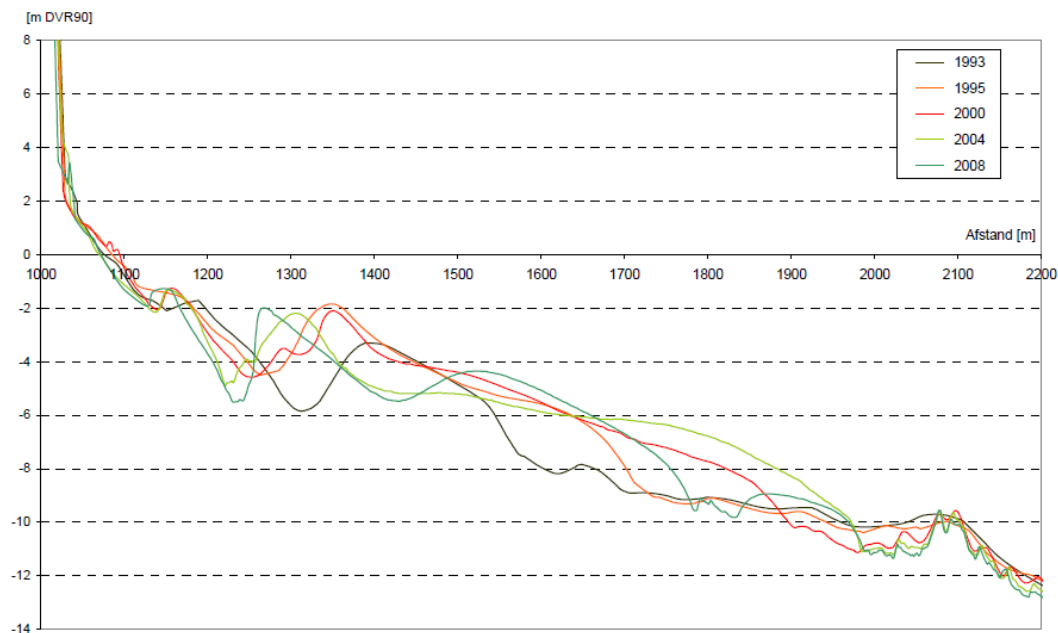
1.6.3

Kombineret langs- og tværgående sedimenttransport

Tidligere studier af sedimenttransporten langs Vestkysten har vist, at signifikante bølgehøjder på omkring tre meter, målt på knap 20 meter vanddybde, er årsag til hovedparten af sedimenttransporten²⁶. Bølger over tre meter forekommer gennemsnitligt mellem 10 og 100 timer/år (jf. Tabel 1-1), og der er således tale om en relativ dynamisk kyststrækning.

Den bølgeinducerede langs- og tværgående 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. Ved gennemgang af de morfologiske ændringer ud fra foreliggende opmålte kystprofiler fra år til år er den aktive dybde ved Lønstrup i nærværende analyser vurderet til ca. 10 - 12 meters vanddybde.

Eksempler på ændringer i kystprofil 2020 samt 2010 (beliggende umiddelbart syd og nord for Lønstrup) er vist i henholdsvis Figur 1-21 og Figur 1-22. Geografiske beliggenheder af de to kystprofiler er vist i Figur 1-19. Som det fremgår af kystprofilerne, er dybdevariationerne størst omkring kote -2 til -4, hvor dybdevariationen er op til ca. fire meter ved det sydlige kystprofil, hvilket til dels skyldes den naturlige variation i beliggenheden af revlen. Imellem fem og otte meter dybdekoten er dybdevariationen op til ca. to meter pga. revlens ændrede beliggenhed.

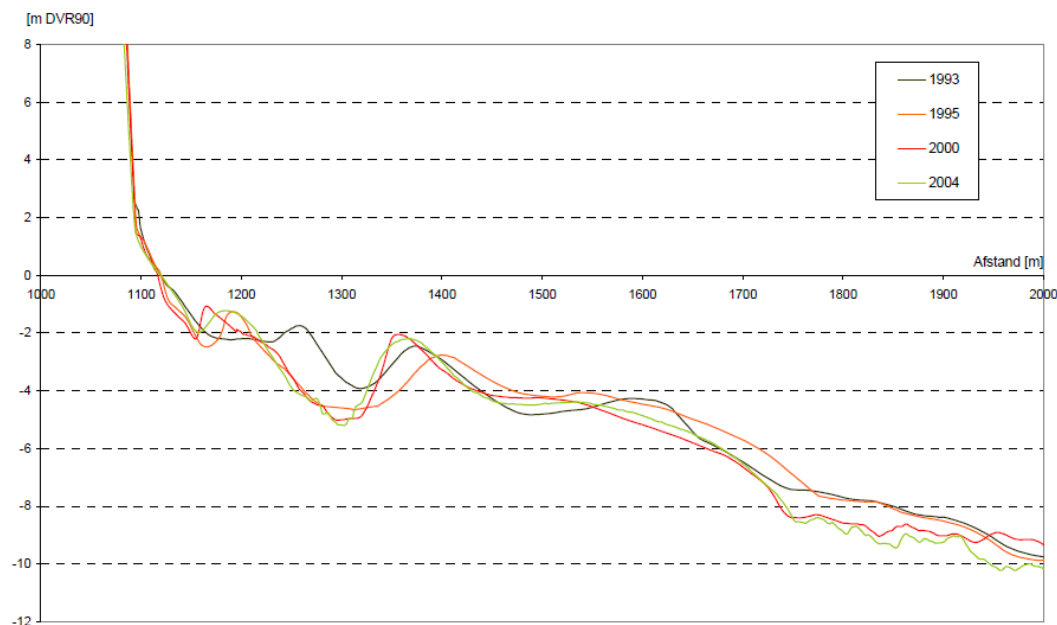


Figur 1-21. Dybdeændringer i vestkystprofil 2020, beliggende i den sydlige del af strækningen ved Lønstrup ²⁷.

²⁵ Kystdirektoratet. (2000). *Sedimentbudget Vestkysten*.

²⁶ DHI. (2001). Redegørelse for planlagte kystfodringsprojekter udfor Fjaltring i 2002 og ved Årgab i 2003.

²⁷ Kystdirektoratet, Lønstrup - status, 2009



Figur 1-22. Dybdeændringer i vestkystprofil 2010, beliggende i den nordlige del af strækningen ved Lønstrup²⁸.

Som det fremgår af Figur 1-21, er kystprofilen meget dynamisk. Dog kan der af Figur 1-21 ikke udledes nogen klar tendens ift. løbende udvikling. Derimod er tendensen klarere ved den nordlige del (nord for landingspladsen), hvor der jf. Figur 1-22 siden 1993 har forekommet en konstant profil-forstejling frem til 2004. Da den langsgående netto-transport på strækningen er nordgående, jf. afsnit 1.6.2, kan forstejlingen i den nordlige del af strækningen ved Lønstrup skyldes den hårde kystbeskyttelse på strækningen, som udsulter kystprofilen nedstrøms for de sydligste bølgebrydere.

Den hårde kystbeskyttelse på strækningen vil generelt medføre en fastlåsnings af kystprofilen, hvilket forhindrer at der frigives materiale til opbygning af et naturligt kystprofil. Dette vil således flytte den naturlige erosion ud foran anlægget, og dermed skabe et unaturligt stejlt profil af kysten foran anlægget.

1.7

Naturlig koncentration af suspenderet sediment

Den signifikante sedimenttransport ved Lønstrup, beskrevet i afsnit 1.6, giver anledning til at der forekommer en naturlig baggrundskoncentration af suspenderet sediment i vandsøjlen, som bl.a. påvirker vandets farve og gennemsigtighed (sigtedybde).

Troels Aagaard (2006)²⁹ har ved hjælp af såkaldte UFOBS-sensorer (fiberoptical backscatter sensors) målt sedimentkoncentrationer i swash-zonen ved Skallingen på Vestkysten. Målingerne er udført under forskellige bølgeforhold og viser sedimentkoncentrationer på op til ca. 90 – 100 g/l (90.000 – 100.000 mg/l) ved en offshore signifikant bølgehøjde på ca. to til tre meter. Koncentrationen varierer dog henover bølgeperioden, samt henover bølgespektret, og der er således en signifikant forskel imellem maks.-koncentration og middeldkoncentration af det suspenderede materiale under en periode med bølger. De højeste koncentrationer blev i studiet af Troels Aagaard (2006) målt ca. midt i swash-zonen.

²⁸ Kystdirektoratet, Lønstrup - status, 2009

²⁹ Troels Aagaard, M. G. (2006). Sediment suspension and turbulence in the swash zone of dissipative beaches.

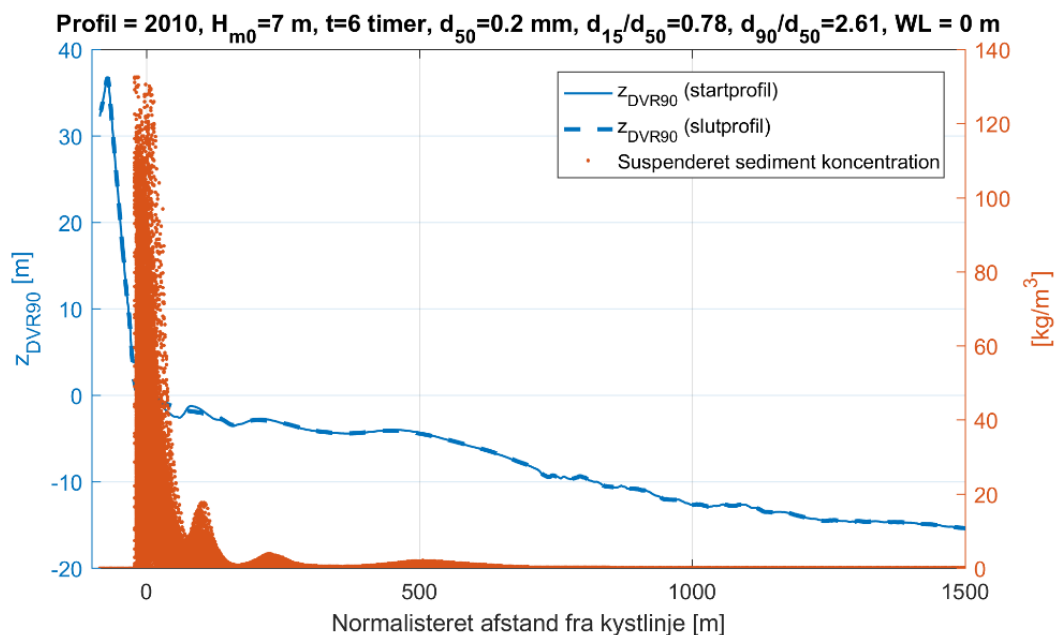
Udover i swash-zonen blev der i studiet af Troels Aagaard (2006) ikke udført målinger af koncentration af suspenderet sediment i en længere afstand fra kysten, og derfor er der i nærværende evaluering udført modelsimuleringer herfor.

1.7.1 Simulering af naturlig baggrundskoncentration af suspenderet sediment i XBeach

Samme XBeach-model som tidligere anvendt og beskrevet i afsnit 1.6.1 er videre anvendt til simulering af den naturlige bølgeinducerede suspenderede sedimentkoncentration på strækningen ved Lønstrup.

Estimerer fra XBeach-simuleringerne for dybdemidlede henholdsvis maks.- og middelmiddelt koncentrationer af suspenderet sediment for forskellige bølgehøjder samt i forskellige afstande fra kysten er opsummeret i tabel 1-6 og tabel 1-7. Maks. og middel er præsenteret for en periode på seks timer. Den anvendte sammenhæng imellem H_{m0} og T_p i de undersøgte bølgetilstande er antaget baseret på Figur 1-8, hvilket således potentielt medfører lidt højere bølgeperioder end hvad der reelt forekommer ved Lønstrup.

De maksimale koncentrationer af suspenderet sediment samt start-/slut kystprofil efter en kraftig storm er vist i figur 1-23.



Figur 1-23. Maks.-koncentrationer for suspenderet sediment ved Lønstrup (profil 2010).

Afstand til kystlinjen [m]	$H_{m0}=1$ m, $T_p = 5,5$ s	$H_{m0}=2$ m, $T_p = 7,9$ s	$H_{m0}=3$ m, $T_p = 9,6$ s	$H_{m0}=4$ m, $T_p = 11,1$ s	$H_{m0}=5$ m, $T_p = 12,5$ s	$H_{m0}=6$ m, $T_p = 13,7$ s	$H_{m0}=7$ m, $T_p = 14,8$ s
1 - 250	112559	126897	128677	111022	130572	130068	133225
251 - 500	26	226	435	756	2512	5497	9349
501 - 750	8	171	420	750	1971	3669	7111
750 - 1000	0	8	39	89	171	297	573
1001 - 1250	0	2	11	28	78	157	193
1250 - 1500	0	1	5	17	50	85	143
1250 - 1500	0	0	4	13	43	73	120
1750 - 2000	0	0	3	11	36	71	87
2000 - 2250	0	1	6	22	64	109	143
2250 - 2500	0	2	12	42	109	191	326
2500 - 2750	0	4	24	79	181	269	593
2750 - 3000	0	3	22	75	172	256	510

Tabel 1-6. Maks.-koncentration af suspenderet materiale i tværprofilet (profil 2010 ved Lønstrup) for varierende bølgeforhold samt i forskellige afstande fra kystlinjen [mg/l].

Afstand til kystlinjen [m]	$H_{m0}=1$ m, $T_p = 5,5$ s	$H_{m0}=2$ m, $T_p = 7,9$ s	$H_{m0}=3$ m, $T_p = 9,6$ s	$H_{m0}=4$ m, $T_p = 11,1$ s	$H_{m0}=5$ m, $T_p = 12,5$ s	$H_{m0}=6$ m, $T_p = 13,7$ s	$H_{m0}=7$ m, $T_p = 14,8$ s
0 - 250	377	990	1572	1971	2652	3611	4745
251 - 500	1	33	107	228	441	664	840
501 - 750	0	9	55	138	405	702	982
750 - 1000	0	1	6	19	49	83	121
1001 - 1250	0	0	2	7	22	41	64
1250 - 1500	0	0	1	5	15	28	44
1250 - 1500	0	0	1	3	11	22	35
1750 - 2000	0	0	1	3	10	19	30
2000 - 2250	0	0	1	4	12	22	34
2250 - 2500	0	0	2	9	28	47	73
2500 - 2750	0	0	2	8	25	43	68
2750 - 3000	0	0	2	8	25	43	74

Tabel 1-7. Middelkoncentration af suspenderet materiale i tværprofilet (profil 2010 ved Lønstrup) for varierende bølgeforhold samt i forskellige afstande fra kystlinjen [mg/l].

Bemærk, at tallenes detaljeringsgrad i tabel 1-6 og tabel 1-7 ikke afspejler estimaternes nøjagtighed, men som det dog fremgår af tabel 1-6, er maks.-koncentrationen i swash-zonen ca. 127 g/l for $H_{m0} = 2 - 3$ meter, hvilket er af nogenlunde samme størrelsesorden som det der blev målt i swash-zonen af Aagaard og Hughes (2006)³⁰ ved Skallingen. Dette giver en indikation for, at modellen giver estimater, som er af nogenlunde samme størrelsesorden sammenlignet med, hvad der kan måles på Vestkysten. Det er forventeligt, at der ikke vil opnås de eksakt samme koncentrationer ved modellering på et andet kystprofil sammenlignet med kystprofilet hvorpå målingerne blev gennemført.

Det skal nævnes, at variation i middelvandstanden under den pågældende hændelse kan medføre variationer i afstandene til kystlinjen sammenlignet med det oplyste i tabel 1-6 og tabel 1-7. En

³⁰ Troels Aagaard, Michael G. Hughes, 2006, Sediment suspension and turbulence in the swash zone of dissipative beaches

vindstuvning på ca. én meter (bølgesetup er som tidligere nævnt inkluderet i simuleringen) vil f.eks. potentielt rykke de nævnte afstande i tabel 1-6 og tabel 1-7.

Som det fremgår af tabel 1-6 og tabel 1-7 forekommer der for $H_{m0}=3$ meter (svarende til en returperiode på ca. ti år) en dybdemidlet maks.- og middelkoncentration på henholdsvis ca. 420 mg/l og 55 mg/l i en afstand på 500 - 750 meter fra stranden. Afstanden på 500 - 750 meter fra stranden svarer til en vanddybde på ca. seks meter, hvorpå den kystnære fodring vil foregå jf. projektbeskrivelsen. Kystnær fodring vil dog ikke forekomme under bølgeforhold med $H_{m0}=3$ m, men kun op til bølger på $H_{m0}=1,5 - 2,0$ m.

Middelkoncentrationen i zonen indenfor ca. seks meter vanddybden ved Lønstrup (ekskl. swash-zonen hvori der forekommer ekstremt høj koncentration) er vist i Tabel 1-8.

Afstand til kystlinjen [m]	$H_{m0}=1$ m, $T_p = 5,5$ s	$H_{m0}=2$ m, $T_p = 7,9$ s	$H_{m0}=3$ m, $T_p = 9,6$ s	$H_{m0}=4$ m, $T_p = 11,1$ s	$H_{m0}=5$ m, $T_p = 12,5$ s	$H_{m0}=6$ m, $T_p = 13,7$ s	$H_{m0}=7$ m, $T_p = 14,8$ s
250 - 750 meter (indenfor fem meter vanddybde)	0.5	21	81	183	423	683	911

Tabel 1-8. Middelkoncentration af suspenderet materiale i tværprofilet indenfor ca. seks meters vanddybde (ekskl. swash-zonen) for varierende bølgeforhold (profil 2010 ved Lønstrup) [mg/l].

2. FREMTIDIGE FORHOLD

I dette kapitel beskrives de fremtidige forhold langs strækningen ved Lønstrup som følge af gennemførelsen af projektet, hvilket bl.a. udgør grundlaget for den efterfølgende vurdering af miljøpåvirkningerne.

Beskrivelsen af de fremtidige forhold gives i relation til de beskrevne *Eksisterende forhold* i kapitel 1. Dvs. at der i det følgende vurderes på følgende:

1. Ændring i sedimentkarakteristik
2. Ændring i kystmorfologi og sedimenttransport
3. Ændring i bølgeforhold samt strømforhold
4. Ændring i sedimentationsforhold ved havnene
5. Ændring i koncentration af suspenderet sediment

Vandstandsforhold behandles ikke videre i dette afsnit, da disse vurderes ikke at vil blive påvirket af projektets gennemførelse.

2.1 Indledende beskrivelse af projektets gennemførelse

Målsætning i Fællesaftalen mellem staten (ved Kystdirektoratet) og Hjørring Kommune er bl.a. at fastholde klinten på strækningen, så bebyggelsen bag bevares. Klinten fastholdes ved at opretholde kystbeskyttelsen, hvilket betyder, at skråningsbeskyttelse og bølgebrydere skal holdes intakte. Dette sikres først og fremmest ved at sørge for at bevare stranden foran skråningsbeskyttelsen og undgå, at der bliver mere end en meter dybt foran bølgebryderne. Det er derfor nødvendigt at fortsætte med at fodre med sand på strækningen.

2.1.1 Sandfodringens omfang

Sandfodringsmængder er givet ud fra projektets økonomiske ramme i perioden 2020-24 for at kunne opretholde den målsætning, der er for strækningen.

Sandfodring gennemføres enten som årlige kampagner eller en kampagne svarende til tre års mængder, afhængig af behov. Kampagnemængder er:

- Ved årlige kampagner, i alt 204.000 m³/kampagne.
- Ved kampagner hvert tredje år, i alt 612.000 m³/kampagne

Den enkelte kampagne på strækningen gennemføres som strandfodring og/eller kystnær fodring.

Mængderne fordeles jævnt over en given strækning. Ved årlige kystnære kampagner fordeles sandet over en strækning på 500 meter syd for landingspladsen svarende til en maksimal fodringsintensitet på 400 m³/m. Ved kystnære kampagner hvert tredje år fordeles sandet over hele strækningen på 1100 meter med en intensitet på 556 m³/m.

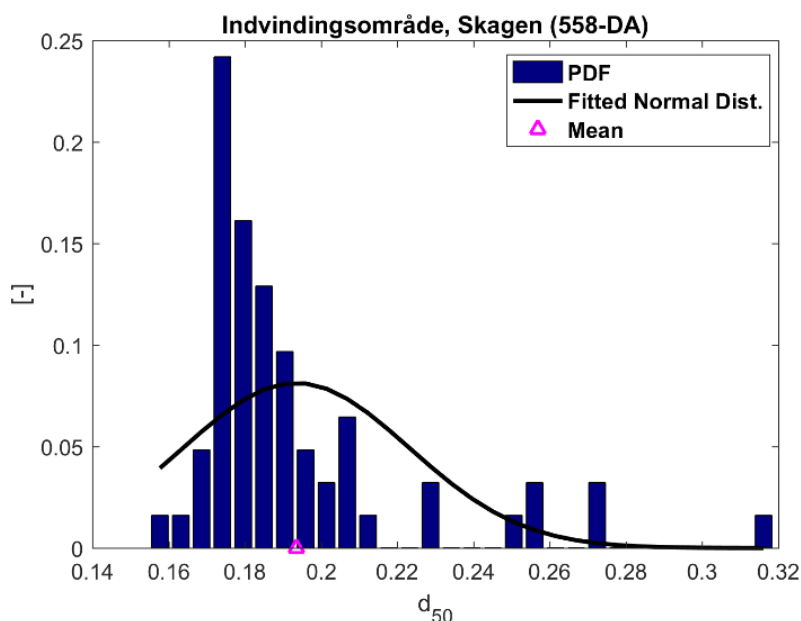
Det forudsættes, at den kystnære fodring foretages ved enten klapning af alt materialet med 2.000 m³ skibe eller rainbowing af alt materialet med 21.000 m³ skibe. Dette vurderes som de to yderscenerier ift. påvirkningen af suspenderet sediment.

I forhold til arealpåvirkning og habitat-tab forudsættes det, at sandet placeres i 1,5 meter højde i et område 150 meter landværts fra fem meter kurven og ud til otte meter kurven, hvilket svarer til et dækket areal på 408.000 m² på strækningen.

2.1.2 Sandkarakteristik for sand til strandfodring

Som nævnt i projektbeskrivelsen forudsættes det, at sand der anvendes til strandfodring ved Lønstrup, er sand med samme karakteristika som sand indvundet i område 558-DA ved Skagen Rev.

Baseret på 62 sigtekurver fra indvindingsområde 558-DA Skagen Rev er der fundet en gennemsnitlig kornstørrelse, d_{50} , på 0,195 mm. Som det fremgår af Figur 2-1, er d_{50} for de forskellige sigteprøver nogenlunde ensformig og ligger inden for $d_{50} = 0,16$ mm til $d_{50} = 0,32$ mm.



Figur 2-1. Fordeling af målte d_{50} ved indvindingsområde ved Skagen Rev, baseret på 62 sigteprøver.

	Middel	95% fraktil
d_{50} [mm]	0.193	0.26
Indhold af $d < 0.125$ mm [%]	3,3	12

Tabel 2-1. Statistik for d_{50} samt indhold af fint sand ($d < 0,125$ mm) baseret på 62 sigteprøver gennemført på indvindingsområdet ved Skagen Rev.

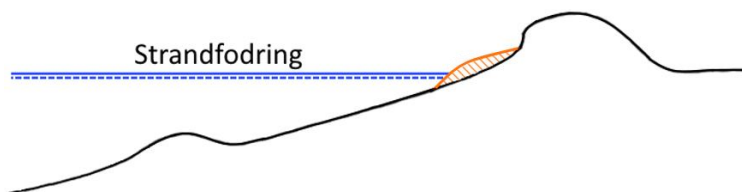
Ved sammenligning af Tabel 1-5 og Tabel 2-1 fremgår det, at sandkarakteristikken for det anvendte sand til sandfodringen er af nogenlunde samme karakter som det naturligt forekommende sand på strækningen ved Lønstrup.

2.1.3 Overordnet beskrivelse af virkningen fra de forskellige sandfodringsmetoder

En overordnet beskrivelse af virkningen fra de forskellige sandfodringsmetoder anvendt på strækningen ved Lønstrup gives i det følgende.

- Strandfodring**

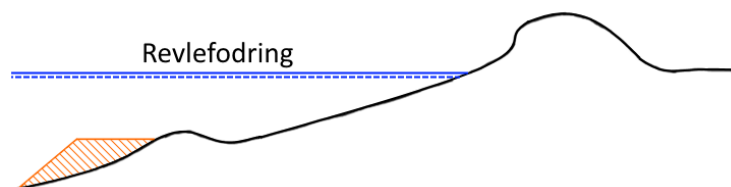
Strandfodring anvendes på specielt udsatte strækninger langs strækningen ved Lønstrup, eller hvor der har forekommet en væsentlig akut erosion, som har skabt et akut behov for at reetablere et vist sikkerhedsniveau. Strandfodringen yder en akut forstærkning af strandprofilen og etablerer hurtigt et bredere strandplan, hvilket reducerer risikoen for skrænterosion.



Figur 2-2. Skitse af princip for strandfodring.

• Kystnær fodring

Kystnær fodring på strækningen ved Lønstrup gennemføres reelt på to forskellige måder indenfor den aktive del af kystprofilen (evt. i kombination). Den ene metode (som sker ved klapning) etablerer en forstærkning af revlen (lokal intensiv tilførsel af sand ved revlen som gør den højere og bredere), hvilket bevirker til at bølgebrydningen sker længere ude i kystprofilen, da revlen virker som undersøisk bølgebryder. Den anden metode (rainbowing) giver potentielt en mere jævn tilførsel af sand over et bredere areal. Kystnær fodring bevirker dog ikke til en bredere strand umiddelbart efter en fodring, men over tid bevæger sandet sig dog potentielt mod stranden, hvor det kan medvirke til at et bredere strandplan etableres.



Figur 2-3. Skitse af princip for revlefodring.

2.2 Ændring i kystmorfologi og sedimenttransport

I det følgende vurderes der på hvorvidt sedimentforholdene ændres på strækningen ved Lønstrup som følge af sandfodring.

2.2.1 Indflydelse på sedimentkarakteristik ved kystnær fodring

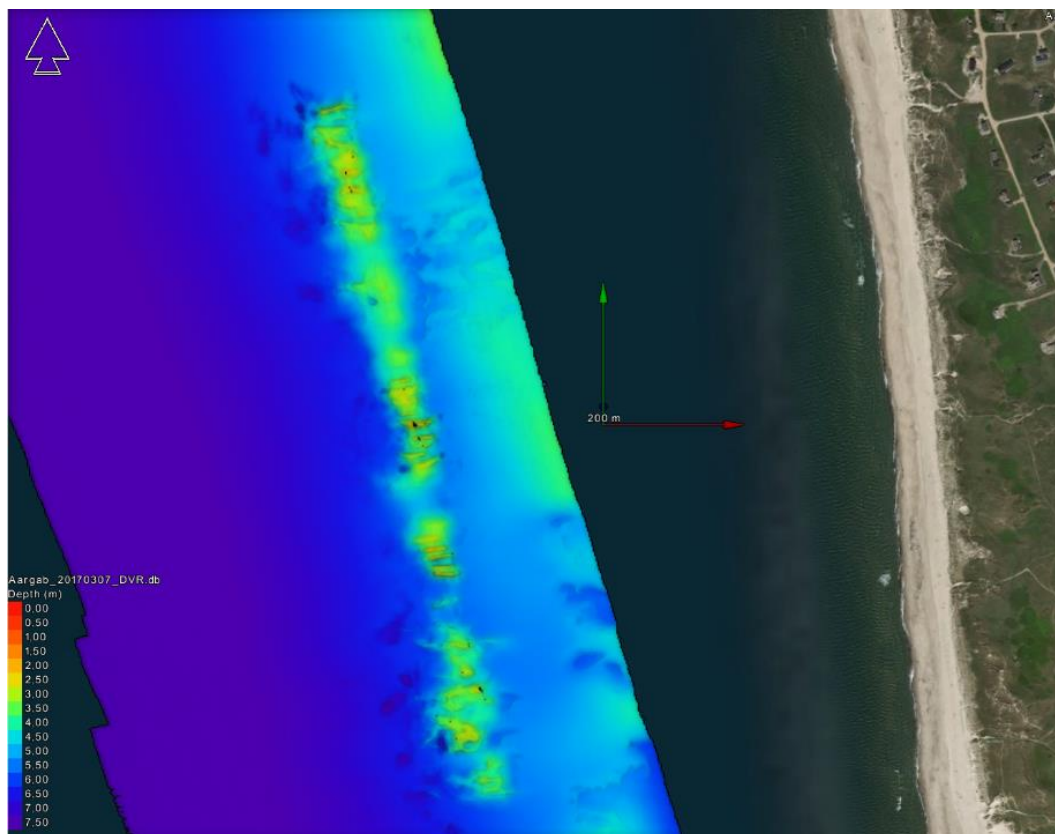
Som nævnt i afsnit 2.1.2 er sandkarakteristikken for det anvendte sand til sandfodringen af nogenlunde samme karakter som det naturligt forekommende sand på strækningen. Derfor forventes det ikke, at sandkarakteristikken for kystprofilen vil ændre sig væsentligt som følge af den kystnære fodring.

2.2.2 Vurdering af indflydelse på sedimentkarakteristik ved strandfodring

På samme vis som beskrevet i afsnit 2.2.1 forventes det ikke, at sandkarakteristikken for stranden vil ændre sig væsentligt som følge af strandfodringen. Erfaringsmæssigt viser det sig dog (oplyst af Kystdirektoratet), at det indpumpede sand er forholdsvis mørkt, umiddelbart når det kommer ind på stranden, men efter et par dage i solen er erfaringerne dog (oplyst af Kystdirektoratet) at det typisk er bleget og ligner det naturligt forekommende sand på stranden.

2.2.3 Indflydelse på kystmorfologien ved kystnær fodring

Et eksempel på en opmåling under en igangværende kystnær fodring ved klapning, dog ved Hvide Sande, kan ses i Figur 2-4. Som det fremgår af figuren, dannes der ved revlefodringen en ny kunstig revle, som umiddelbart under/efter fodringen adskiller sig markant fra det naturlige kystprofil.



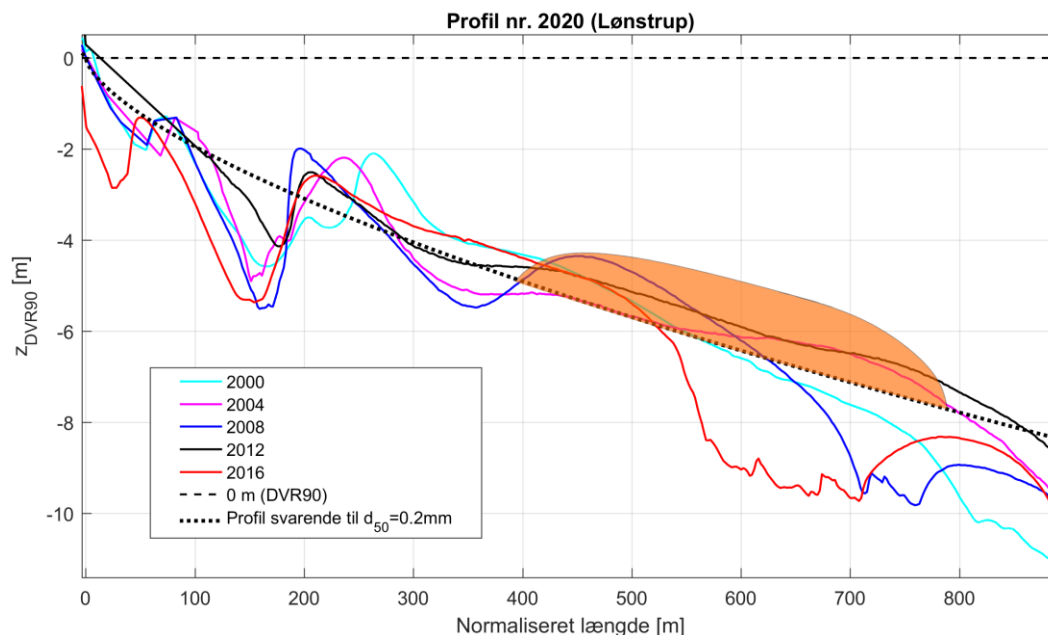
Figur 2-4. Eksempel på revlefodring via klappning ved Hvide Sande³¹

Ved gennemførelse af en tredje års kampagne ved kystnær fodring ved Lønstrup, som medfører en fodringsintensitet på $556 \text{ m}^3/\text{m}$, hvor påvirkningszonen på havbunden potentielt er fra otte meter dybdekurven DVR90 og indtil 150 meter landværts fem meter dybdekurven DVR90, vil vanddybden gennemsnitligt f.eks. reduceres med ca. 1,5 meter, over en bredde på ca. 370 meter. En sådan fodring er illustreret i Figur 2-5 for kystprofil 2020 ved Lønstrup. Revlefodringen i eksemplet i Figur 2-5 er placeret på det såkaldte ligevægtsprofil svarende til d_{50} for eksisterende forhold³². Det skal nævnes, at ligevægtsprofilerne ikke inkluderer effekten fra revledannelse, og det antages desuden, at profilet er i ligevægt hvilket dog, som nævnt i afsnit 1.6.3, ikke helt er tilfældet her.

Afstanden af det klappede materiale fra kysten vil variere pga. varierende kysthældning og dermed medføre varierende placering af zonen med -5 - -8 meter vanddybde på det pågældende tidspunkt for fodringen.

³¹ Figur er delt af Kystdirektoratet, 2018

³² Bruun, P. (1954). Coastal Erosion and the Development of Beach Profiles.



Figur 2-5. Eksempel på ændring i kystprofil 2020 ved Lønstrup imellem dybdekote -5 og -8 som følge af den kystnære fodring med ca. 556 m³/m.

Jf. afsnit 1.6 er variationen i historiske opmålte kystprofiler forholdsvis signifikant, med en variation på op til ca. to meter imellem fem og otte meter dybdekoten, og desuden medfører enkeltstorme en dybdevariation på op til ca. 0,3 meter i kote - 5. Af Figur 2-5 fremgår det, at en enkeltfodring på 556 m³/m imellem fem og otte meter dybdekoten vil medføre en akut dybdeændring i kystprofilet, som er af samme omfang som den naturlige variation pga. revlens ændrede beliggenhed over tid, men udbredelsen af dybdeændringen i kystprofilet er dog umiddelbart større ved fodringen.

Såfremt der kunstigt etableres en mere lokal og højere revle end vist i Figur 2-5, kan det ikke udelukkes, at denne vil ligge udenfor dybdeændringen pga. den normale revlevariation, men i så fald vurderes det, at ændringen i kystprofilet vil være forholdsvis kortvarig, da revlernes højde og form relativt hurtigt tilpasses bølgeforholdene på kysten.

Jf. afsnit 1.6.3 er den aktive dybde på strækningen ved Lønstrup ca. 12 meter, hvilket betyder, at fodringssandet placeres umiddelbart midt i det aktive profil. Dette betyder således, 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 fodringen. Desuden vil de mindre bølger bevirke, at kystprofilet udjævnes i sommerperioden, samt at sandet flyttes tættere ind mod kysten.

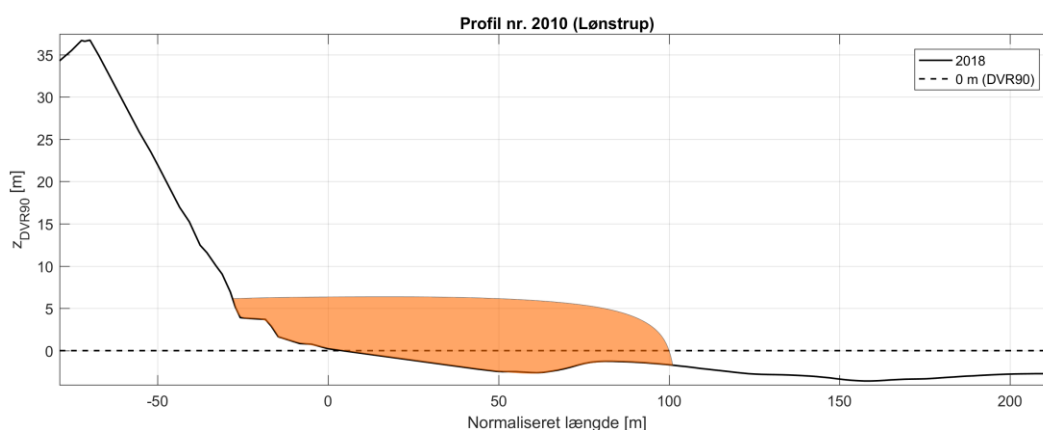
Umiddelbart efter gennemførelsen af den kystnære fodring vil sandet fra fodringen indgå i den langs- og tværgående sandtransport. En større omfordeling af sandet forventes dog først at forekomme ved $H_{m0} \geq 2 - 3$ meter, hvor bølgerne begynder at blive dybdebegrænsede på vanddybder, hvorpå sandet placeres ved den kystnære fodring. Bølger i denne størrelse er oftest forekommende i vinterhalvåret, hvilket betyder, at såfremt den kystnære fodring gennemføres i foråret, vil sandet kun have en mindre effekt på det indre strandprofil i løbet af sommerperioden.

Den kystnære fodring vil sandsynligvis give anledning til en mindre påvirkning af den langsgående netto-sandtransport da det må forventes, at transportkapaciteten øges lokalt som følge af reduktionen af vanddybden i det aktive profil, hvormed bølgeenergien potentielt kan bringe mere sediment i suspension. Effekten fra den kystnære fodring på klintens stabilitet, forventes først at kunne ses efter ca. ét år.

Den æoliske sandtransport (vindens transport af sedimentet) vurderes ikke at blive ændret betragteligt som følge af den kystnære fodring, sammenlignet med den naturlige æoliske transport, da sandet placeres under vand.

2.2.4 Vurdering af morfologiske ændringer af kystprofil ved strandfodring

En principskitse for en strandfodring med $556 \text{ m}^3/\text{m}$ på strækningen ved Lønstrup er vist i figur 2-5, hvor sandet er fordelt forholdsvis jævnt foran klinten. Som det fremgår af figur 2-5, vil den forholdsvis signifikante strandfodring medføre en betydelig ændring af strandprofilen, hvor strandfodringen medfører en fremrykning af stranden på ca. 100 m. Dette skal dog ses relativt i forhold til en akut erosion på op til ca. 40 meter på strækningen, jf. afsnit 1.1.2.



Figur 2-6. Eksempel på ændring i kystprofil 2010 ved som følge af den strandfodring med ca. $556 \text{ m}^3/\text{m}$.

Strandfodringen sikrer både en forstærket klint og en større buffer ift. klinterosion. Umiddelbart efter strandfodringen forekommer der en bredere strand, men erfaringen viser, 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.

Strandfodringen kan potentielt give anledning til en lille forøgelse af den æoliske sandtransport til forklinten samt måske til områder længere inde i land. Strandfodringen kan desuden bevirke til en forøget generering af såkaldte erosionskanter, som erfaringsmæssigt opstår, når sandet bliver fordelt på stranden med større hældning sammenlignet med den naturlige hældning (som er styret af middeldornstørrelsen).

2.3 Ændring i bølgeforhold samt strømforhold

Formålet med den kystnære fodring er dels, som tidligere nævnt, at fremprovokere bølgebrydning på den kunstige revle, hvormed bølgeenergien tæt ved stranden reduceres. Med tiden vil sandet fra den kystnære fodring, som tidligere nævnt, dog omfordeles i kystprofilen, og derfor vil indvirkningen på bølgebrydningen være mest signifikant umiddelbart efter fodringen, dvs. i tilfældet svarende til situationen vist i figur 2-5. Desuden er det i afsnit 2.2.3 konkluderet, at den ekstratilførte variation i kystprofilen ved kystnær fodring ligger nogenlunde indenfor den naturlige variation i revlerne på strækningen ved Lønstrup, hvormed den reelle virkning på bølgebrydningen er begrænset, sammenlignet med de naturlige variationer.

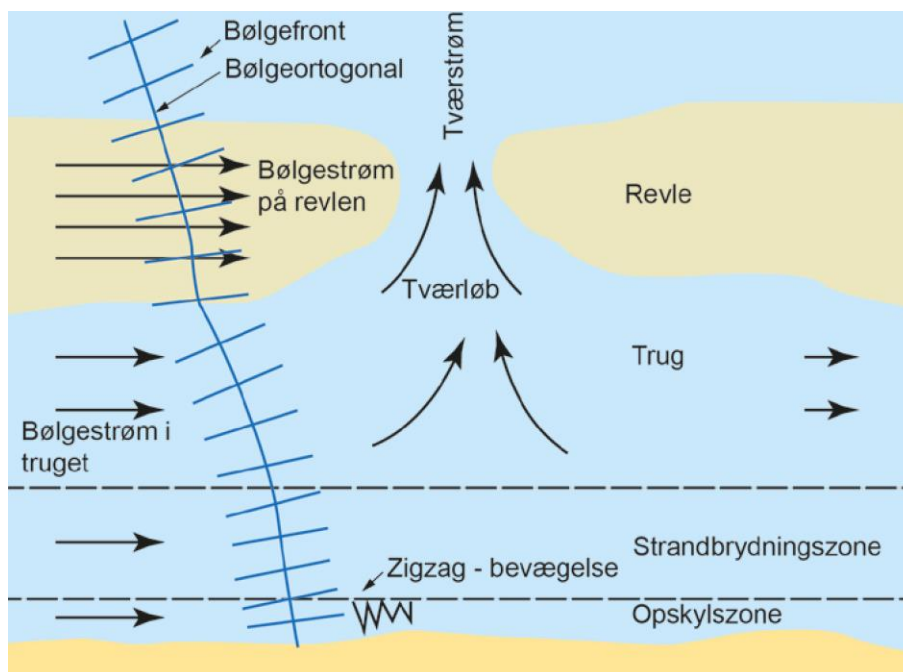
Kystprofilen mellem kystlinjen og ti meters dybde havde i 1984 en hældning på 1:94³³. Dog vil der, når kystlinjen fastholdes og profilet udenfor fortsat rykker tilbage med 1,2 m/år, forekomme en forstejling af kystprofilet, og i 2021 efter 37 år vil hældningen således være 1:90. Med et stejlere kystprofil kommer der mere bølgeenergi ind i den indre del af profilet, hvilket kan medføre en forøgelse i erosion og dermed fodringsbehov. Stigningen er på grundlag af en teoretisk beregning estimeret til 2,4 %³⁴.

2.3.1 Indflydelse på strømforhold ved kystnær fodring

Det vurderes, at der ift. indvirkningen på strømforhold udelukkende er tale om den potentielle indflydelse fra ændringer i den bølgeinducerede strøm indenfor den aktive zone. Den tidevands-genererede kyststrøm vil ikke umiddelbart blive påvirket ved kystnær fodring inden for otte meters vanddybde, dvs. påvirkningszonen ved kystnær fodring.

Den bølgegenererede strøm opstår, som tidligere nævnt, pga. bølgebrydningen, og derfor kan en ændring i bølgebrydningen (dvs. brydningsstypen samt placeringen af bølgebrydningen i kystprofilet) potentielt skabe en lokal ændring i strømforholdene tæt ved kysten.

Udover potentielt ændrede bølgegenererede strømforhold kan der ved kystnær fodring på strækningen ved Lønstrup potentielt opstå lokale påvirkninger af strømmen, som følge af revlehuller (dvs. huller som potentielt opstår i den anlagte revle af enten naturlige årsager eller pga. lokale ophør i den kystnære fodring). Revlehullerne kan give anledning til en udadgående tværstrøm, se illustration i figur 2-7. Naturligt forekommer der dog revlehuller på Vestkysten, men kystnær fodring kan potentielt give anledning til en ændring/forstærkning af effekten af revlehullerne.



Figur 2-7. Illustration af tværgående strøm ved revlehul.³⁵

³³ Kystdirektoratet 2018, Fællesaftalestrækningen Lønstrup – status på kystudviklingen

³⁴ Kystdirektoratet 2018, Fællesaftalestrækningen Lønstrup – status på kystudviklingen

³⁵ Kystdirektoratet, 2018, Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder.

2.4 Ændring i koncentration af suspenderet sediment

Kystbeskyttelse ved sandfodring på strækningen ved Lønstrup, vil, påvirke koncentrationen af suspenderet sediment i vandsøjlen på følgende vis:

- Strandfodring ved indpumpning af sand til stranden fra skib sker ved, at der forekommer en kraftig opblanding af sandet med vand. Denne opblanding er nødvendig for at sandet kan pumpes ind på stranden gennem rørledningen. Når sand/vandblandingen forlader røret, falder hastigheden og vandet kan ikke længere transportere sandet og dette aflejres umiddelbart under rørudmunden. Vandet løber herefter tilbage til havet enten gennem stranden eller direkte på overfalden. Ved sidstnævnte vil der naturligt ske en sortering af sedimentet, hvor en del af de fineste fraktioner løber tilbage i havet. Dette vil således bevirke til, at der under processen tilføres en høj koncentration af suspenderet sediment i swash-zonen grundet strandfodringen, hvori der dog jf. afsnit 1.7 i forvejen forekommer en forholdsvis høj naturlig koncentration af suspenderet sediment.
- Kystnær fodring sker ved at store mængder af sand udledes direkte i vandsøjlen, hvorefter hovedparten af sandet aflejres mere eller mindre akut på selve udledningslokaliteten. Indholdet af finere sandfraktioner i sandfodringsmaterialet vil dog forblive i vandsøjlen i længere tid, hvormed de kan transporteres med strømmen og give anledning til en påvirkning af vandmiljøet udenfor selve sandfodringslokaliteten.

Det er generelt vurderet, at varigheden for overskridelsen af en koncentration af suspenderet sediment på 10 mg/l (som kan være af særlig interesse ift. vurderingen af indflydelsen fra sandfodringen på de biologiske processer), vil være større inden for fem til otte meter vanddybden ved kystnær fodring sammenlignet med påvirkningen fra gennemførelse af strandfodring. Derfor evalueres der i det følgende udelukkende på koncentrationer af suspenderet sediment fra den kystnære fodring.

Spredningen af sedimenter og vurderingen af koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen, som følge af den kystnære fodringsaktivitet, er bestemt ved gennemførelse af numeriske simuleringer. Sandfodringsmængderne er specificeret i afsnit 2.1.1 og de numeriske simuleringer er udelukkende gennemført for det scenarie, hvor der gennemføres en kampagne svarende til tre års sandmængder. Gennemføres årlig kystnær fodring vil miljøpåvirkningen i form af sedimentspredning og dermed ændring af koncentrationen af suspenderet sediment være indeholdt i de præsenterede resultater, under forudsætning af gennemførelse af kystnær fodring med mængder der maksimalt svarer til tre års sandfodring.

De numeriske beregninger er gennemført med fodringsintensitet på 556 m³/m, hvilket er den maksimale fodringsintensitet Kystdirektoratet forventer, at den kystnære fodring gennemføres med.

2.4.1 Sedimentkarakteristik for de fineste fraktioner af sandfodringsmaterialet anvendt til den kystnære fodring

Nærværende afsnit indeholder en beskrivelse af den del af sandfodringsmaterialet, der spredes i forbindelse med den kystnære fodringsaktivitet på strækningen ved Lønstrup. Beskrivelsen er givet med henblik på at definere konservative, men dog realistiske input, til de numeriske simuleringer af sedimentspredningen.

Den numeriske modellering gennemføres udelukkende for spredningen af de fineste sandfraktioner som forbliver i vandsøjlen i tilstrækkelig tid til, at de kan føres med strømmen og dermed give anledning til en påvirkning af vandmiljøet uden for fodringslokaliteten. Dette medfører, at

spredningsberegningerne gennemføres for den del af sandfodringsmaterialet, der har en kornstørrelse; $d < 0,125$ mm, hvilket i det følgende generelt betegnes som "*fint materiale*".

Som nævnt i afsnit 2.1.2 er det forudsat, at sandfodringsmaterialet er sand med samme karakteristika som sand indvundet ved indvindingsområde 558-Skagen Rev, hvor andelen af fint materiale ($d < 0,125$ mm) er bestemt til 12 % baseret på analyse af 62 sigtekurver. Andelen af sand $d < 0,125$ mm er baseret på 95%-fraktilen for det specifikke indvindingsområde. Dette er en konservativ antagelse, da der modeleres for et væsentligt højere indhold af "*fint materiale*" end hvad der er indeholdt i prøverne som gennemsnit.

I forbindelse med indvindingen af sand vil der forekomme et naturligt spild/udvaskning af de fineste sedimentfraktioner, hvilket dermed medfører, at andelen af fint materiale i lasten og som der dermed kan spildes ved selve fodringen, er lavere end det specificerede baseret på analyser af sigtekurver udtaget på indvindingslokaliteten. Analyser gennemført for spild i forbindelse med sandindvinding har vist, at det gennemsnitlige spild af fint materiale udgør i størrelsesorden 0,4% til 2,7%.

I de numeriske beregninger er der forudsat et maksimalt indhold af fint materiale ($d < 0,125$ mm) på 12% i lasten, dvs. at det konservativt er antaget, at der ikke forekommer spild/udvaskning ved indvindingsprocessen.

2.4.2 Forudsætninger for numerisk modellering af suspenderet sediment

Evaluerings af spredningen af sedimentspild ved den kystnærefodring baseres på numeriske beregninger gennemført i state-of-art programpakken MIKE3 FM, udviklet af DHI. Direkte output fra modellen er tids- og stedsvarierende faner af suspenderet sediment samt sedimenterede aflejringsstykker.

MIKE3 FM er en 3-dimensionel numerisk model bestående af en række moduler, som kan kombineres efter behov. Modellen er opstillet i et såkaldt "*fleksibelt mesh*" som muliggør at optimere på detaljeringsgraden samt CPU-tiden i visse områder.

I dette tilfælde, hvor der ønskes modelleret spredning af suspenderet sediment i vandsøjlen, er der anvendt følgende modelmoduler:

- MIKE21 FM SW (spektral bølgemodul) – til modellering af bølger og dermed dybdeintegreret 2D bølgeinduceret strøm
- MIKE3 FM HD (hydrodynamisk modul) – til modellering af 3D strømfelter
- MIKE3 FM PT (partikel tracking modul) – til modellering af 3D spredningen af partikler

Kombinationen af de ovenfor nævnte modelmoduler bevirker til en realistisk gengivelse af bølger, bølgeinduceret strøm/vandstande, tidevandsgenereret kyststrøm/vandstand, spredning af suspenderet sediment i vandsøjlen, samt sedimentation af sediment udledt i vandsøjlen.

Bølgemodellen er opstillet i MIKE21 FM SW, som er en såkaldt spektral bølgemodel, der medtager de vigtigste processer i forbindelse med generering, transformation og dissipation af bølger. Bølgemodellen anvendes til at generere input til det hydrodynamiske modul (MIKE3 HD), således at den bølgeinducerede strøm inkluderes i de hydrodynamiske beregninger.

De hydrodynamiske processer simuleres via, MIKE3 FM HD med input fra bølgemodellen samt påførte randbetingelser for den tidevandsgenererede kyststrøm. Output fra det hydrodynamiske modul anvendes til de efterfølgende spredningsberegninger.

Transport, spredning og aflejring af sediment i forbindelse med den kystnære fodring er simuleret ved anvendelse af MIKE3 FM PT som simulerer sedimenttransporten ved en Lagransk model, hvor det spildte materiale beskrives ved et antal partikler, der transporteres med det beregnede strømfelt (partiklerne/partikelintensiteten påvirker ikke strømfeltet). Hver partikel tilskrives egen-skaber i form af en masse og en faldhastighed og indenfor hvert tidsstep flyttes hver af partiklerne både horisontalt og vertikalt. Partiklerne flyttes i modellen via både advektion samt dispersion.

Evaluerede scenarier i simuleringen af suspenderet sediment

Anvendte scenarier i simuleringen af det suspenderede sediment opdeles i såkaldte hydrodynamiske scenarier samt kystnær fodringsscenarier. Disse beskrives i det følgende.

• **Hydrodynamiske scenarier**

Simuleringerne er gennemført for følgende hydrodynamiske scenarier:

- *“Valideringsscenarie”* (dvs. scenarieperiode med tidsvarierende bølge- og strømforhold)
- *Modelleringscenarie med “maksimale” strømhastigheder* (dvs. kombineret bølge- og tidevandsgenereret strøm), som medfører maksimal spredning af de fine sedimenter 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.
- *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.

Strøm- og bølgeforholdene på strækningen ved Lønstrup er generelt beskrevet i afsnit 1.2 og 1.4. Idet strøm- og bølgeforholdene ikke er entydigt korrelerede er der, i forhold til at definere konservative hydrodynamiske scenarier for maks. Strøm, valgt at definere de maksimale strømhastigheder som 95%-fraktilen af de målte strømhastigheder i henholdsvis nord- og sydgående retning i perioden 1999 – 2001.

Strømhastigheder for de to ovenfor nævnte modelleringscenarier er angivet i tabel 2-2.

Scenarie	Strøm
	Hastighed (95%-fraktil)
Maks. strøm – nordgående	0,64 m/s
Maks. strøm – sydgående	0,49 m/s
Stille (både nord/sydgående indenfor en tidevandsperiode)	0,20 m/s

Tabel 2-2. Hydrodynamiske forhold for modelleringscenarierne.

Modelleringscenarierne for spredningsberegningerne er at betragte som værende stationære, hvilket betyder, at der er konstante bølge-/strømforhold (som dog er varierende i modelområdet med konstant amplitude for den tidevandsgenererede strøm) i hele fodringsperioden. Dette er en konservativ antagelse i forhold til spredningen af sediment (maks. strøm), idet der for scenarierne med strøm er antaget konstant stærk strøm i hele fodringsperioden og dermed maksimalt påvirkningsområde.

Desuden er antagelsen om stille-scenariet at betragte som værende konservativ i forhold til sedimentkoncentrationer (samt varigheder af givne sedimentkoncentrationer), da der i hele fodringsperioden reelt set er antaget, at der ikke forekommer bølger, hvilket er forholdsvis sjældent forekommende på strækningen. Dermed sker der en minimal spredning af sedimenterne, hvilket resulterer i en længerevarende periode med konstant høje koncentrationer af suspenderet sediment.

- **Scenarier for kystnær fodring**

Simuleringerne er gennemført for følgende scenarier for den kystnære fodring:

- Scenarier for kystnær fodringsmetode (klapning, rainbowning)
- Scenarier for varierende antal samtidigt arbejdende skibe
- Scenarier for arbejdsgang for sandfodrings-skibene (synkron/ikke-synkron fodring)

Forudsætninger for den hydrodynamiske model (HD-modul)

Følgende input er generelt anvendt i forbindelse med opstilling af de numeriske modeller:

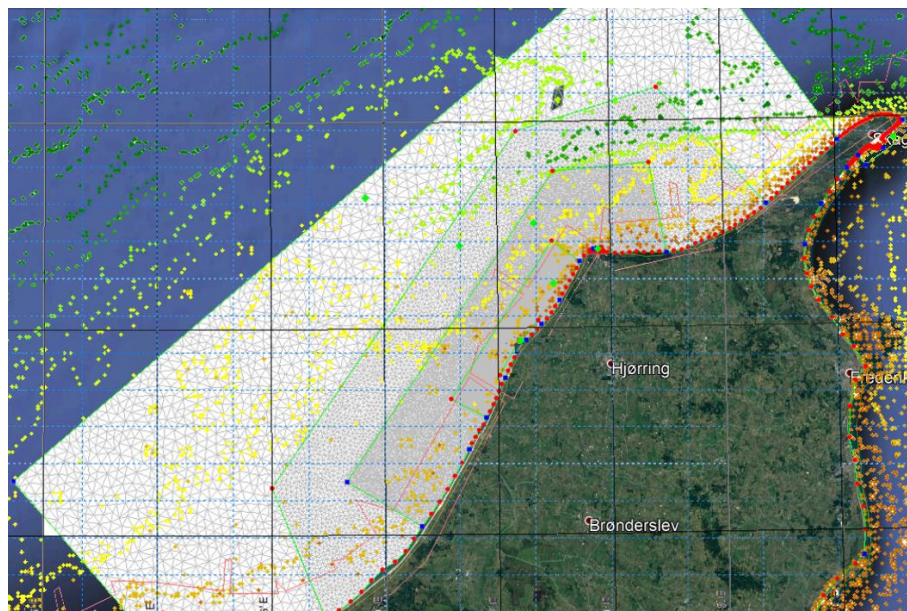
- Digitaliseret bathymetri (interpolerede dybdeforhold)
- Forceringsdata, bølgedata (bølgehøjde, -periode og retning), vindfelt (hastighed og retning) tidevandsgenereret strømhastighed
- Karakteristika af de spildte sedimenter (faldhastighed, densitet)
- Spilddrate (hvor meget sediment spildes)
- Geografisk placering af spildet
- Dispersionskoefficient

I det følgende beskrives forudsætninger, input og resultater for den hydrodynamiske modellering.

- **Anvendte dybdeforhold (bathymetri) i den hydrodynamiske model**

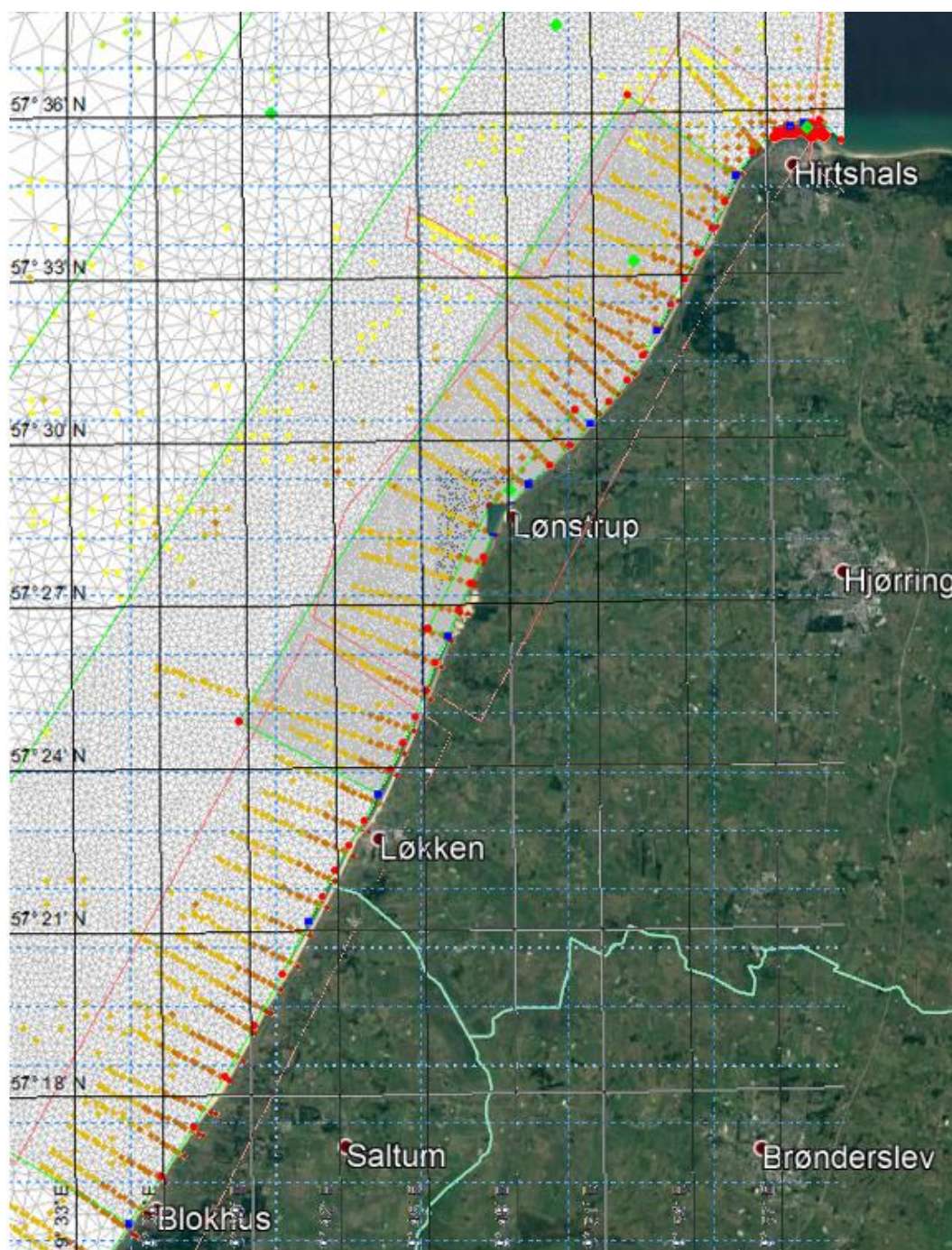
En vigtig forudsætning for at opstille en retvisende model med retvisende strømfelter er en tilstrækkelig korrekt beskrivelse af dybdeforholdene i området (bathymetri). Bathymetrien for strækningen ved Lønstrup i den hydrodynamiske model er i dette tilfælde baseret på data fra følgende kilder:

- Elektroniske søkort, MIKE C-map, data fra 2010, se illustration i figur 2-8
- Seneste opmålte kystprofiler, se illustration i figur 2-9



Figur 2-8. Illustration af pejledata fra MIKE C-map.³⁶

³⁶ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



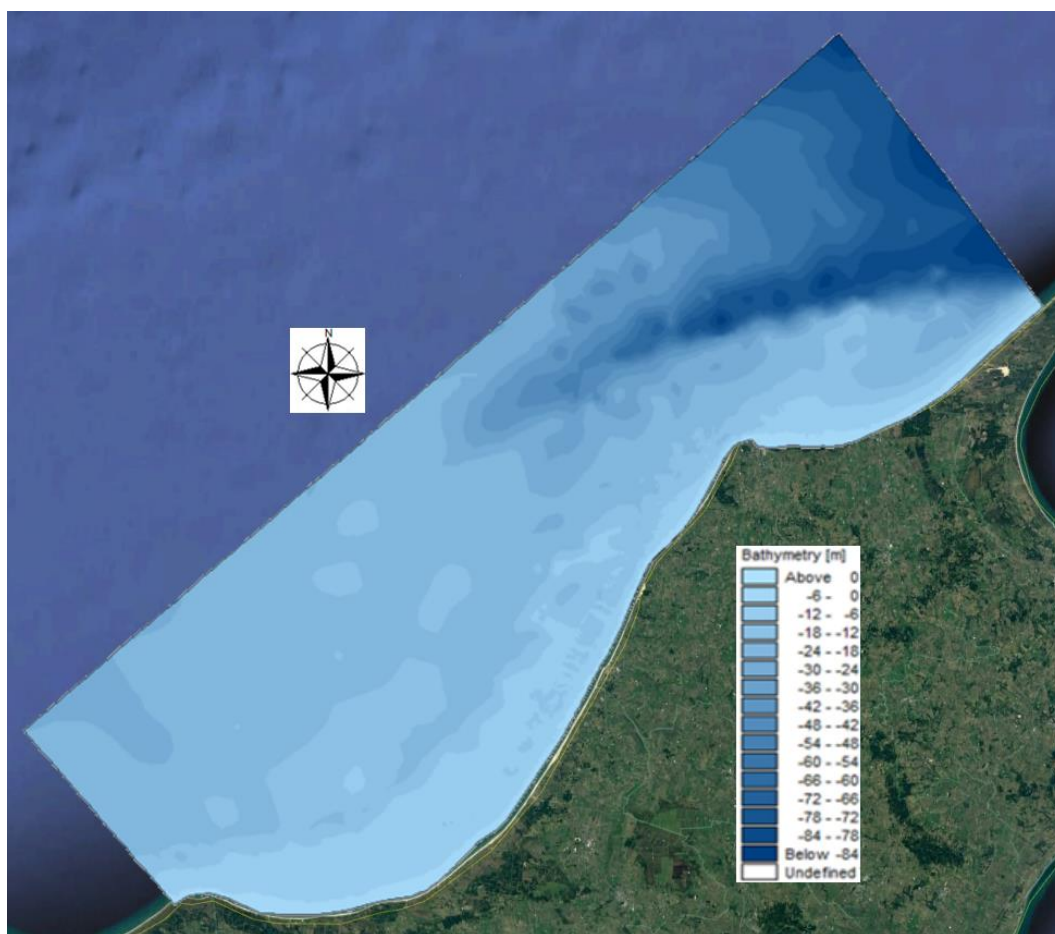
Figur 2-9. Illustration af pejledata leveret fra Kystdirektoratet.³⁷

Bathymetrien er genereret således, at pejledata prioriteres over data fra søkort (C-map).

- **Anvendt modelområde i den hydrodynamiske model**

Den hydrodynamiske model dækker strækningen fra Hanstholm i syd til Skagen i nord, således at der ikke opstår randeffekter indenfor fællesstrækningen. Modelområdet med vanddybder er vist i figur 2-10.

³⁷ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).

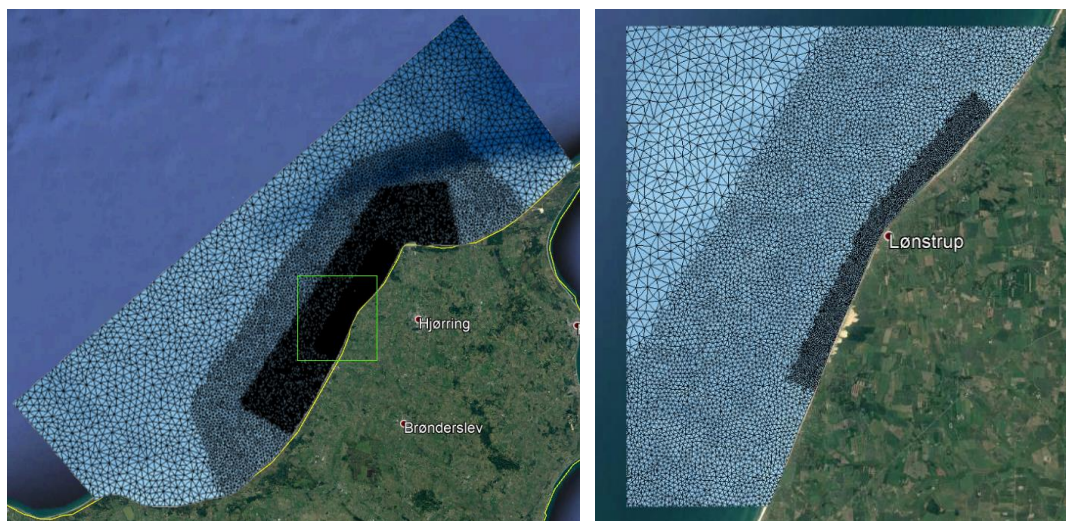


Figur 2-10 Modelområde med vanddybder.³⁸

- **Diskretisering af den hydrodynamiske model**

I forhold til gennemførelse af de hydrauliske simuleringer er modelområdet inddelt i et antal beregningselementer. I dette tilfælde er der anvendt en såkaldt flexible mesh (FM) inddeling, hvilket betyder, at elementstørrelsen er varierende, afhængig af den ønskede detaljeringsgrad i det pågældende område. Der anvendes således et fint beregningsnet i områder med lav vanddybde, og hvor den kystnære fodring pågår, og større beregningselementer i områder langt væk fra fodringsaktiviteten og i områder med større vanddybde. Dermed kan det optimale forhold mellem beregningstid og detaljeret diskretisering opnås. Det anvendte beregningsnet er vist på figur 2-11.

³⁸ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



Figur 2-11. Diskretisering af modelområdet i trekantede beregningslementer af varierende størrelse (venstre) og zoom af diskretiseringen af modelområdet ind mod kysten (højre). ³⁹

Modellen består af 48.098 elementer fordelt i to lag, og der er i modellen anvendt en minimum-vanddybde på 0,5 meter. Maksimale elementarealer spænder fra 2.000 m² i området ved Lønstrup og op til 1.200.000 m² i området ved offshore randen.

• Forcering af den hydrodynamiske model

De stationære modelleringsscenarier er gennemført med følgende forcering:

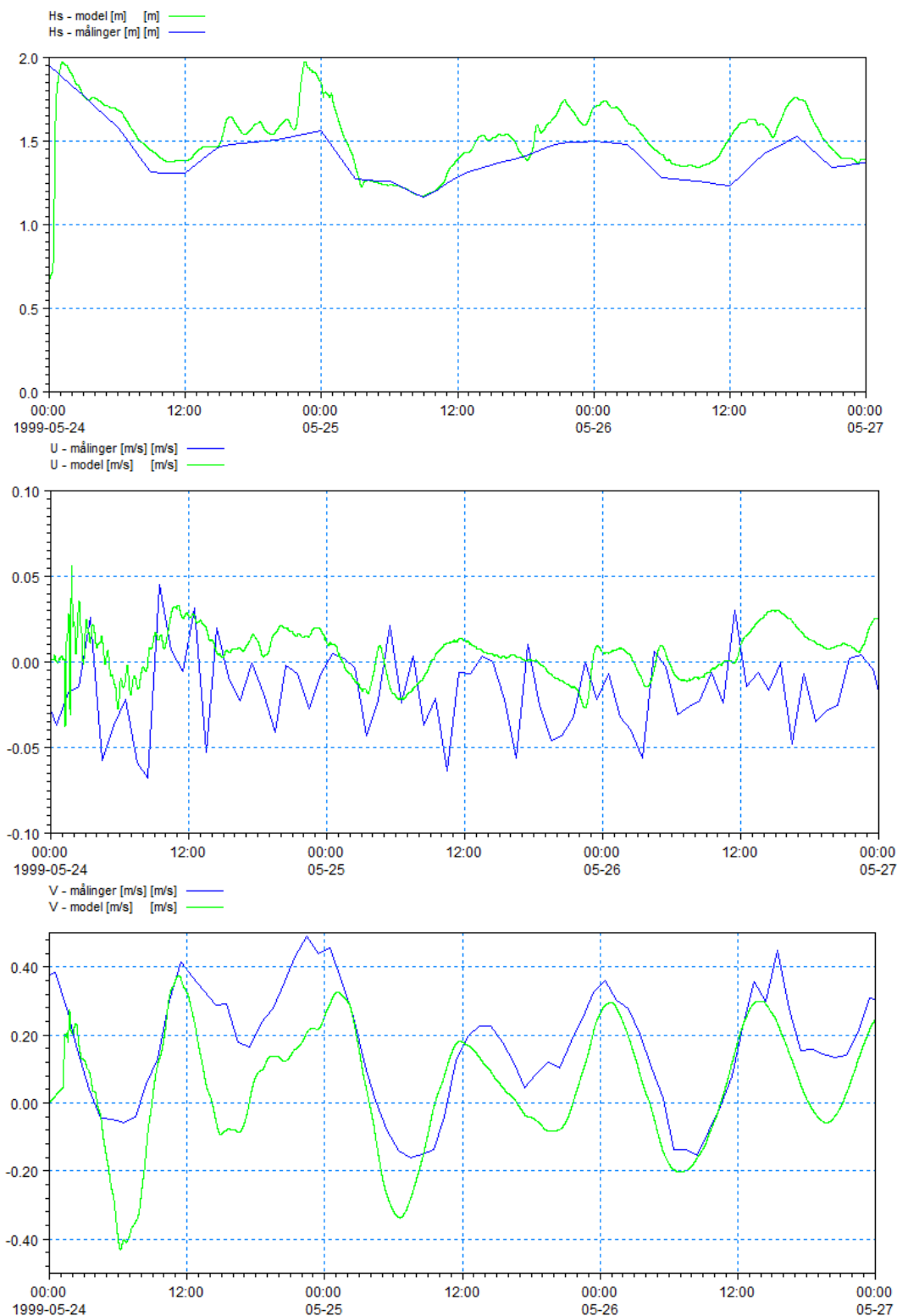
- Konstant vindhastighed og retning i scenariet for maks. strøm (konstant i modeldomænet og tiden).
- Konstant vandføring over modelranden i scenariet for maks. strøm (konstant i tid)
- Konstante bølgehøjder, -perioder og retning (konstant på randen og i tiden) for scenariet med maksimal strøm.
- Tidevandsvarierende vandføring over modelranden i scenariet for minimum strøm (med konstant gennemsnitlig varierende amplitude).

Vinddata er baseret på målinger fra Thorsminde, beskrevet i afsnit 1.2, og den tidevandsgenererede strøm er baseret på FFT-analyse af strømmålingerne ved Fjaltring (i midten af vandsøjlen), beskrevet i afsnit 1.4.2. Tidsserien af bølger er baseret Fjaltring-måleren (beskrevet i afsnit 1.2).

• Validering af den hydrodynamiske model

Der foreligger ikke måledata af strømhastigheder og bølgedata inden for modelområdet jf. figur 2-10. Der er derfor i forhold til at validere modellen gennemført en dynamisk simulering i en større model indeholdende lokaliteten Fjaltring, hvor der haves strøm og bølgemålinger. Simuleringen er gennemført for faktiske vejrforhold for en periode, hvor der forekommer bølger svarende til de forhold som "worst-case" kan forekomme under den kystnære fodring (dvs. $H_{m0} < 2$ meter). Resultaterne er sammenlignet med faktiske målinger af strømhastigheder (i midten af vandsøjlen) og bølgehøjder ved Fjaltring målt på ca. 16 meter vanddybde, se figur 2-12.

³⁹ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



Figur 2-12. Sammenligning af modelresultater (grøn) og faktiske målinger (blå). Bølgehøjder (øverst), U-hastighedskomponent (midt) og V-hastighedskomponent (nederst).

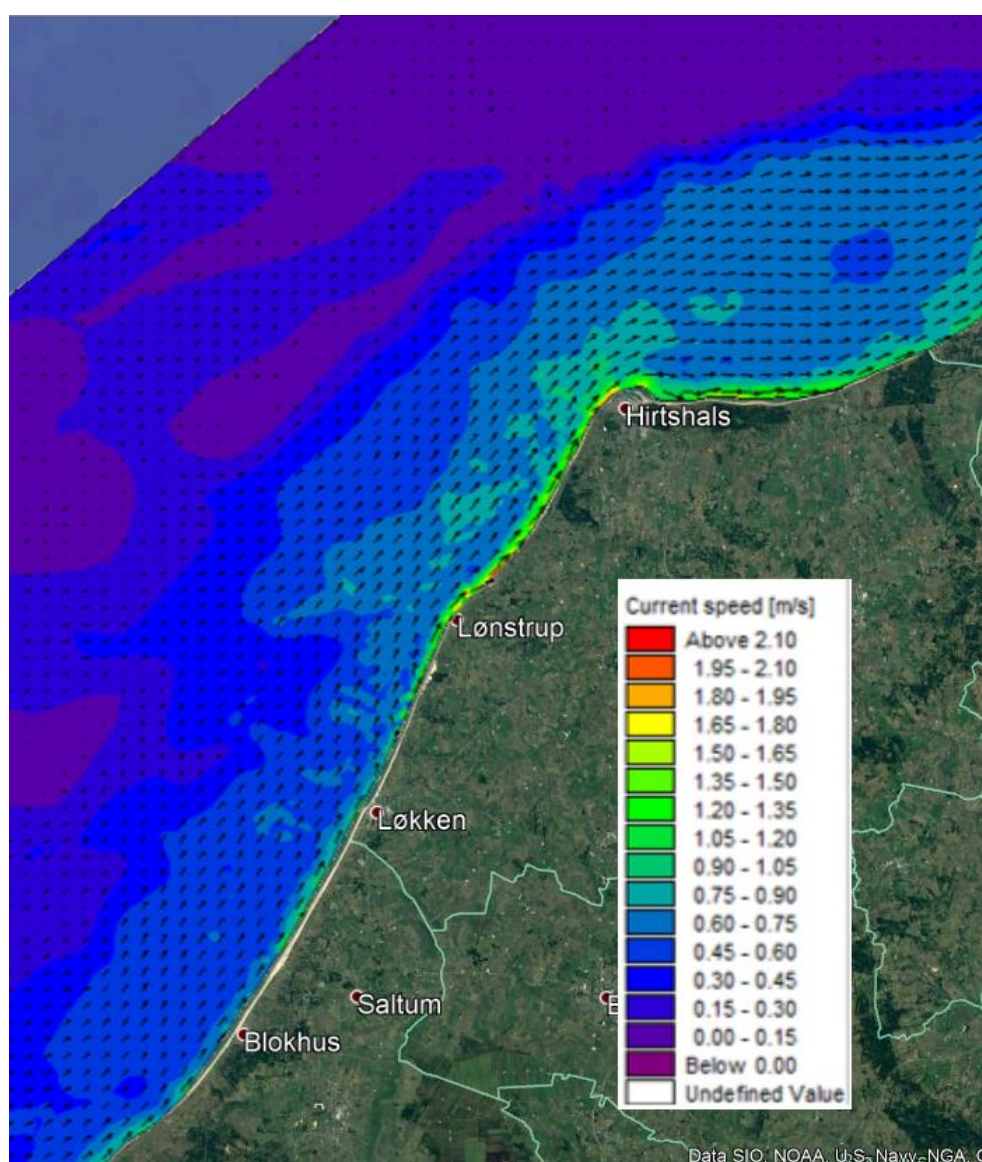
Som det fremgår af figur 2-12, er der forholdsvis god overensstemmelse imellem målte bølgehøjder og strømhastighedskomponenter indenfor perioden, og det vurderes derfor, at modellen i

tilstrækkelig grad er i stand til at simulere realistiske strømforhold – også i den mindre model dækkende strækningen ved Lønstrup .

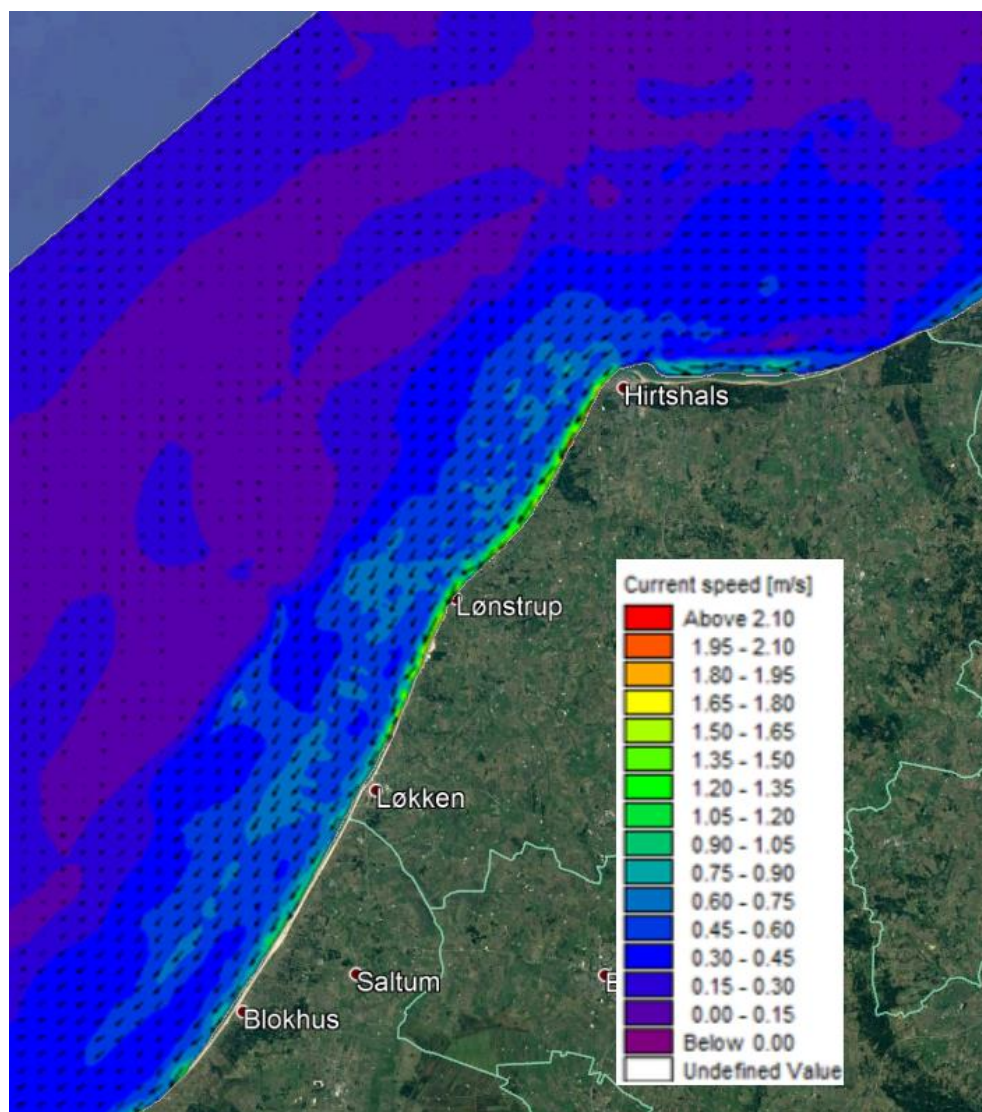
Valideringen har udelukkende til formål at sikre, at modellen kan gengive realistiske strømmønstre. De endelige hydrodynamiske simuleringer, der anvendes som input til spredningsberegningerne er, som tidligere nævnt, stationære scenarier med hhv. konstant nord- eller sydgående maksimal strømhastighed eller tidevandsgenereret strøm.

- **Output fra den hydrodynamiske model**

Output fra de hydrodynamiske beregninger er strømfelter og vandstande, der anvendes videre som input til de efterfølgende spredningsberegninger. Som et eksempel herpå er stationære strømfelter for maksimal strømhastighed ved hhv. nord og sydgående strøm vist i figur 2-14 og Figur 2-14.



Figur 2-13. Strømfelt for scenarie med maks. Nordgående strøm. Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



Figur 2-14. Strømfelt for scenarie med maks. sydgående strøm (nederst).⁴⁰

Af ovenstående strømfelter fremgår det, at den kystparallelle strøm tæt ved kysten (som desuden inkluderer effekten fra den bølgeinducerede strøm) er kraftig sammenlignet med strømmen ved offshore-randen.

Output fra bølgemodellen samt den hydrodynamiske model anvendes som input i partikelspredningsmodellen (PT-modulet).

Opsætning af partikelspredningsmodulet (PT-modul)

I det følgende beskrives forudsætninger og input for opsætningen af modulet til simulering af sedimentspredning.

Spredningsberegningerne gennemføres for samme modelområde som de hydrodynamiske beregninger (figur 2-10). Herudover anvendes samme diskretisering af modelområdet. I forhold til resultatbehandlingen er det afgørende, at antallet af partikler og mesh-størrelse bestemmes under hensyntagen til kravet om opløsning i koncentrationer (mg/l). Der er således i forhold til de

⁴⁰ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).

anvendte partikelstørrelser i modellen taget højde for, at resultaterne ikke afhænger af det anvendte antal partikler.

• **Anvendte sedimentkarakteristik for det udledte sandfodringsmateriale i PT-modellen**

I dette afsnit opsummeres og viderebehandles relevante data/oplysninger fra afsnit 2.4.1 i forhold til, at definere de specifikke sedimentkarakteristika, der anvendes som input i spredningssimuleringerne.

Opholdstiden i vandsøjlen varierer med sedimentstørrelsen, og det er derfor i nærværende modellering vurderet nødvendigt, at inkludere fraktioner med kornstørrelser mindre end $d=0,125$ mm. I spredningsberegningerne er det fine materiale inddelt i tre fraktioner med en relativ fordeling som angivet i tabel 2-3.

Andel af fint materiale $d < 0,125$ mm	Andel af $d = 0,1$ mm	Andel af $d = 0,05$ mm	Andel af $d = 0,01$ mm
12 %	50 %	30 %	20 %

Tabel 2-3. Andel af fint materiale og indbyrdes fordeling af indholdet af de simulerede fraktioner.

Andelen af fint materiale $d < 0,125$ mm er baseret på 95%-fraktilen af de analyserede sigtekurver beskrevet i afsnit 2.1.2, mens fordelingen af fint materiale i tre fraktioner er baseret på en forventelig konservativ vurdering.

Faldhastigheder [m/s] er for de tre fraktioner givet i tabel 2-4.

	Kornstørrelse for fraktionen	Faldhastighed, w_s	Tid i vandsøjlen, $h=6$ m
Meget fint sand	$d=0,1$ mm	0,00636 m/s	16 min
Groft silt	$d=0,05$ mm	0,00159 m/s	63 min
Fint silt	$d=0,01$ mm	0,0000636 m/s	1572 min (svarende til ca. ét døgn)

Tabel 2-4. Sedimentkarakteristika for de tre fraktioner, der indgår i spredningsberegningerne.

Faldhastighederne, w_s , i tabel 2-4 er estimeret ved anvendelse af nedenstående Stokes-formel, som dog udelukkende er gældende for estimering af faldhastigheder for enkeltpartikler, dvs. hvor faldhastigheden er bestemt af kornstørrelsen, hvilket er gældende for grove sandfraktioner, mens finere partikler realistisk set vil "flokkulere", hvormed faldhastigheden øges.

$$w_s = \frac{2}{9} g \left(\frac{d}{2} \right)^2 \frac{\rho_s - \rho_v}{\nu}$$

d = korndiameteren	[mm]
ρ_s = densitet af sand	[kg/m ³]
ρ_v = densitet af vand	[kg/m ³]
ν = viskositet	[kg/m/s]

I hvor stor grad flokkulering vil forekomme afhænger bl.a. af saltholdigheden i vandet, sedimentkoncentrationen og af partikelstørrelsen. Ved spredningsberegningerne i nærværende projekt er det dog konservativt antaget, at partiklerne opfører sig som enkeltpartikler (ingen flokkulering). Dette begrundes med følgende:

- Der opstilles konservative forudsætninger for spredningsberegningerne, og i forhold til spredning af sedimenterne er det mest konservativt at sedimenterne forbliver i vandsøjlen længst muligt
- Partiklerne i de modellerede fraktioner er så store, at det vurderes at flokkulering ikke er signifikant

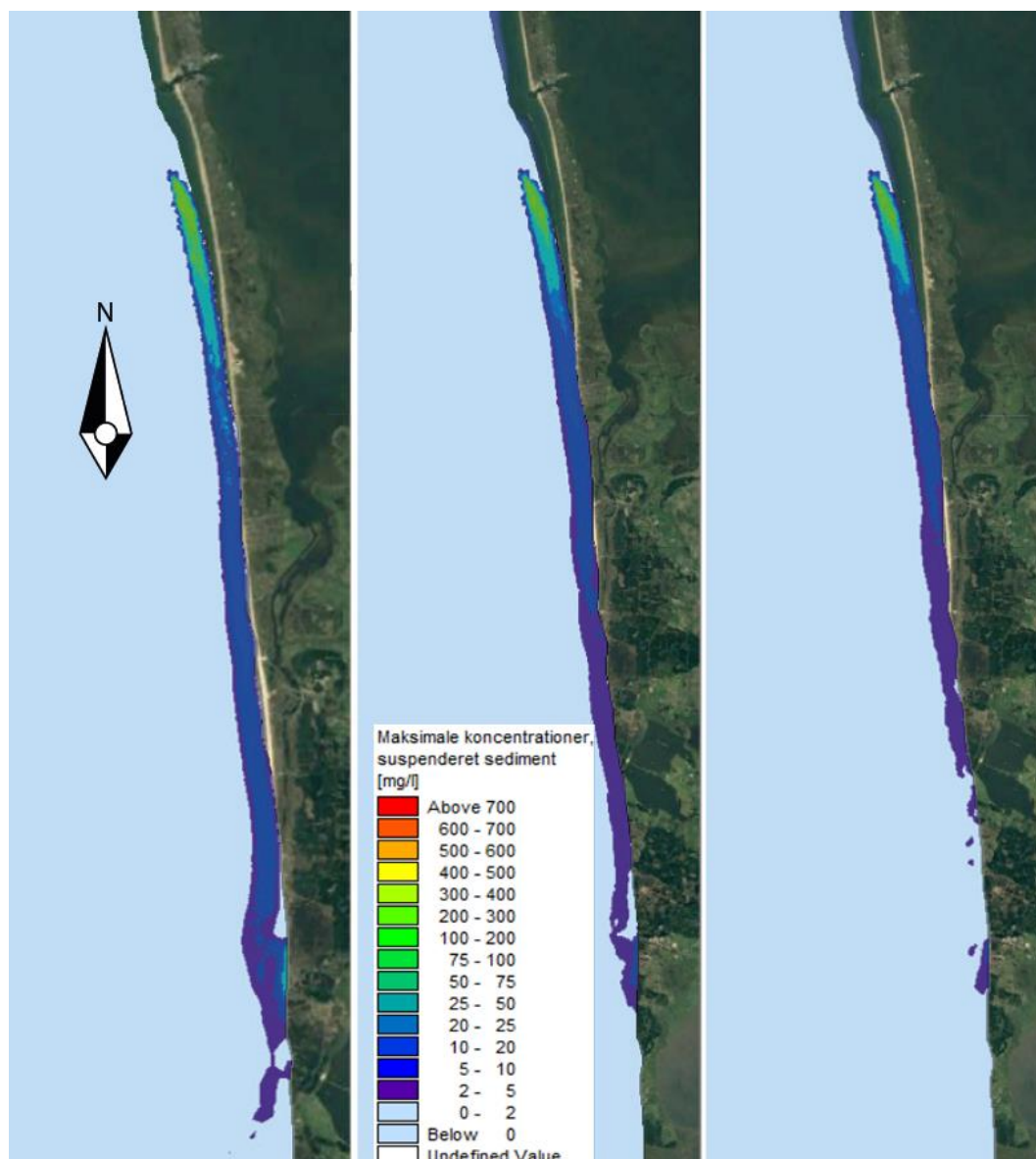
Baseret på de estimerede faldhastigheder i tabel 2-4 vil materiale spildt ved overflade forblive i vandsøjlen i ca. 0,3 til 26 timer efter fodringen er stoppet (afhængig af kornstørrelsen/sedimenttypen) ved seks meter vanddybde, $h = 6$ meter.

Det er en forudsætning, at den kystnære fodring sker inden for seks meter dybdekurven, for at sikre at den kystnære fodringen har den ønskede effekt. Dette medfører også, at de enkelte sandpartikler "maksimalt" skal bevæge sig seks meter vertikalt ned gennem vandsøjlen inden de aflejres. Grundet ændringer i profilhældningen vil afstanden til kysten variere, og der er dermed ikke defineret en afstand fra kysten, hvor den kystnære fodring gennemføres.

Som nævnt er det kun de fine fraktioner der inkluderes i spredningsberegningerne, da de grovere fraktioner aflejres mere eller mindre akut. For middelkornstørrelsen af det materiale, der forudsættes anvendt til fodringen, (jf. figur 2-1,) er faldhastigheden estimeret til mellem 0,025 m/s – 0,065 m/s, hvilket svarer til, at hovedparten af sedimentet er i vandsøjlen mindre end fem minutter, hvis det udledes på seks meter vanddybde. Dette er, som tidligere nævnt, defineret som en akut aflejring, uden signifikant påvirkning udenfor selve udledningsområdet, og betragtes derfor ikke videre i spredningsvurderingerne.

- **Antagelser vedr. dispersionsparametre i PT-modelleringen**

Den turbulente del af strømningens bidrag til flytningen af partiklerne (dispersionen) inkluderes ved en såkaldt dispersionskoefficient. Dispersionskoefficienten er en kalibreringsparameter, men idet der ikke foreligger kalibreringsdata, er der gennemført en følsomhedsanalyse overfor den anvendte dispersionskoefficient i forbindelse med et sammenligneligt projekt, vedr. Miljøkonsekvensvurdering for sandfodring på fællesaftalestrækningen imellem Lodbjerg og Nymindesbælt (hvor der forekommer sammenlignelige strømforhold samt sammenlignelige sedimentkarakteristika. Følsomhedssimuleringerne er således gennemført for scenarier med sammenlignelige strømforhold og med sedimentfraktioner med samme karakteristika som det sediment, der modelleres i forbindelse med nærværende spredningsberegninger. Resultatet af følsomhedssimuleringerne kan ses i figur 2-15.



Figur 2-15. Figurene viser resultatet af følsomhedssimuleringer gennemført ved Årgab, hvor der er sammenlignelige forhold som ved Lønstrup mht. strømforhold og sedimentkarakteristika. Dispersionskoefficient = 0,05 (venstre), dispersionskoefficient = 1 (midten) og dispersionskoefficient = 1,5 (højre).⁴¹

Følsomhedssimuleringerne i figur 2-15 viser, at resultaterne for sedimentfanerne ikke ændres signifikant med ændret dispersionskoefficient. Spredningen af sedimentet øges proportionelt med dispersionskoefficienten, og dermed reduceres de maksimale opnåede koncentrationer i løbet af spredningssimuleringen. Det er valgt at gennemføre de endelige scenarieberegninger med dispersionskoefficient = 1. Det skyldes materiales relativt korte opholdstid i vandsøjlen, hvor sedimentation og advektion dominerer over dispersion.

• Antagelser vedr. re-suspension i PT-modelleringen

De numeriske simuleringer er gennemført uden re-suspension af sedimentet (dvs. uden en op-hvirvling af allerede sedimenteret sediment), da re-suspensionen reelt ikke er direkte relateret til selve den kystnære fodring, men i stedet er et naturligt forekommende fænomen på strækningen

⁴¹ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).

ved Lønstrup, hvor havbunden består af sand. Det vurderes, at fodringen ikke vil have nogen umiddelbar effekt på re-suspensionen.

Specifikationer/forudsætninger anvendt ved opsætning af spredningsberegningerne for hhv. klapning og rainboring er givet i tabel 2-5. Jf. projektbeskrivelsen er de mest sandsynlige scenarier mht. skibe klapning med tre skibe (å 2000 m³), kombineret klapning og rainboring med to skibe (å 6000 m³) eller rainboring med et skib (21.000 m³). Yderscenerierne (dvs. de scenarier som forventes at give anledning til de største påvirkninger) er defineret som:

- Klapning, med små skibe (2000 m³), hvor lastekapaciteten er lav, cyklussen er kort mens varigheden af fodringsarbejdet er lang
- Rainboring med store skibe (21.000 m³), hvor lastekapaciteten er stor, længere cyklus, mindre intens udledning, men længere udledningsperiode pr. cyklus og kort varighed af fodringsarbejdet.

	Lastekapacitet [m ³]	Udledningsniveau (m under overfladen) [m]	Tømmetid [min]	Tidscyklus
Klapning	2.000	2	5	3 t 45 min
Rainboring/rørledning	21.000	0	110	6 t 20 min

Tabel 2-5. Specifikationer for sandfodringskibe anvendt i forbindelse med spredningsberegningerne.

Det vurderes, at såfremt der gennemføres den kystnære fodring med op til to skibe med en lastekapacitet på op til 6000 m³, hvor op til 50% udledes via klapning og min. 50% udledes via rainboring, så vil påvirkningerne være indeholdt i resultaterne fra spredningsberegningerne gennemført for yderscenerierne, se opsummering i Tabel 2-6.

Lastekapacitet	Antal skibe	Rainboring	Klapning
2.000	Op til 3	0 %	100 %
6.000	Op til 2	Min. 50 %	Op til 50 %
21.000	Op til 2	100 %	0 %

Tabel 2-6. Scenarier for skibe til kystnær fodring om spredningssimuleringerne vurderes at dække.

I tabel 2-7 er angivet tidsforbruget for gennemførelse af kystnær fodring ved hhv. klapning og rainboring samt spildmængderne, når den kystnære fodring gennemføres med en tre-årig kampagnemængde (612.000 m³).

	Spildmængde [tons]	Tidsforbrug [dage]
Klapning tre skibe å 2.000 m³	105.019	25,2
Klapning et skib å 2.000 m³	105.019	75,1
Rainboring to skibe å 21.000 m³	117.137	5
Rainboring et skib å 21.000 m³	117.137	9,7

Tabel 2-7. Spildmængder samt tidsforbrug for sandfodring ved enten klapning eller rainboring, når der gennemføres kystnær fodring med en kampagnemængde svarende til tre års sandfodringsmængde (612.000 m³).

Forskelle i spildmængder ved klapning og rainboring skyldes forudsatte forskelle i densitet.

2.4.3 Resultater fra simulering af suspenderet sediment

Nærværende afsnit præsenterer resultater fra den numeriske simulering af spredningen af suspenderet sediment ved den kystnære fodring langs strækningen ved Lønstrup.

Typer af output fra spredningsberegningerne

Resultaterne fra spredningsberegningerne for de modellerede scenarierne præsenteres i form af arealplots af:

- Maksimalt forekommende suspenderede sedimentkoncentrationer [mg/l]

- Middelkoncentrationer af suspenderet sediment i fodringsperioden [mg/l]
- Varighed for overskridelse af en koncentration af suspenderet sediment på 10 mg/l [dage]
- Aflejringsstykkelser for spredte sedimenter [m]

Koncentrationer præsenteres som dybdemidlede koncentrationer, dvs. den gennemsnitlige koncentration af suspenderet sediment i hele vandsøjlen.

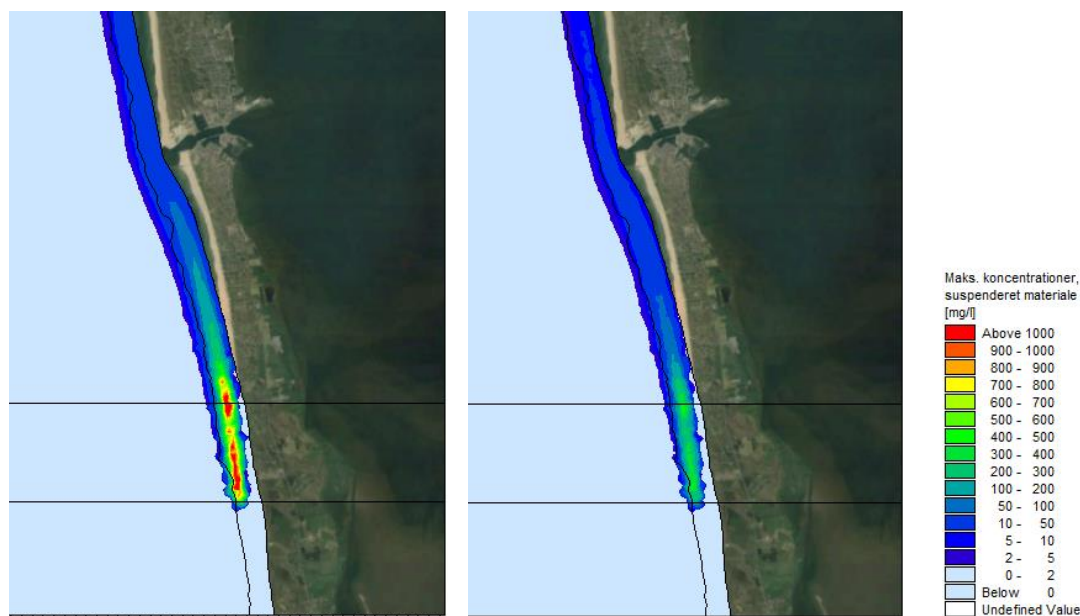
Diskussion af konservatisme i resultater fra spredningsberegninger

Generelt er resultaterne baseret på en række konservative antagelser i forhold til den numeriske modellering af den kystnære fodring. De konservative betragtninger opsummeres i det følgende:

- Sandet udledes relativt tæt på seks meter vanddybden, hvilket er konservativt, da det giver anledning til højeste opholdstid i vandet og dermed større spredning af de fine sandfraktioner. Dette giver desuden anledning til et øvre-estimat for risiko for spredning af sedimenter udenfor seks meter dybden, som er af speciel interesse ift. vurderingen af de miljømæssige konsekvenser. Dette er især en konservativ antagelse for kystnær fodring via rainbowing, hvor dele af sandmængderne reelt vil blive udledt på lavere vanddybde.
- Klappede materialer antages udledt to meter under vandoverfladen, hvilket er konservativt da skibene realistisk set normal vil stikke dybere, hvormed sedimenternes opholdstid i vandsøjlen er lavere end antaget i simuleringerne.
- I forbindelse med kystnær fodring med rørledning antages det, at sandet udledes i vandoverfladen, hvilket bevirker til maksimal opholdstid i vandsøjlen og derfor er konservativt. Realistisk vil rørledningen dog ligge lavere i vandsøjlen og opholdstiden vil derfor være lavere end antaget i simuleringerne (rainbowing).
- I simuleringerne er det antaget, at sedimentet udledes i ét punkt pr. lastning ved rainbowing-metoden, men i praksis vil udledningen reelt forekomme over et større areal, hvilket medfører, at koncentrationerne i simuleringerne er højere sammenlignet med de reelt forekommende.
- Som tidligere nævnt er spildprocenterne af de fineste sandfraktioner baseret på 95%-fraktilen, hvilket er konservativt, da dette vil medføre højere suspenderet sedimentkoncentration.
- Strømhastighederne for scenarierne med maksimal strøm er baseret på 95%-fraktilen, hvilket er konservativt ift. spredningen af de fineste sedimentfraktioner.
- For stillescenarierne er det antaget, at der udelukkende forekommer tidevandsgeneret strøm, hvilket er konservativt ift. opnåelse af maks.-koncentrationer.

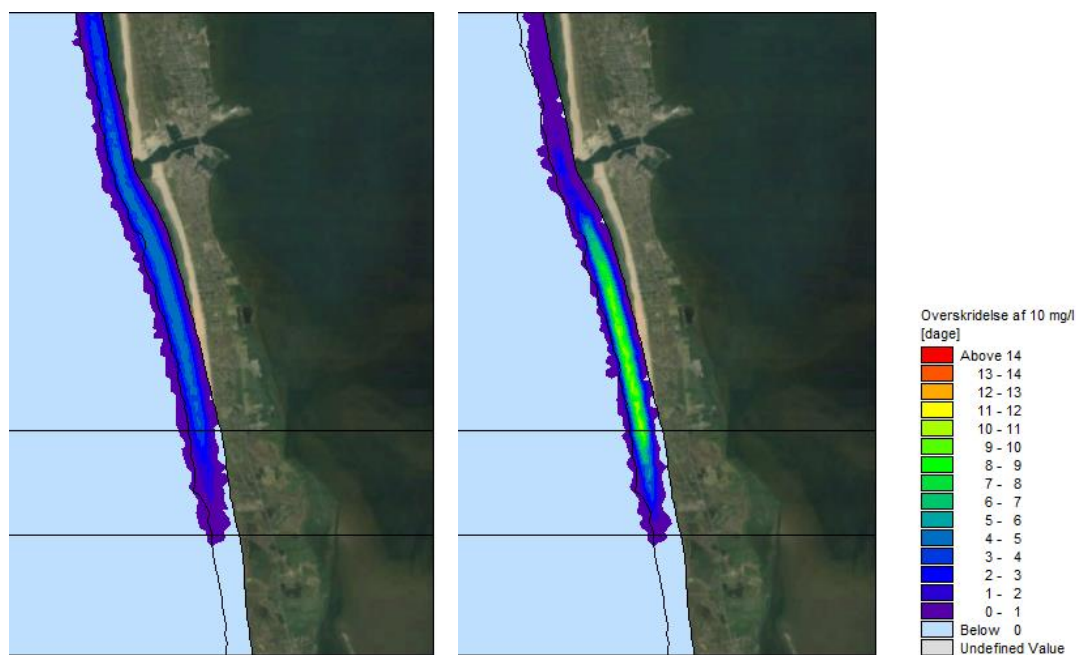
Indledende simuleringer af synkrone vs. ikke synkrone sandfodringsskibe

Der er i forbindelse med et sammenligneligt projekt, vedr. Miljøkonsekvensvurdering for sandfodring på fællesaftalestrækningen imellem Lodbjerg og Nymindesbælt (hvor der forekommer sammenlignelige strømforhold samt sammenlignelige sedimentkarakteristika), gennemført simuleringer af hhv. synkront og ikke-synkront arbejdende skibe i forhold til fastlæggelse af den mest kritiske miljøpåvirkning. Resultatet for maksimale koncentrationer af suspenderet sediment disse simuleringer er vist i figur 2-16 for klappning af materiale med tre samtidigt arbejdende skibe ved henholdsvis synkront-arbejdende skibe (*venstre*) (hvor sandfodringsmaterialet udledes på præcist samme tidspunkt på sideliggende positioner), samt ikke-synkront arbejdende skibe (*højre*), hvor sedimentet udledes tidsforskudt, men på samme positioner som for de synkront arbejdende skibe.



Figur 2-16. Maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer for kystnær fodring ved klapning med tre synkront arbejdende skibe (venstre) og for tre ikke-synkront-arbejdende skibe (højre). De to sorte horisontale streger markerer det område, hvor den kystnære fodring er modelleret gennemført. Den sorte kystparallelle linje markerer seks meter dybdekurven.⁴²

Figur 2-17 viser resultater for de samme scenarier som i figur 2-16, men for varighed af overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l.



Figur 2-17. Varighed af overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l for kystnær fodring ved klapning for synkront arbejdende skibe (venstre) og for ikke-synkront arbejdende skibe (højre). De to sorte horisontale streger markerer det område hvor den kystnære fodring er modelleret. Den sorte kystparallelle linje markerer seks meter dybdekurven.⁴³

Som det fremgår af figur 2-16 og figur 2-17 forekommer de største koncentrationer for synkront-arbejdende skibe, mens størst varigheden af overskridelse af sedimentkoncentrationer på 10 mg/l

⁴² Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).

⁴³ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).

forekommer ved ikke-synkront arbejdende skibe. I forhold til påvirkninger af vandmiljøet er varigheder af overskridelse af givne sedimentkoncentrationer dog mere kritiske sammenlignet med maksimalt forekommende sedimentkoncentrationer, og da resultaterne fra ovenstående simuleringer vurderes at kunne overføres til spredningsberegningerne på strækningen ved Lønstrup, er simuleringerne i det følgende således udelukkende gennemført for ikke-synkront arbejdende skibe.

Gennemførte simuleringsscenarier samt opsummering af resultater

I tabel 2-8 er givet et overblik over evaluerede spredningsscenarier på strækningen ved Lønstrup. Dvs. kombinationen af hydrodynamiske scenarier og scenarierne for den kystnære fodring og i tabel 2-9 er de væsentligste resultater præsenteret i oversigt.

Metode	Antal skibe (ikke-synkront arbejdende)	Stille-scenarie	Scenarie med nordgående strøm	Scenarie med sydgående strøm
Rainbowing	2	X	X	X
Rainbowing	1	X	X	X
Klapning	3	X	X	X
Klapning	1	X	X	-

Tabel 2-8. Gennemførte sedimentspredningsmodelleringer. Rainbowing forudsættes gennemført med skibe med en lastekapacitet på 21.000 m³ og klapning med fatøjer med en lastekapacitet på 2000 m³.

Antal skibe	Strøm-scenarie	Udlednings-type	Maks. varighed for overskridelse af 10; 15; 50 mg/l [dage]	Maks. sedimentret lagtykkelse [m]	Maks. periode for sedimentkoncentrationen har forladt vandsøjlen efter endt fodring [timer]
2	Nordgående	Rainbowing	4; 4; 3	0,24	24
2	Sydgående	Rainbowing	4; 4; 3	0,32	24
2	Stille	Rainbowing	4; 4; 3	0,40	24
3	Nordgående	Klapning	5; 5; 3	0,24	24
3	Sydgående	Klapning	6; 6; 4	0,30	24
3	Stille	Klapning	11; 10; 7	0,33	24
1	Nordgående	Rainbowing	4; 4; 3	0,29	24
1	Sydgående	Rainbowing	4; 4; 3	0,29	24
1	Stille	Rainbowing	5; 5; 3	0,43	24
1	Nordgående	Klapning	5; 4; 3	0,29	24
1	Stille	Klapning	17; 15; 9	0,42	24

Tabel 2-9. Opsummering af væsentlige resultater for spredningsberegningerne for kystnær fodring. Rainbowing forudsættes gennemført med skibe med en lastekapacitet på 21.000 m³ og klapning med fatøjer med en lastekapacitet på 2000 m³.

Spredningsberegningerne viser, at den kystnære fodring kan give anledning til en overskridelse af en koncentration af suspenderet sediment på 10 mg/l i op til ca. 17 dage, hvis den kystnære fodring gennemføres i stille vejr.

Generelt er påvirkningen større når den kystnære fodring gennemføres ved klapning, sammenlignet med, når den gennemføres ved rainbowing, hvor skibet tømmes over en længere periode, men den samlede fodringsperiode er kortere. Som nævnt tidligere vil påvirkningen også afhænge af den tidlige afstand mellem tømningen af skibene. Ved ovenstående resultater er forudsat, at

skibene arbejder a-synkron med størst mulig tidlig afstand. Arbejder de mere synkront vil påvirkningen i form af varighed for overskridelse af 10 mg/l kunne reduceres. Det er derfor vurderet, at dette er den mest konservative forudsætning for vurdering af miljøpåvirkningen, hvis den kystnære fodring gennemføres med de nævnte scenarier for skibe (antal og type).

Gennemføres den kystnære fodring med op til to skibe med en laste-kapacitet på 6.000 m³, hvor op til 50% udledes via klapning og min. 50% udledes via rainbowng, vurderes påvirkningerne at være indeholdt i ovenstående yderscenarier. Anvendes mere end to skibe eller udledes mere end 50% ved klapning er der ikke gennemført en vurdering herfor.

Generelt vil der søværts i en afstand fra kysten på ca. 1.200 meter ikke forekomme en overskridelse af 10 mg/l i længere end 0,5 dage. Sedimentfanen med en koncentration på 10 mg/l vil have en maksimal udbredelse parallel med kysten på ca. 15-20 km, hvor den største udbredelse af en koncentration på 10 mg/l forekommer for scenariet med kystnær fodring via rainbowng og nordgående strøm.

Det skal nævnes, at de maksimale aflejringsstykker i tabel 2-9 forekommer forholdsvis lokalt, og primært indenfor selve fodringsområdet, hvor der kommer et væsentligt større bidrag fra aflejringer af de grovere sedimenter fra sandfodringsmaterialet. Nedstrøms for den kystnære fodring (dvs. i sedimentfanen) er aflejringsstykkerne lavere, se mere på aflejringsfigurerne i figur 2-19 til figur 2-39 samt i figur 2-42, hvor aflejringsstykker for et specifikt scenarie er vist sammen med afgrænsningen af fodringsområdet. Som tidligere nævnt er der ikke inkluderet resuspension i modelberegningerne, da resuspension er naturligt forekommende og er dermed ikke en påvirkning der er direkte relateret til den kystnære fodring. Dette betyder således også, at viste aflejringsstykker fra modelresultaterne, svarer til den første aflejring af sedimenterne. Med tiden vil sedimenterne hvirvles op (bringes i resuspension) og aflejres et andet sted.

Som det fremgår af kapitel 1 om *eksisterende forhold* er kystprofilerne ved Lønstrup naturligt dynamiske, hvilket betyder, at placeringen af seks meter vanddybden, og dermed afstanden fra kysten hvor klapningen foregår, vil variere. Dette vil dog ikke umiddelbart have en effekt på resultaterne i tabel 2-9, da koncentrationsfanerne af det suspenderede sediment blot vil parallelforskydes i takt med en eventuel parallelforskydning af seks meter dybdekoten.

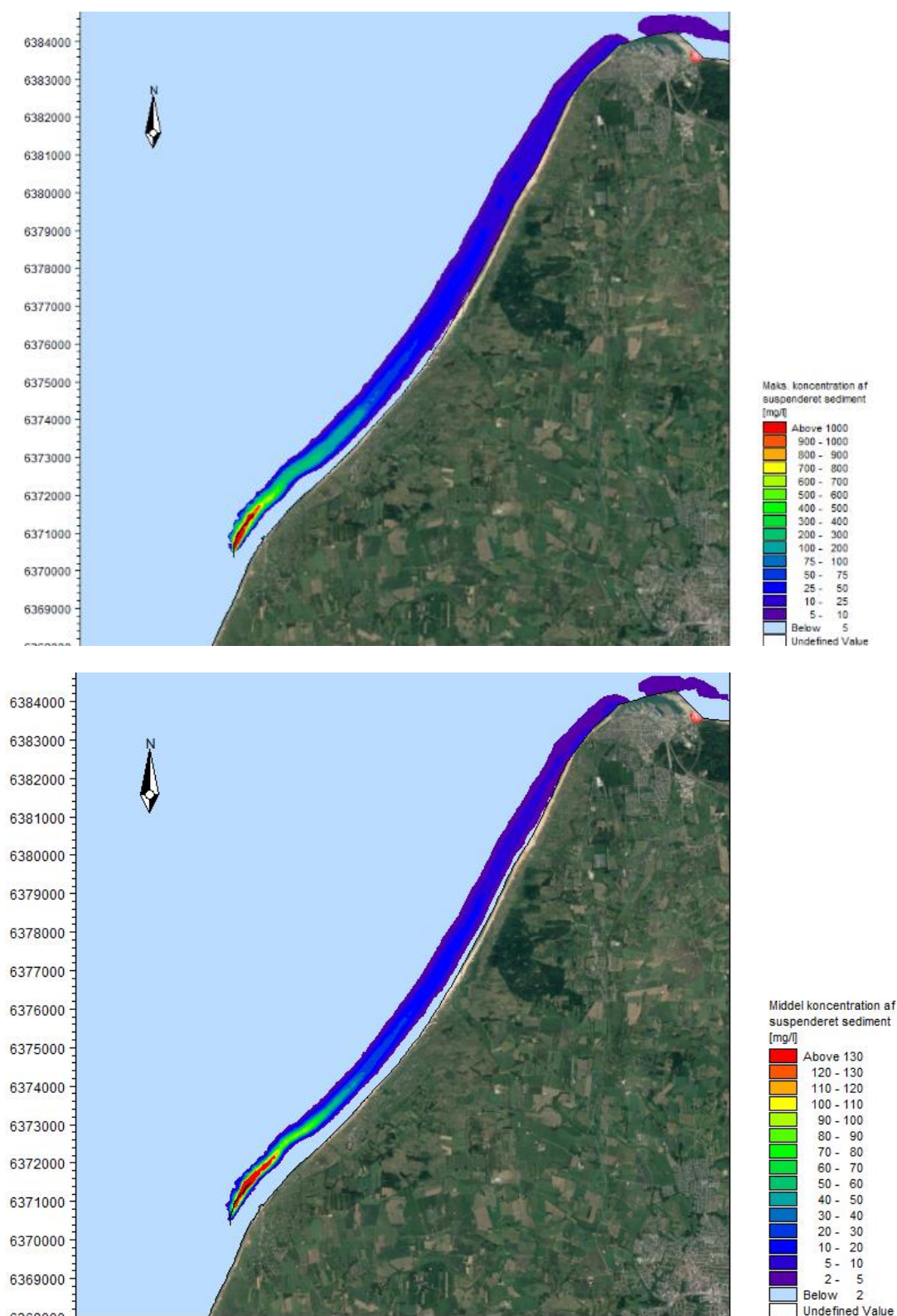
Koncentrationerne i tabel 2-9 skal ses i sammenligning med de gennemførte simuleringer for naturligt forekommende sedimentkoncentrationer i vandsøjlen for eksisterende forhold. Estimatet for suspenderet sedimentkoncentration for de eksisterende forhold viser, at der regelmæssigt kan forekomme betydelige naturlige baggrundskoncentrationer på op til 125.000 mg/l, dvs. betydeligt højere koncentrationer end den tilførte koncentration ved kystnær fodring. Hertil skal det dog nævnes, at den høje naturlige bølgeinducerede koncentration af suspenderet sediment er mest dominerende i vintermånederne, hvori der typisk er flere storme, hvorimod den kystnære fodringen foregår i sommermånederne, hvor der kan forventes en middelkoncentration af suspenderet sediment på op til ca. 21 mg/l for bølger op til $H_{m0} = 2,0$ meter.

Flere detaljerede resultater er illustreret via max.- og middelkoncentrationer, varigheder samt aflejringsstykker i figur 2-19 - figur 2-39, hvor også udvalgte resultater er kommenteret.

Arealplots for suspenderet sediment ved kystnær fodring

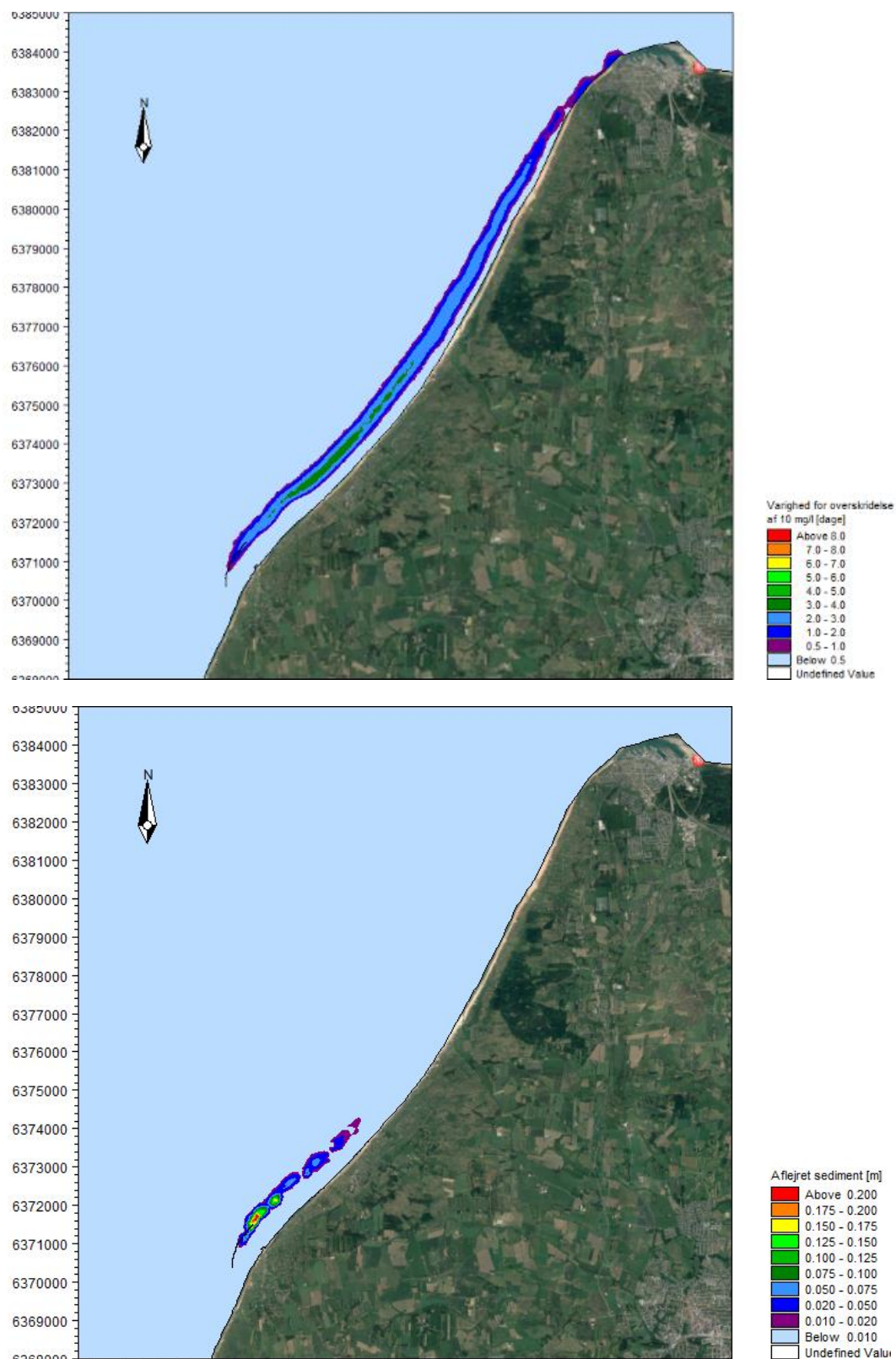
Resultater af maksimalt-forekommende koncentrationer af suspenderet sediment, middelkoncentrationen i fodringsperioden, varighed for overskridelse af en koncentration på 10 mg/l, samt aflejringstykkelser for sedimenteret sediment, for scenarierne med kystnær fodring på strækningen ved Lønstrup er vist i figur 2-19 til figur 2-39 i tilfælde af maks. og min. strøm og ved raining og klapping. Scenarierne for strøm og stille vejr er defineret i tabel 2-2. Der vurderes på overskridelse af en koncentration på 10 mg/l, da denne er kritisk ift. marinbiologiske forhold. Som nævnt tidligere gennemføres spredningssimuleringerne udelukkende for den kampagnemængde der svarer til tre års fodring.

Figureerne med maksimale koncentrationer viser de maksimale koncentrationer af fint materiale efter de grovere fraktioner er aflejret. Figurerne fremgår af de følgende sider.



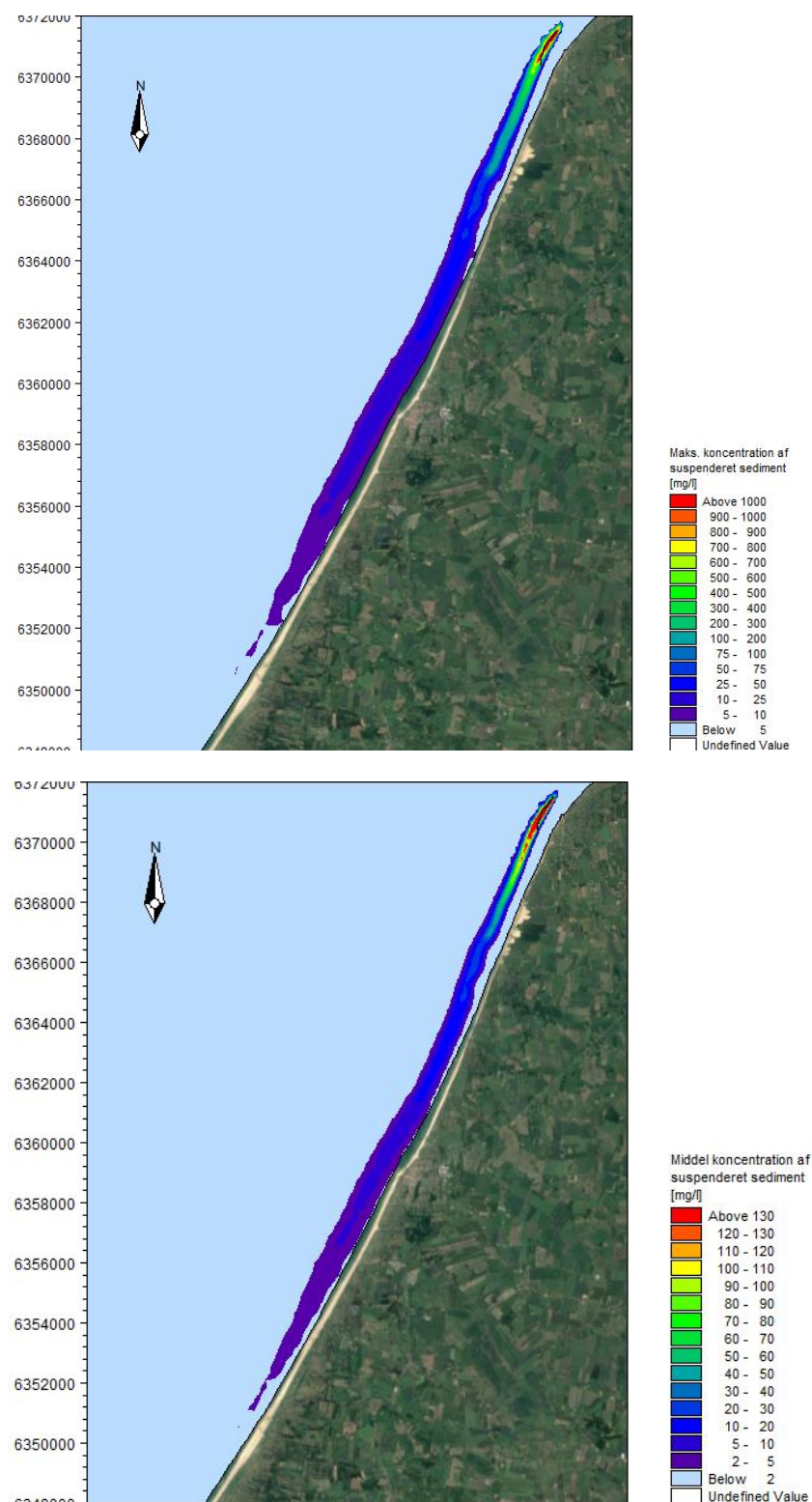
Figur 2-18. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) samt middeldkoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁴⁴

⁴⁴ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



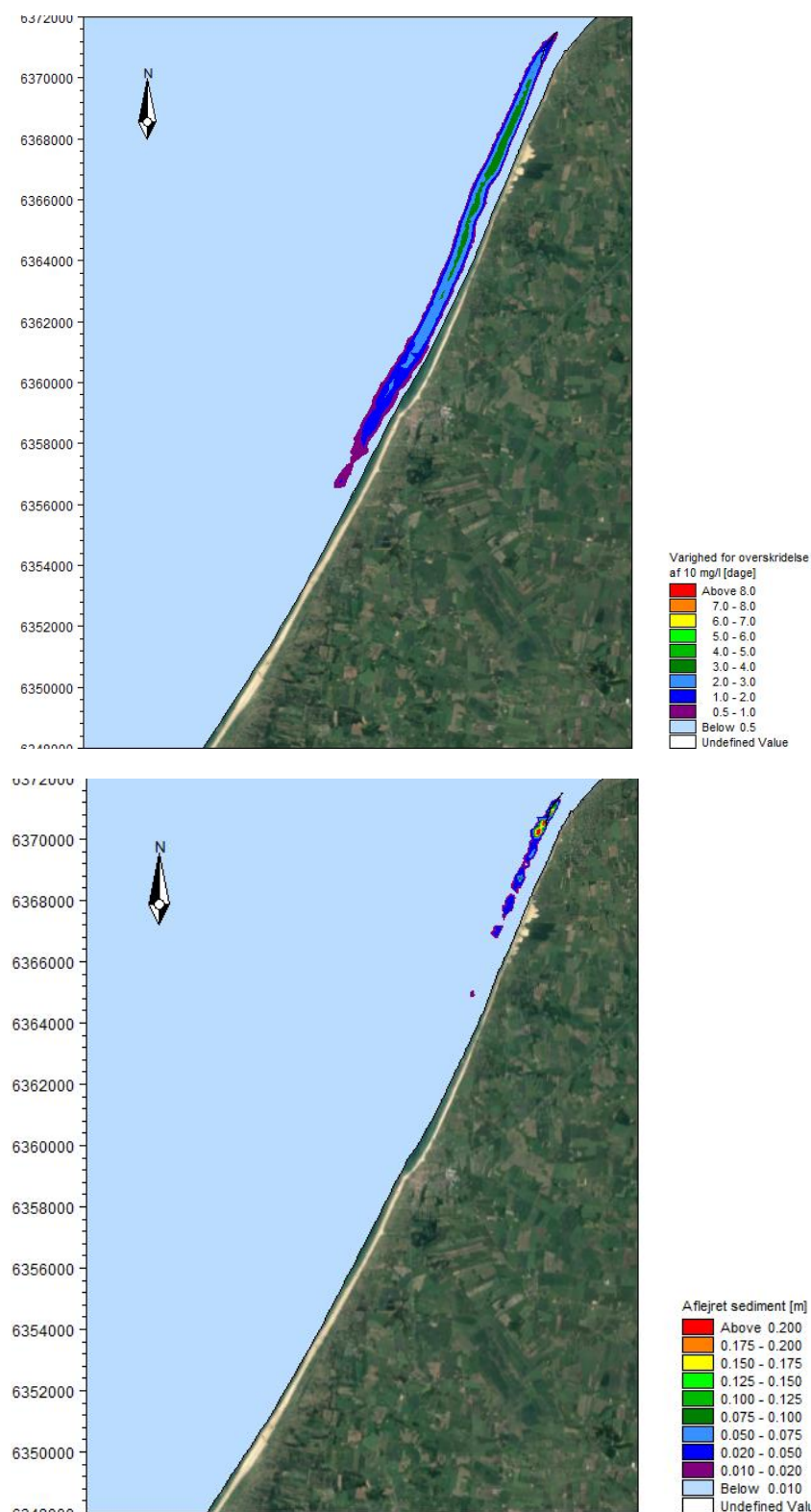
Figur 2-19. Scenarie med kystnær fodring via rainboring med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringstykkelser (nederst).⁴⁵

⁴⁵ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



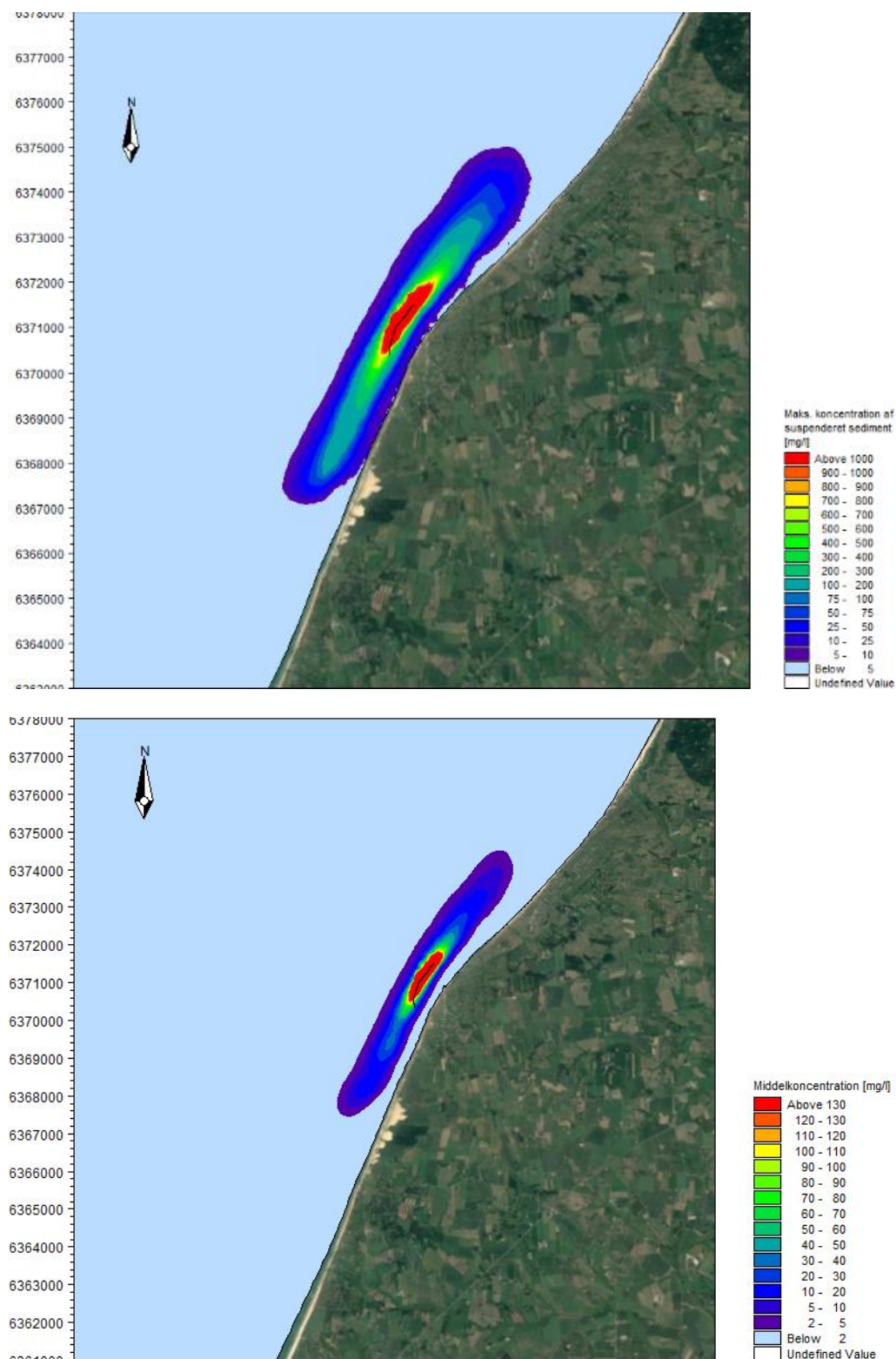
Figur 2-20. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) og middeldkoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁴⁶

⁴⁶ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



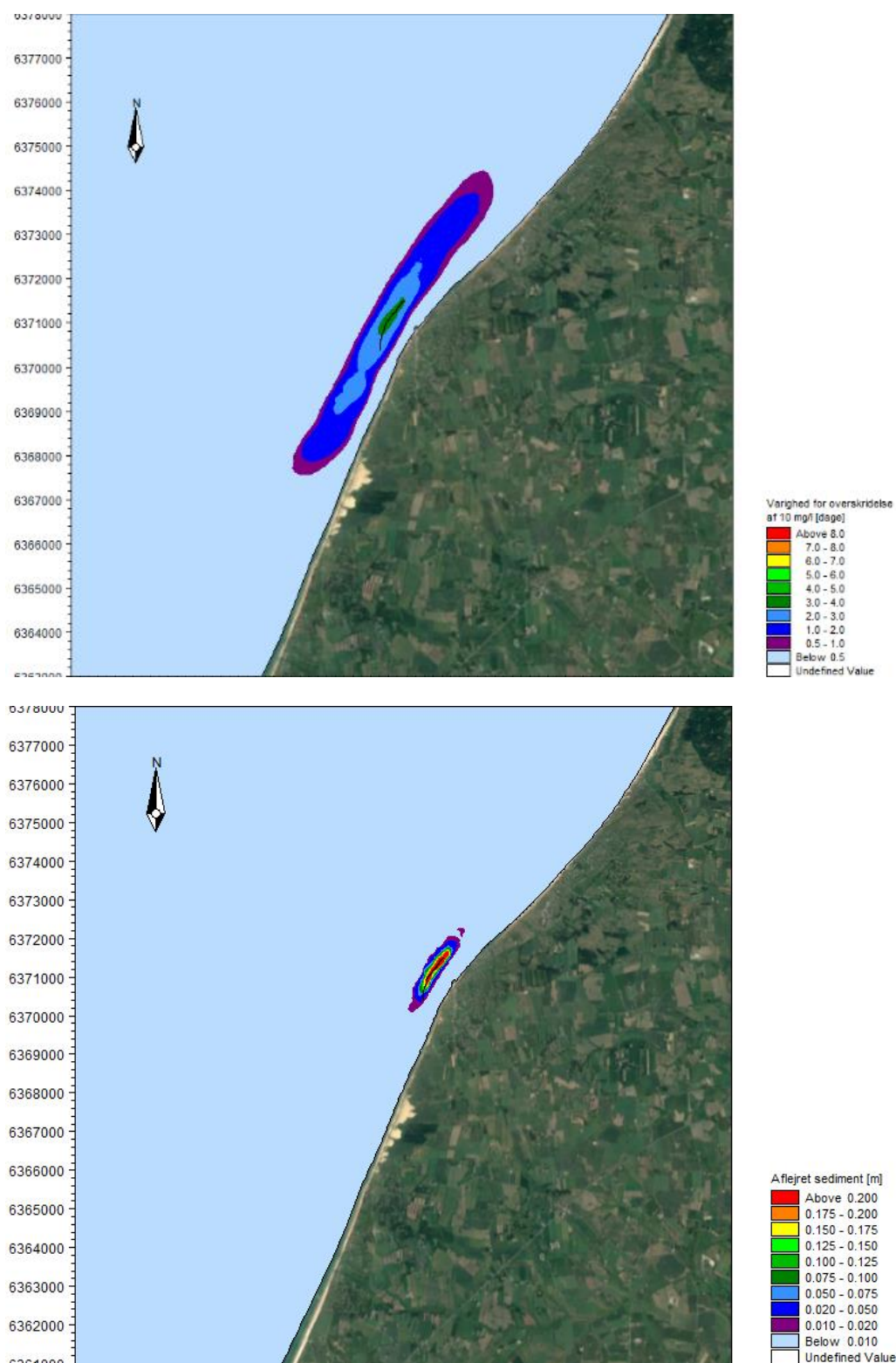
Figur 2-21. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringsstykkelse (nederst).⁴⁷

⁴⁷ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



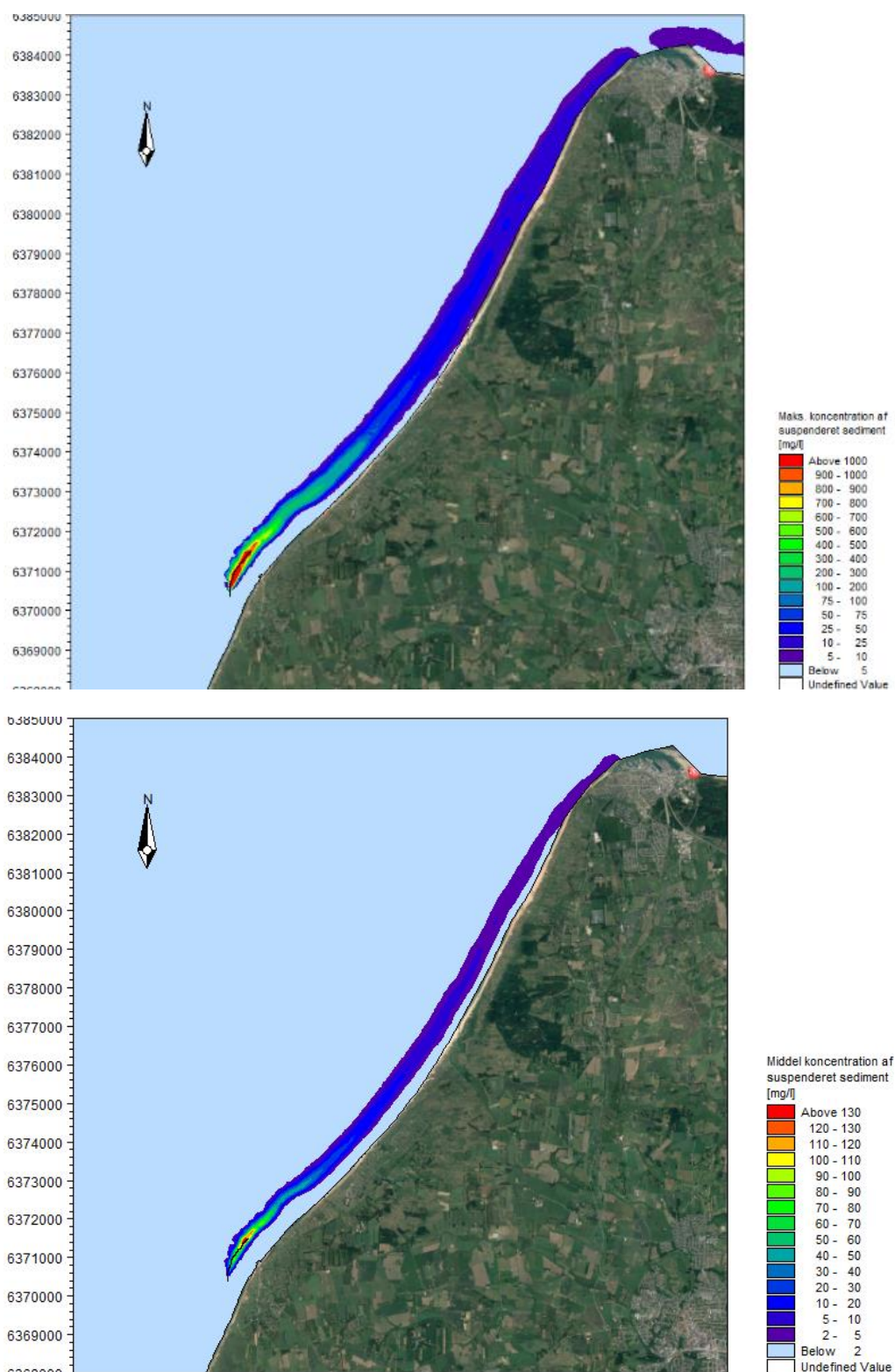
Figur 2-22. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med stille vejr. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) og middelsoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁴⁸

⁴⁸ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



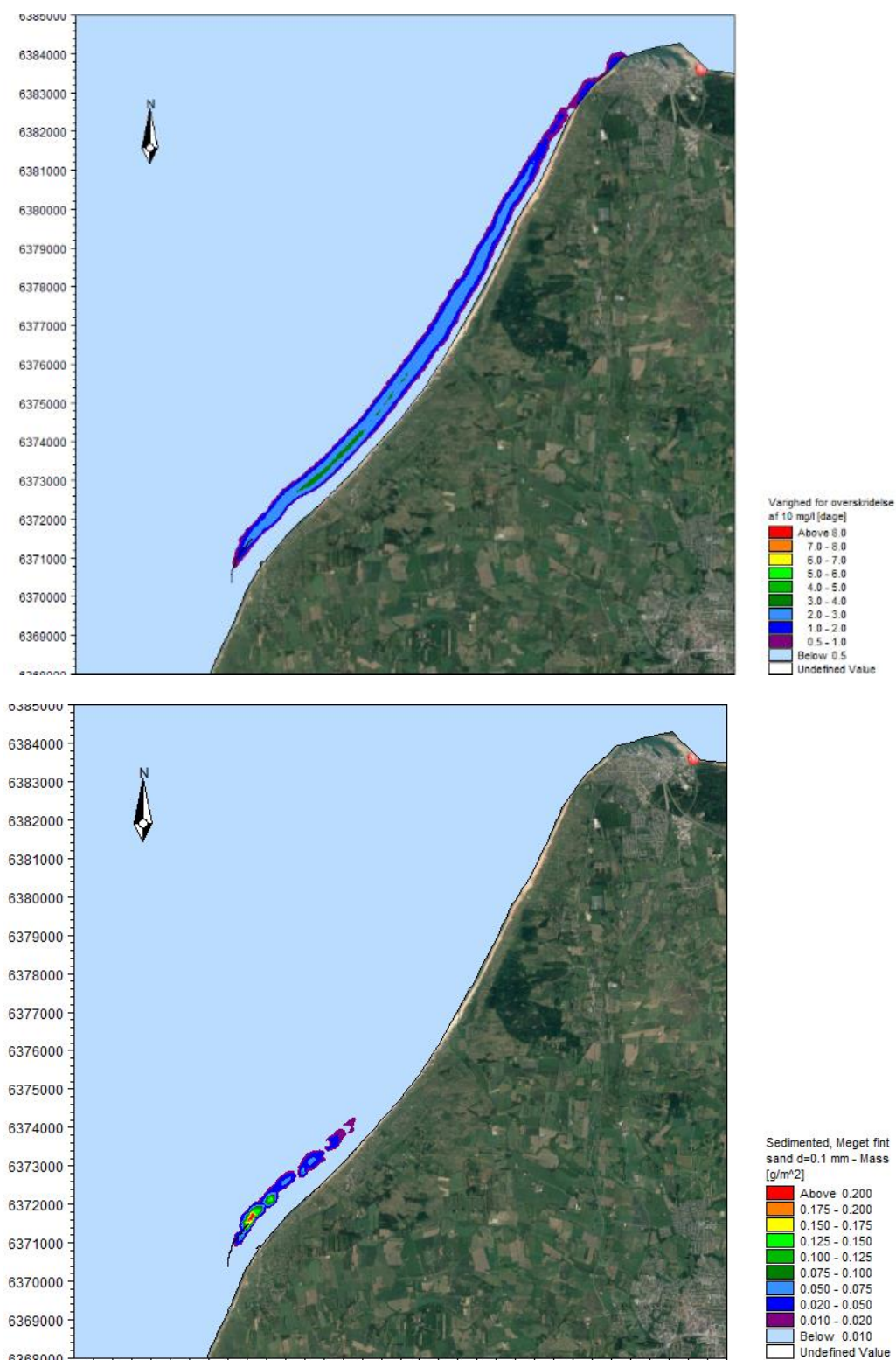
Figur 2-23. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med to skibe for det hydrodynamiske scenarie med stille vejr. Figuren viser varighed i dage for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringstykkelse (nederst).⁴⁹

⁴⁹ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



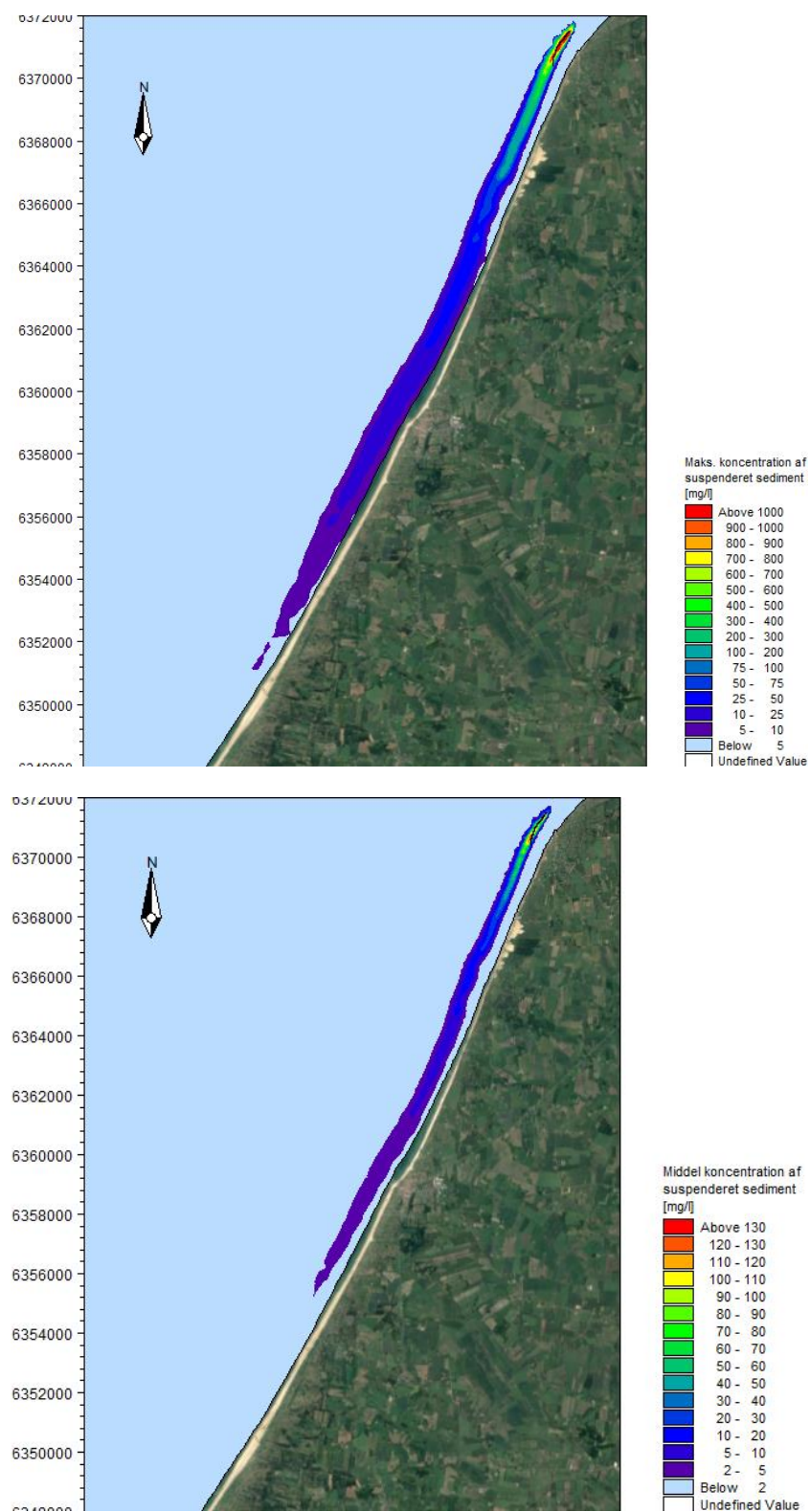
Figur 2-24. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) og middeldkoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁵⁰

⁵⁰ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



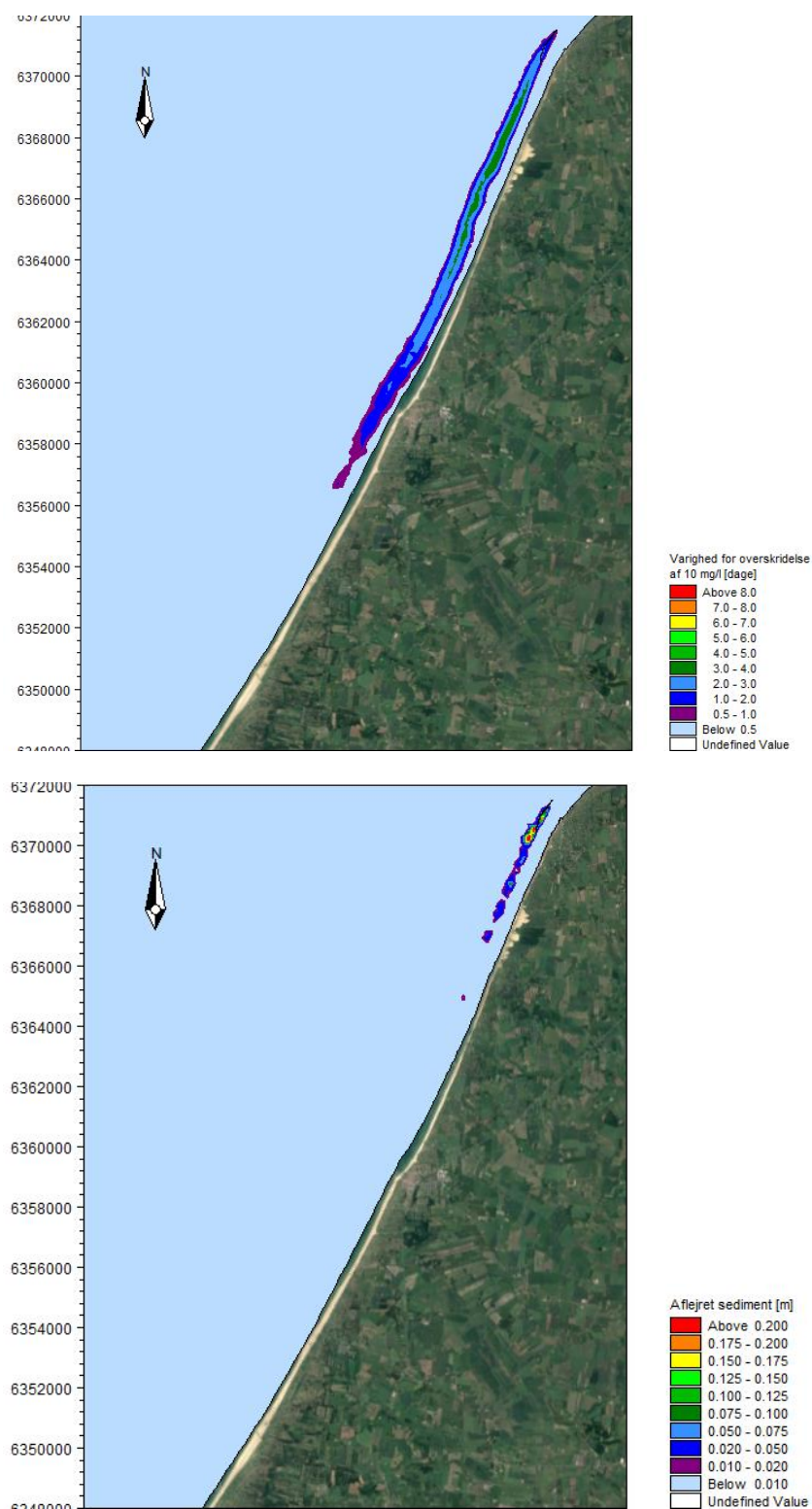
Figur 2-25. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringstykkelse (nederst).⁵¹

⁵¹ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



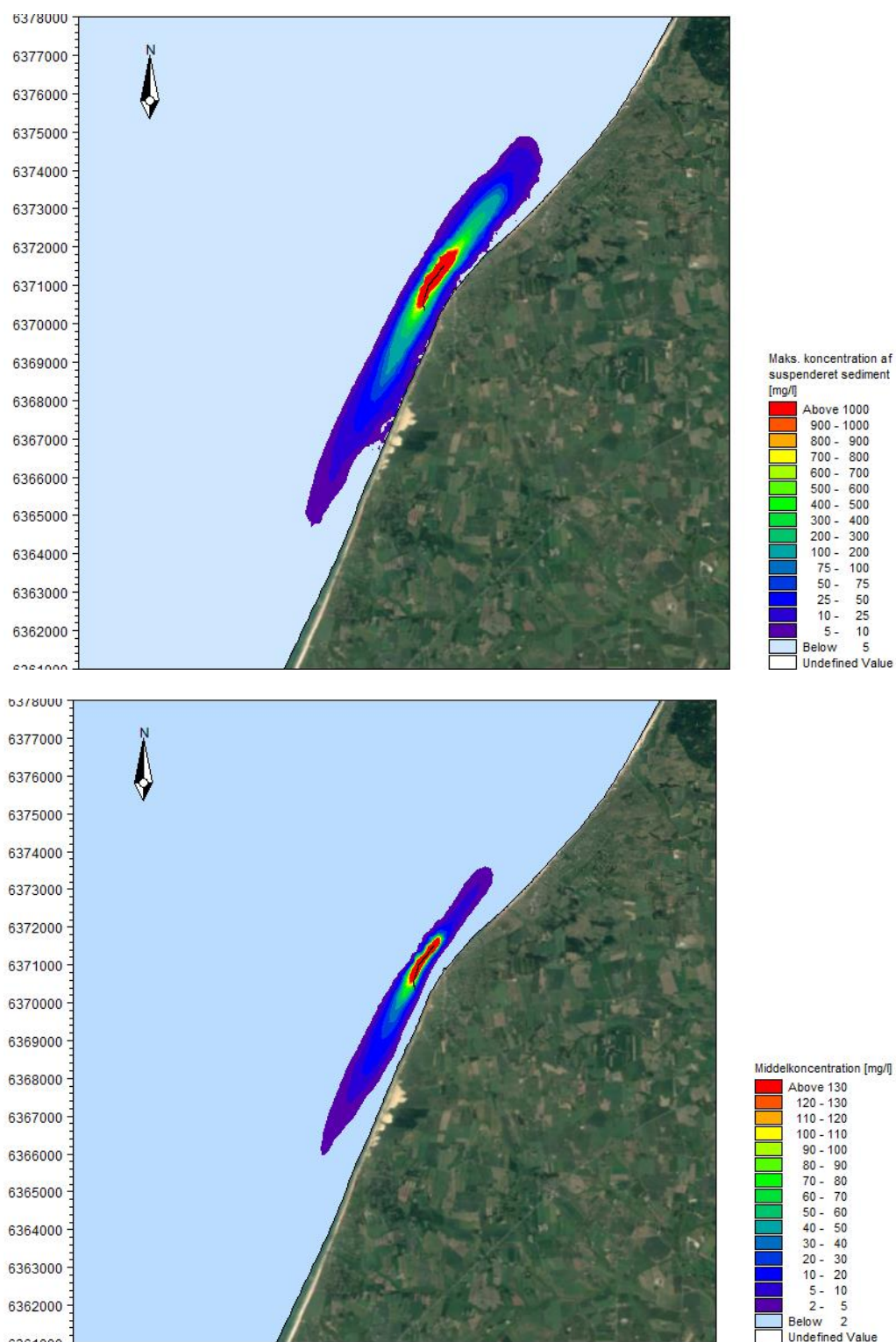
Figur 2-26. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middelskoncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*).⁵²

⁵² Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



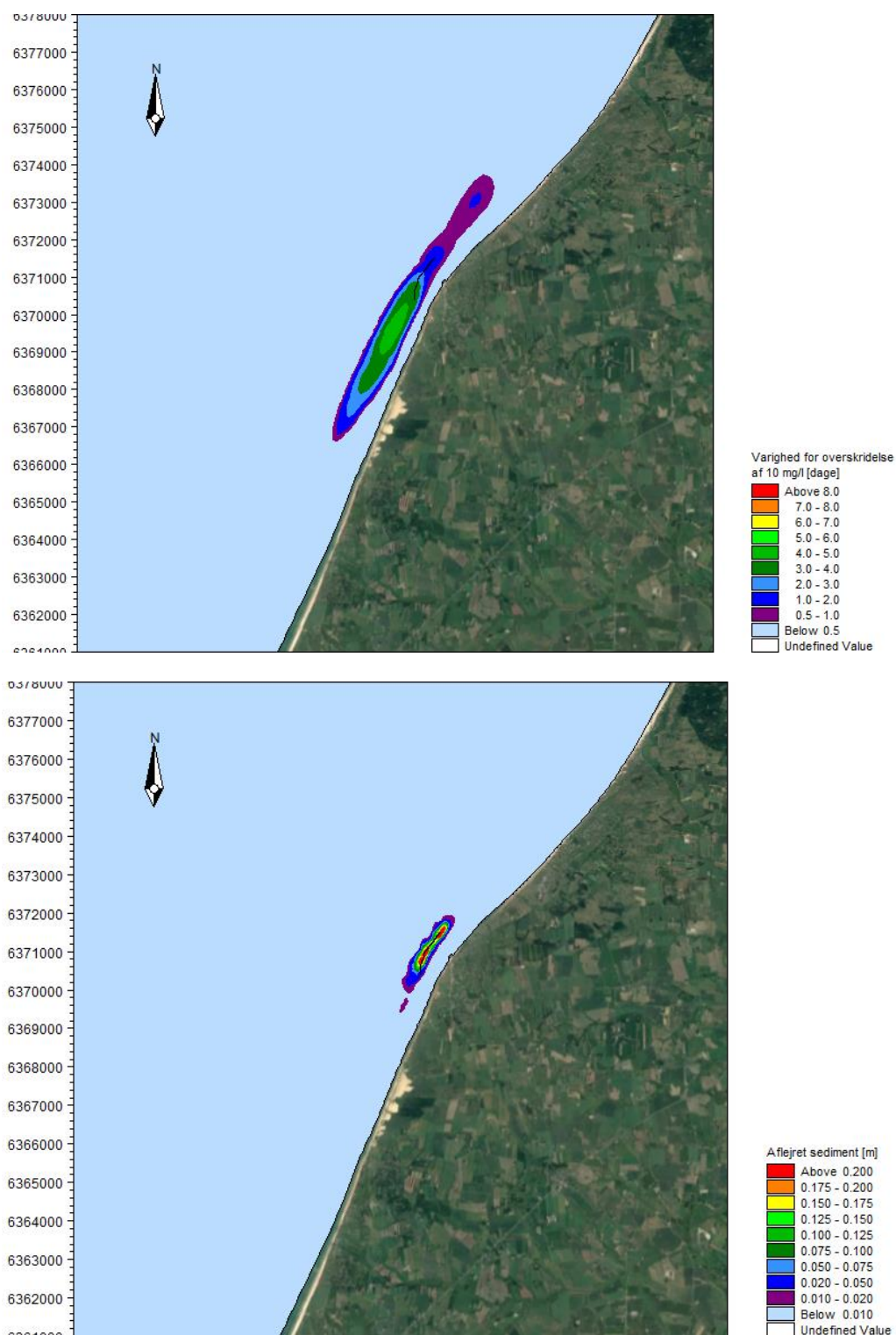
Figur 2-27. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringsstykkelse (nederst).⁵³

⁵³ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



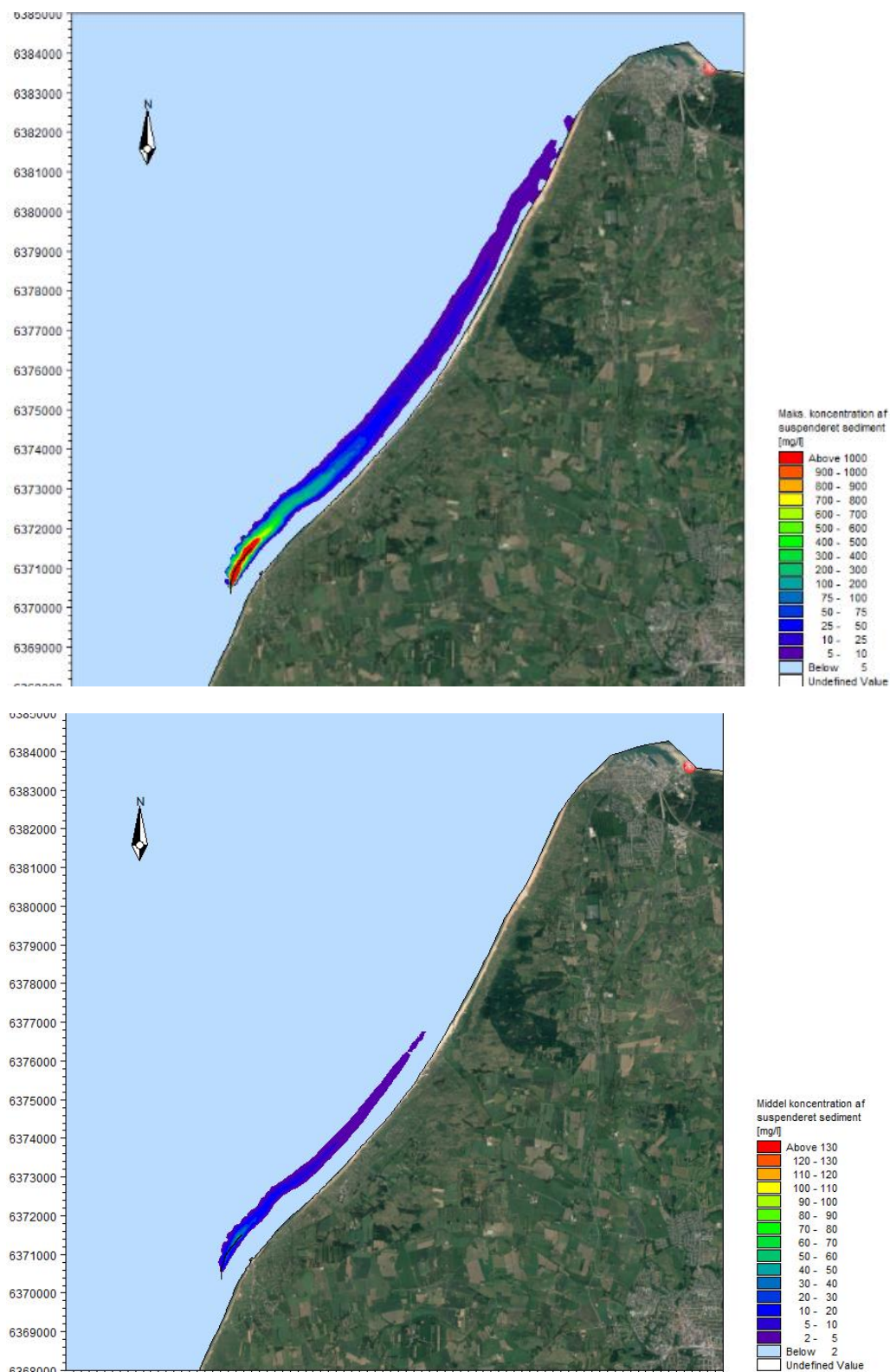
Figur 2-28. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med stille vejr. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middelkoncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*).⁵⁴

⁵⁴ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



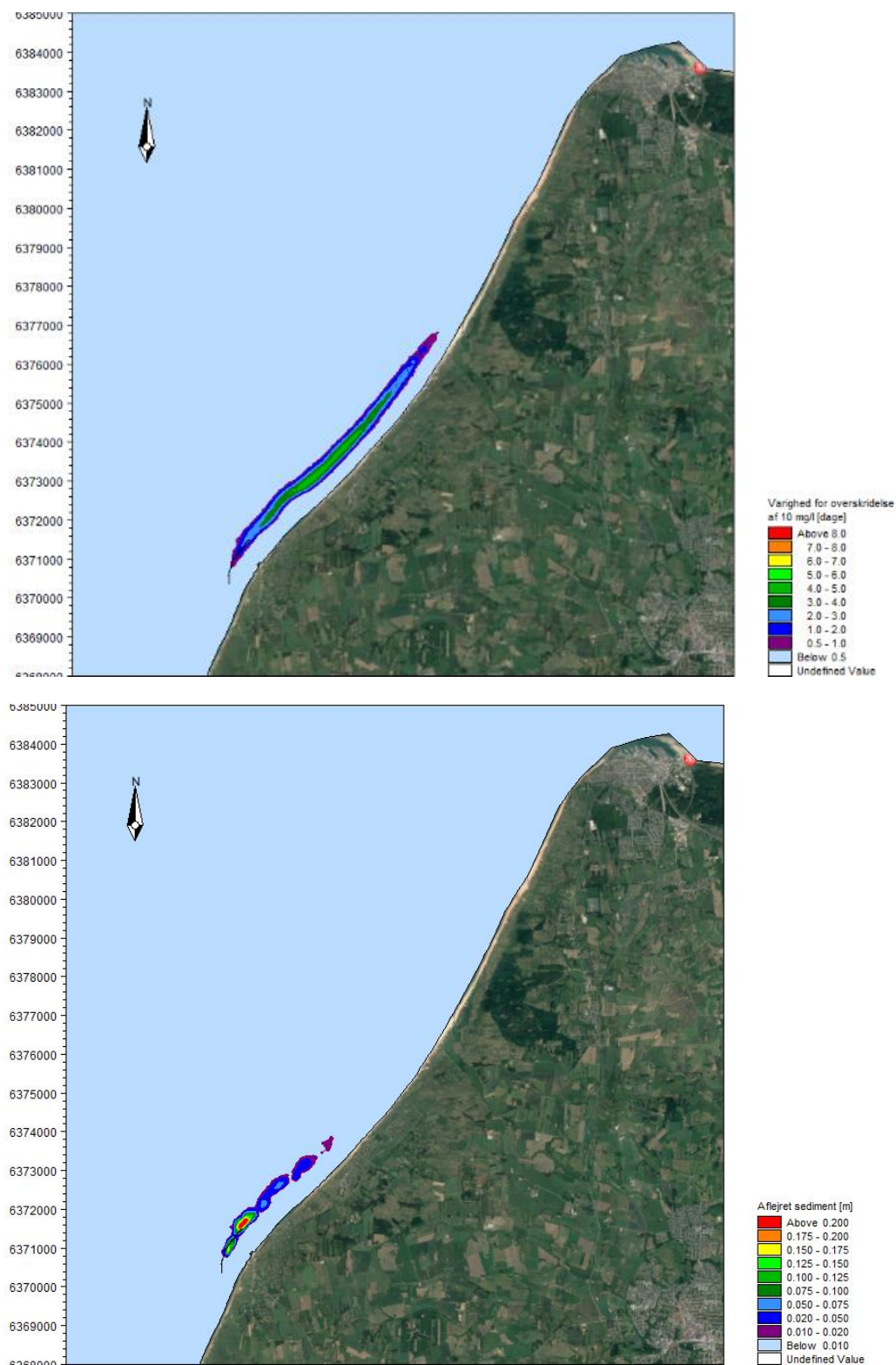
Figur 2-29. Scenarie med kystnær fodring via rainbowing med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med stille vej. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringstykkelser (nederst).⁵⁵

⁵⁵ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



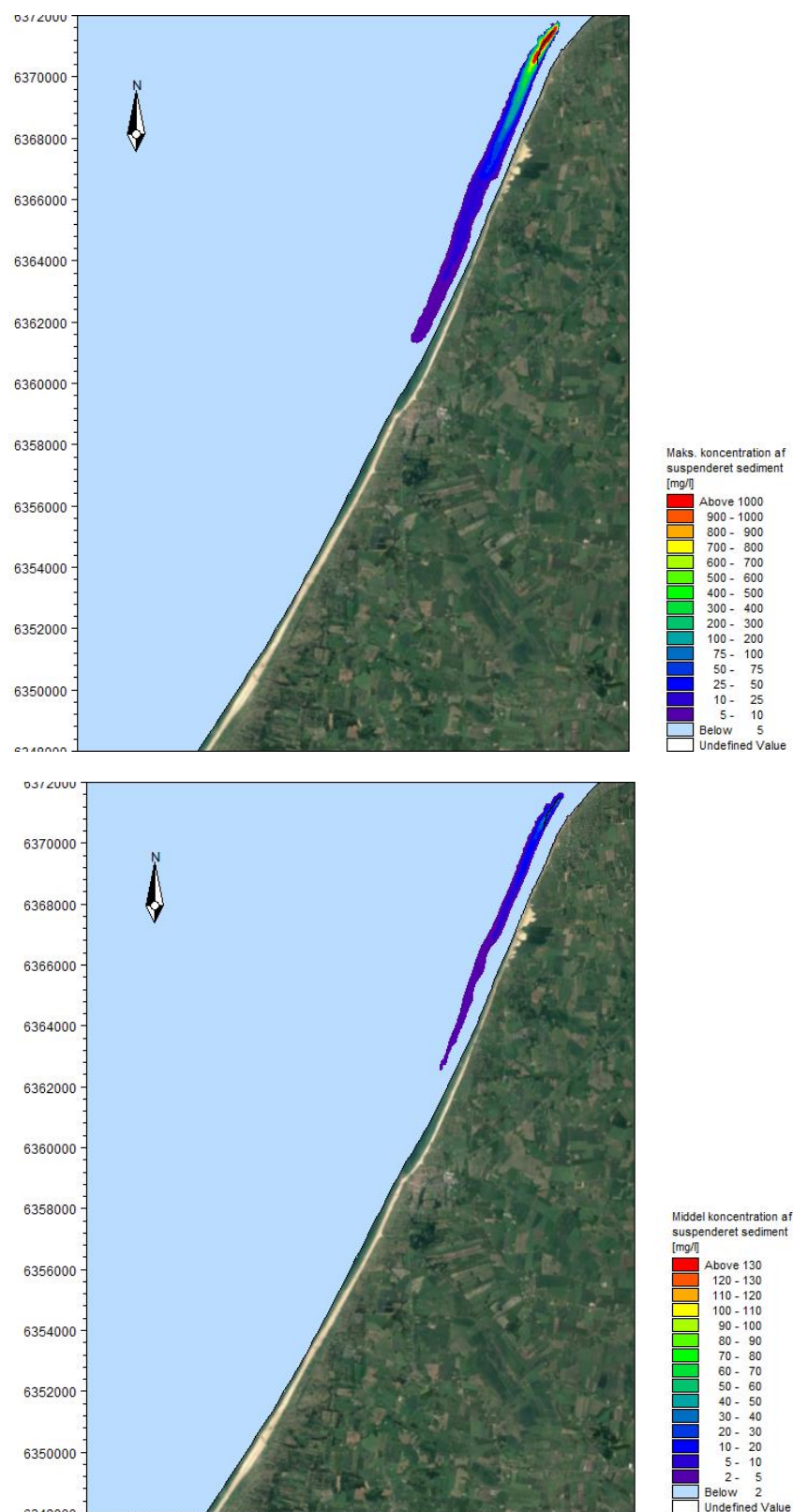
Figur 2-30. Scenarie med kystnær fodring via klaping med tre skibe for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) og middeldkoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁵⁶

⁵⁶ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



Figur 2-31. Scenarie med kystnær fodring via klappning med tre skibe for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringsstykkelse (nederst).⁵⁷

⁵⁷ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



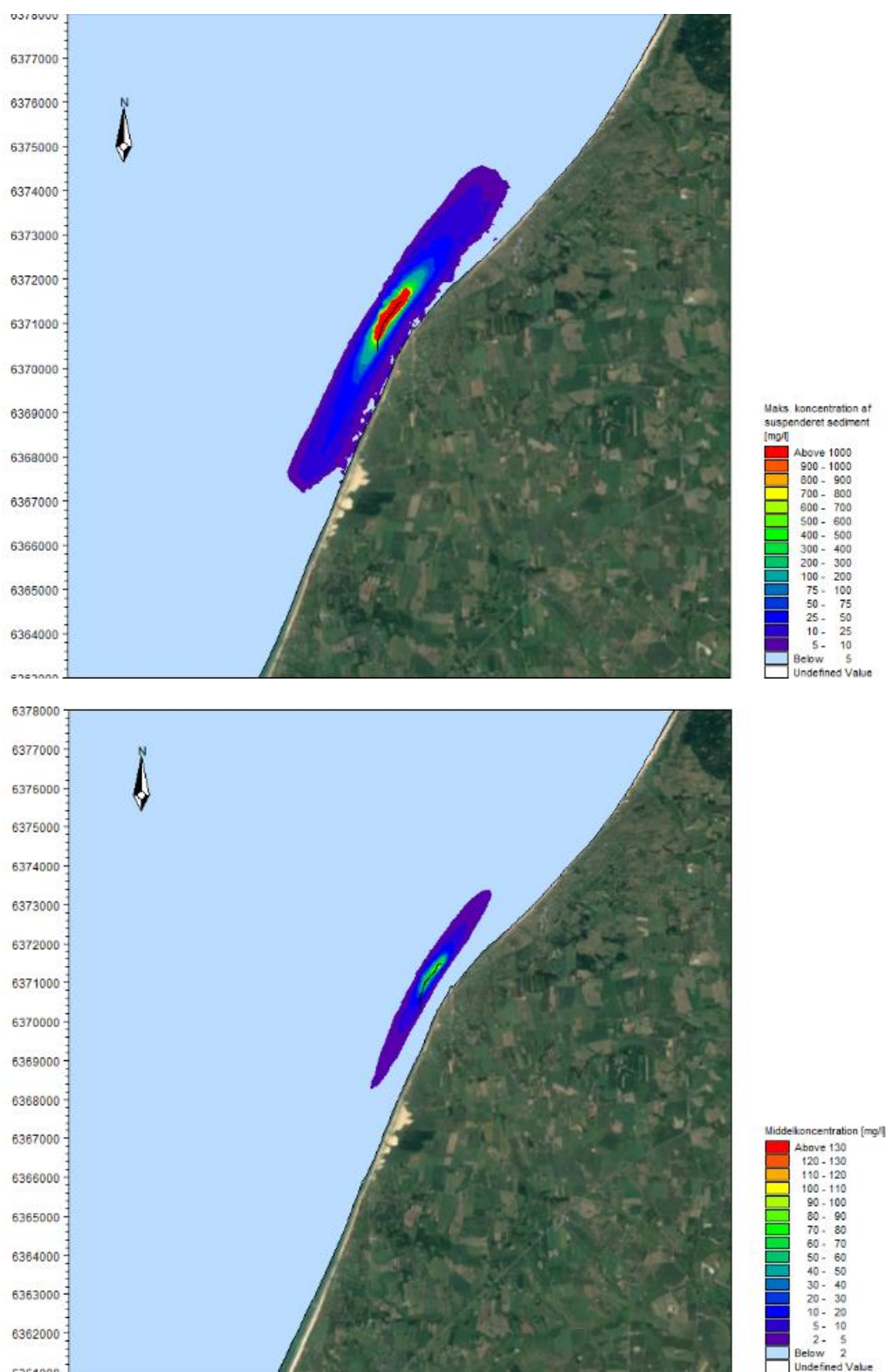
Figur 2-32. Scenarie med kystnær fodring via klappning med tre skibe for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (*øverst*) og middelkoncentrationer gennem fodringsperioden (*nederst*).⁵⁸

⁵⁸ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



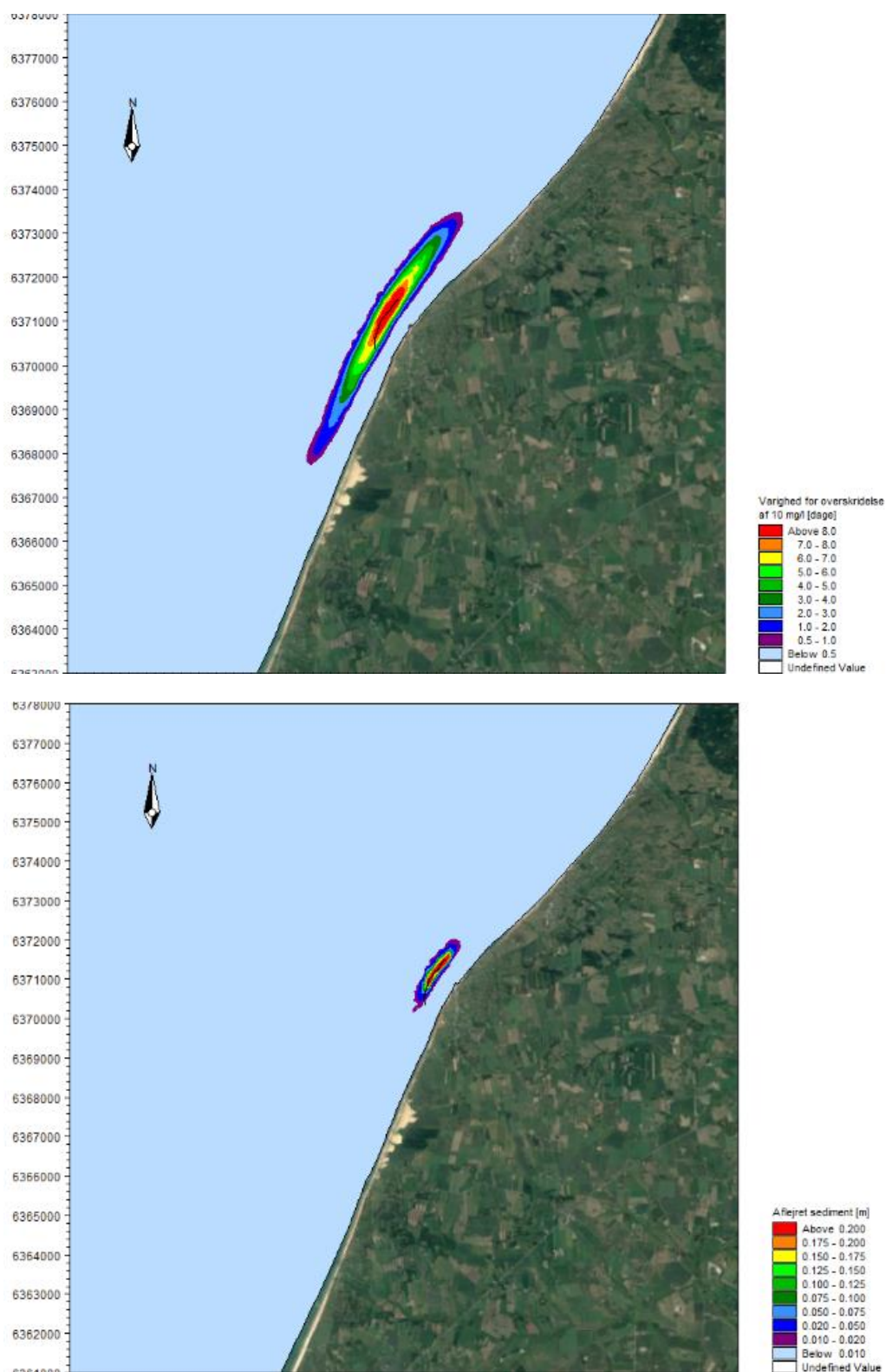
Figur 2-33. Scenarie med kystnær fodring via klapning med tre skibe for det hydrodynamiske scenarie med sydgående strøm. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringsstykkelse (nederst).⁵⁹

⁵⁹ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



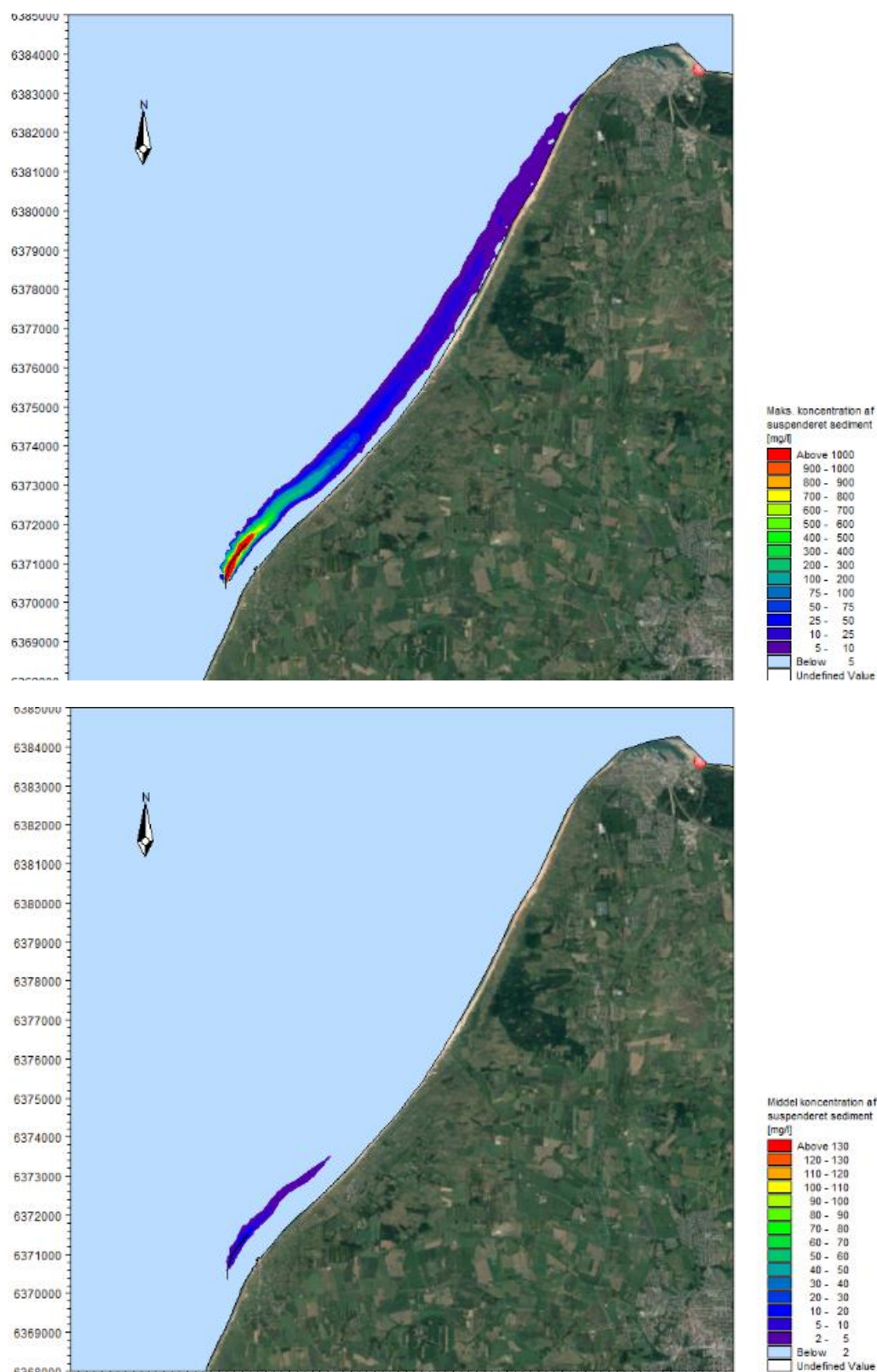
Figur 2-34. Scenarie med kystnær fodring via klapning med tre skibe for det hydrodynamiske scenarie med stille vejr. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) og middelskoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁶⁰

⁶⁰ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



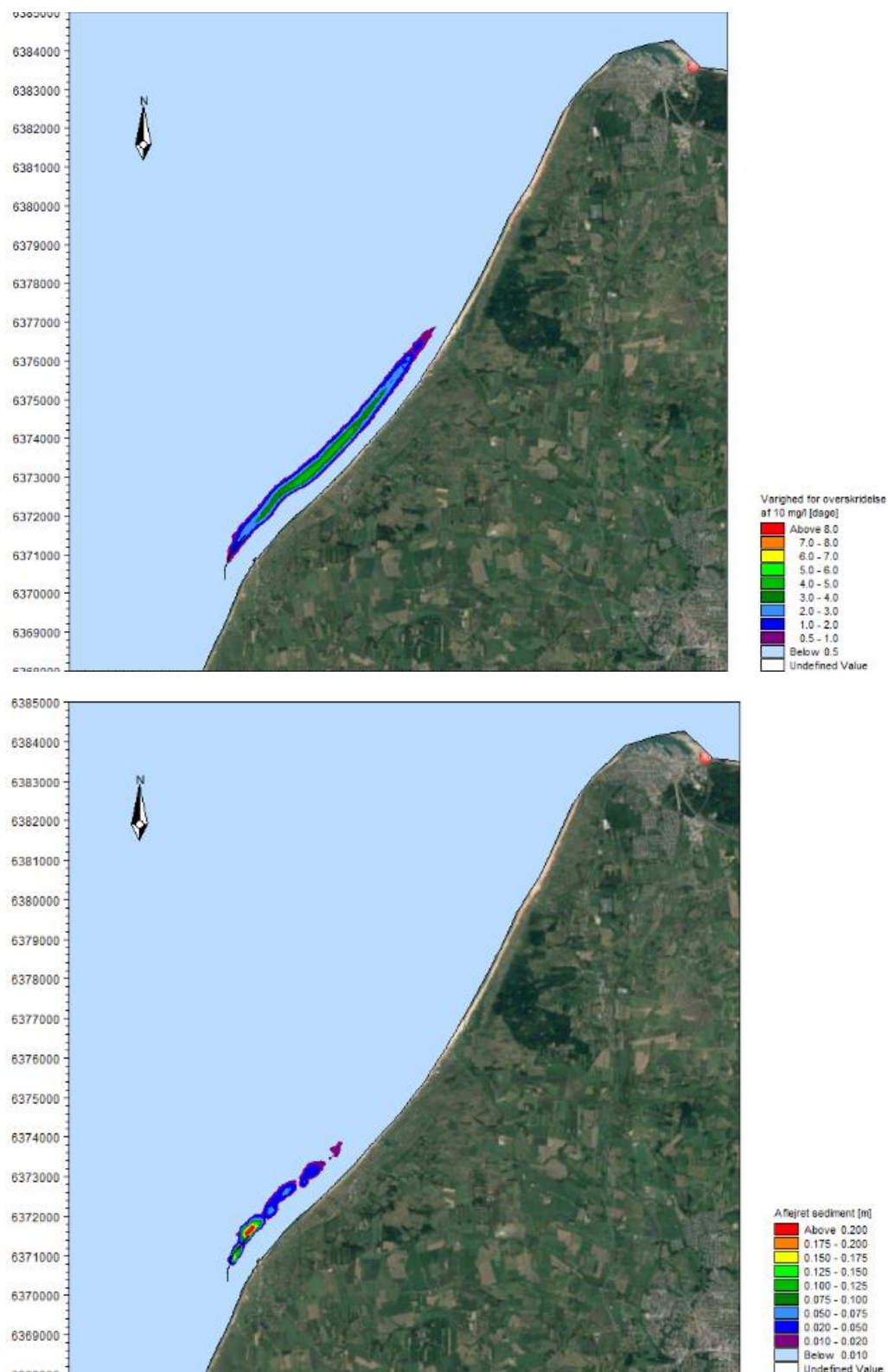
Figur 2-35. Scenarie med kystnær fodring via klapning med tre skibe for det hydrodynamiske scenarie med stille vejr. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringsstykkelser (nederst).⁶¹

⁶¹ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



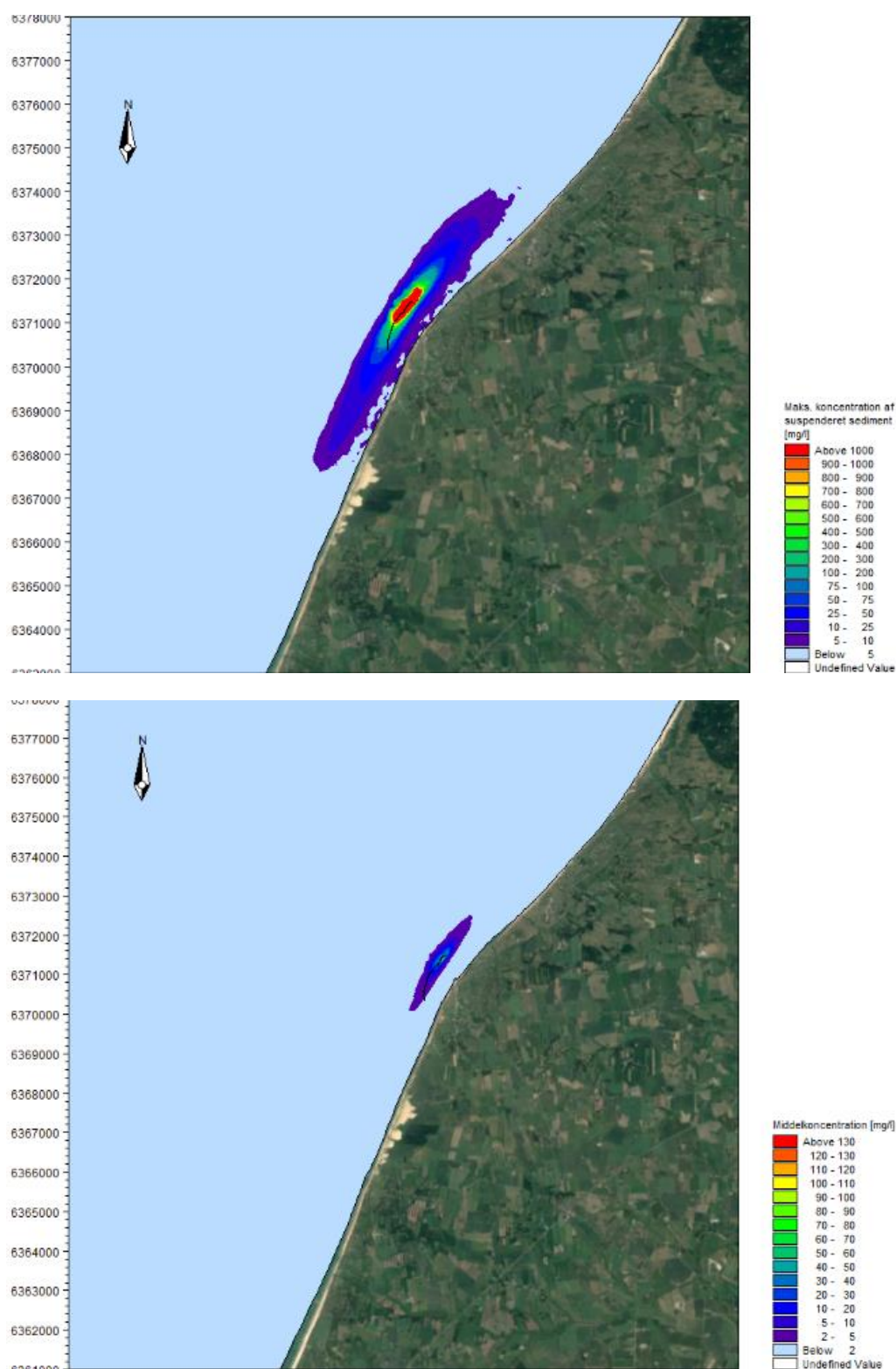
Figur 2-36. Scenarie med kystnær fodring via klapning med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) og middeldkoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁶²

⁶² Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



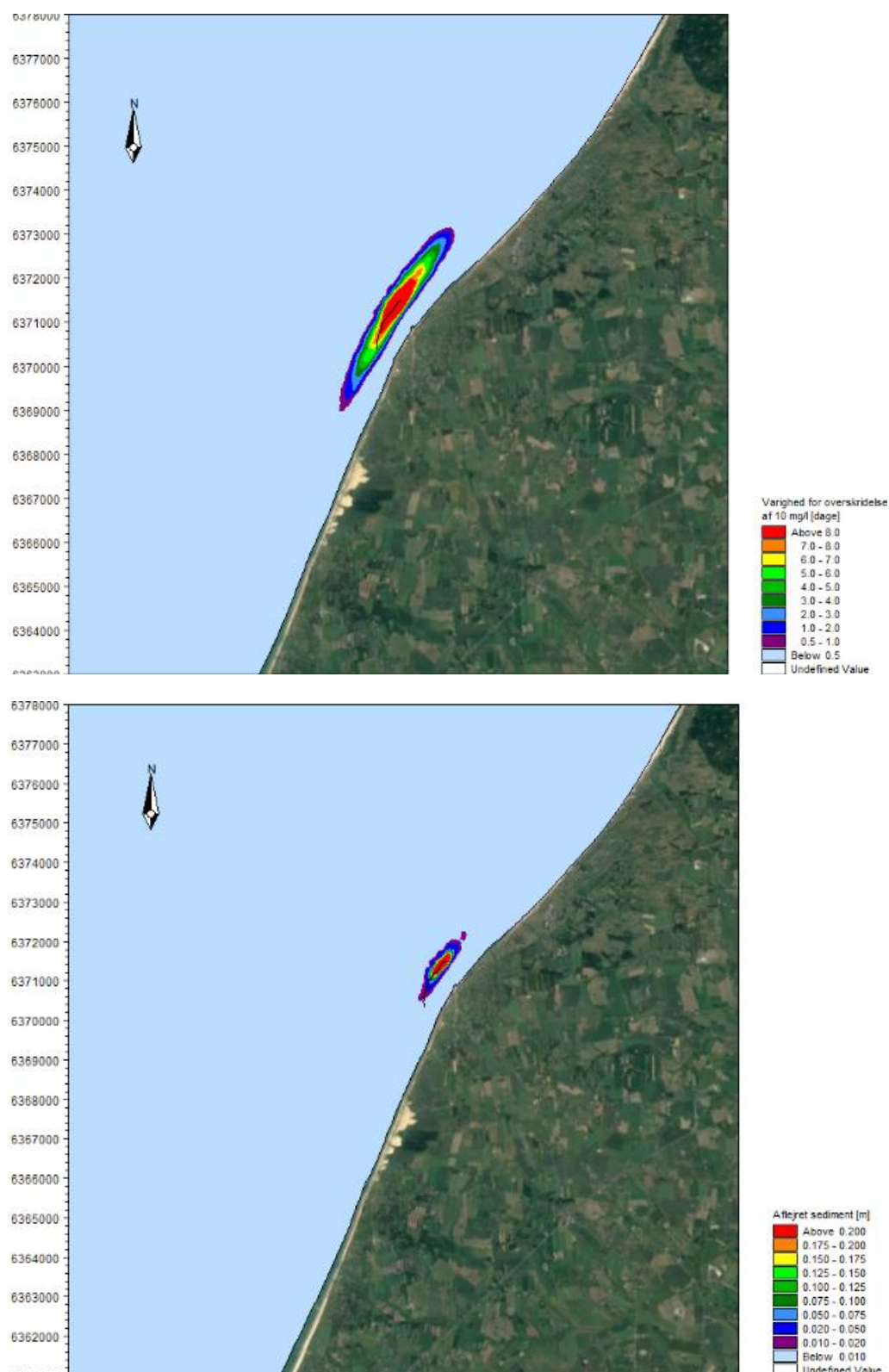
Figur 2-37. Scenarie med kystnær fodring via klapning med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med nordgående strøm. Figuren viser varighed i dage for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringstykkelse (nederst).⁶³

⁶³ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



Figur 2-38. Scenarie med kystnær fodring via klapning med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med stille vejr. Figuren viser maksimale sedimentkoncentrationer (øverst) og middelkoncentrationer gennem fodringsperioden (nederst).⁶⁴

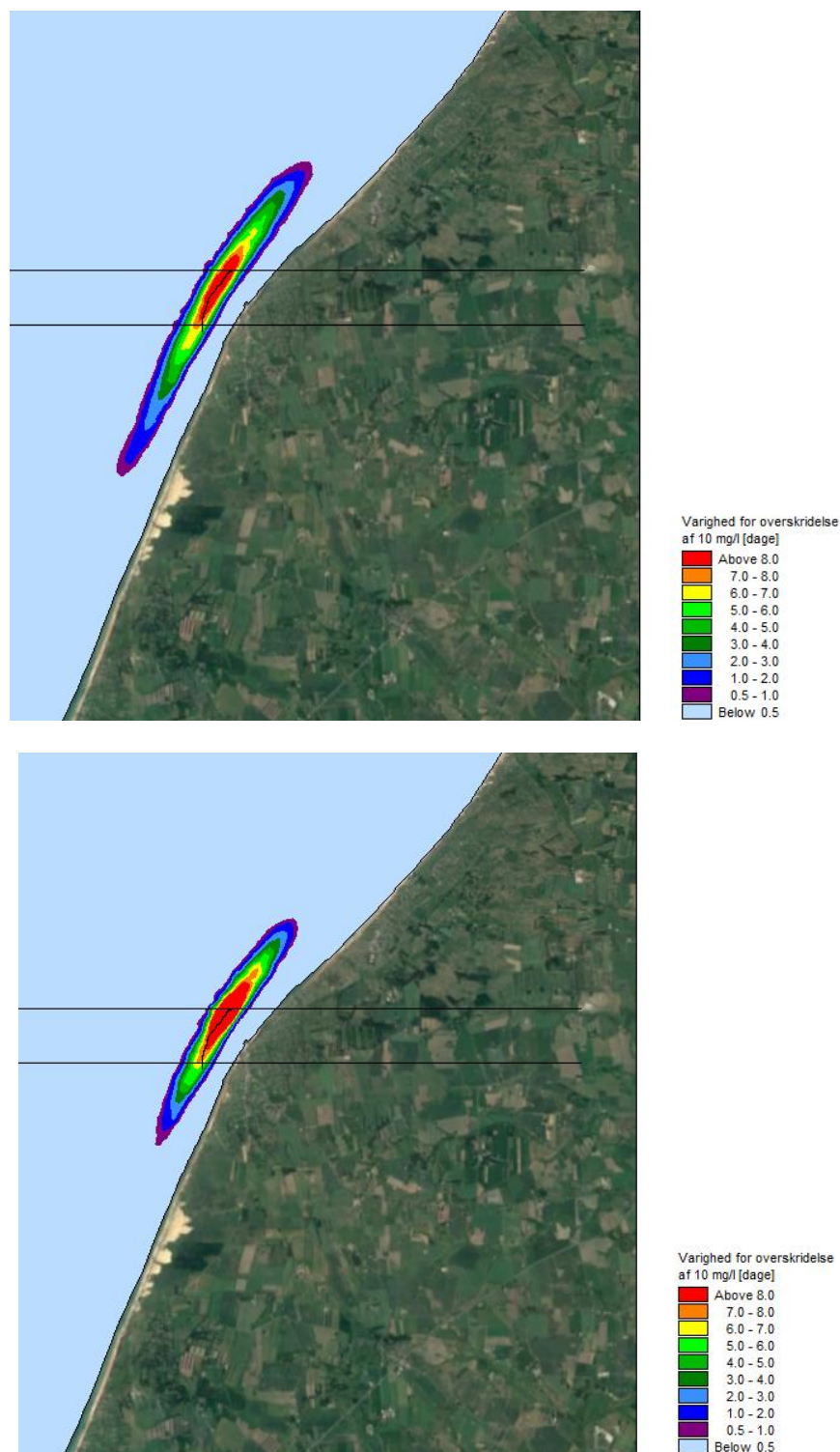
⁶⁴ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).



Figur 2-39. Scenarie med kystnær fodring via klapning med ét skib for det hydrodynamiske scenarie med stille vejr. Figuren viser varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l (øverst) og aflejringsstykelse (nederst).⁶⁵

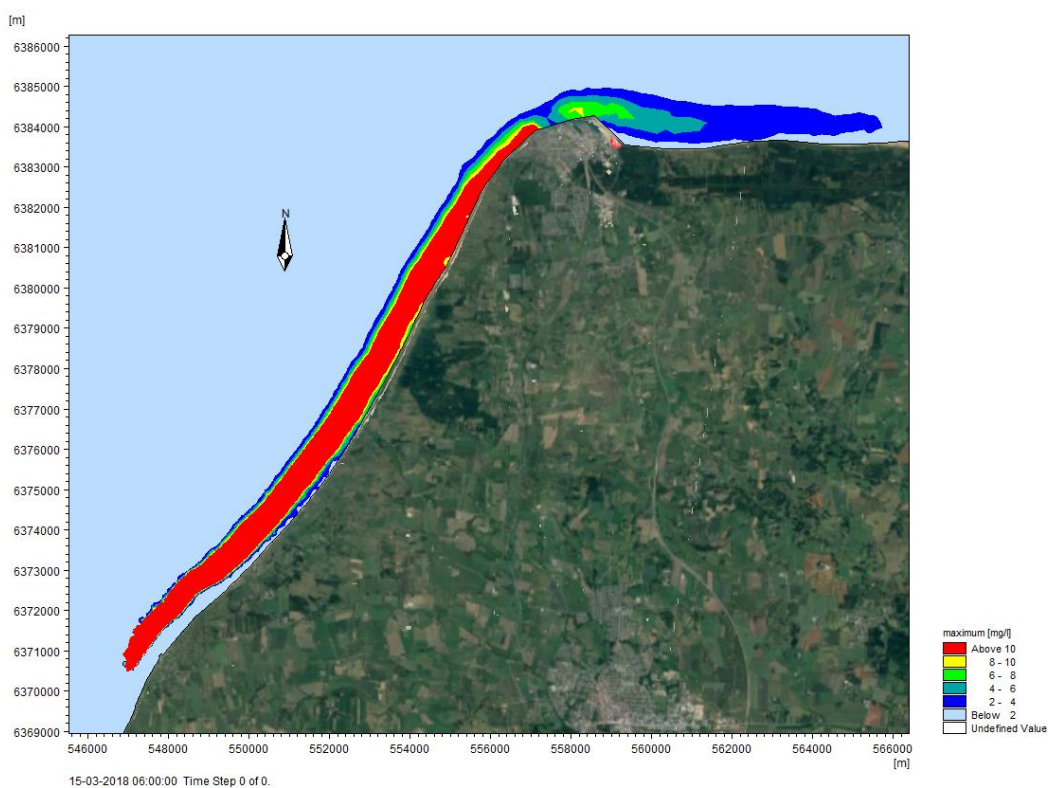
⁶⁵ Baggrundskort er fra Google-Earth (2018).

Som det fremgår af figur 2-35 og figur 2-39 vil kystnær fodring via klapning i stille vejr kunne give anledning til markant længere varighed for overskridelse af en suspenderet sediment koncentration på 10 mg/l sammenlignet med kystnær fodring via rainbowing eller kystnær fodring i perioder, hvor der forekommer strøm. Den største påvirkning er lokalt omkring fodringsområdet, markeret med to sorte horisontale streger på i figur 2-40.



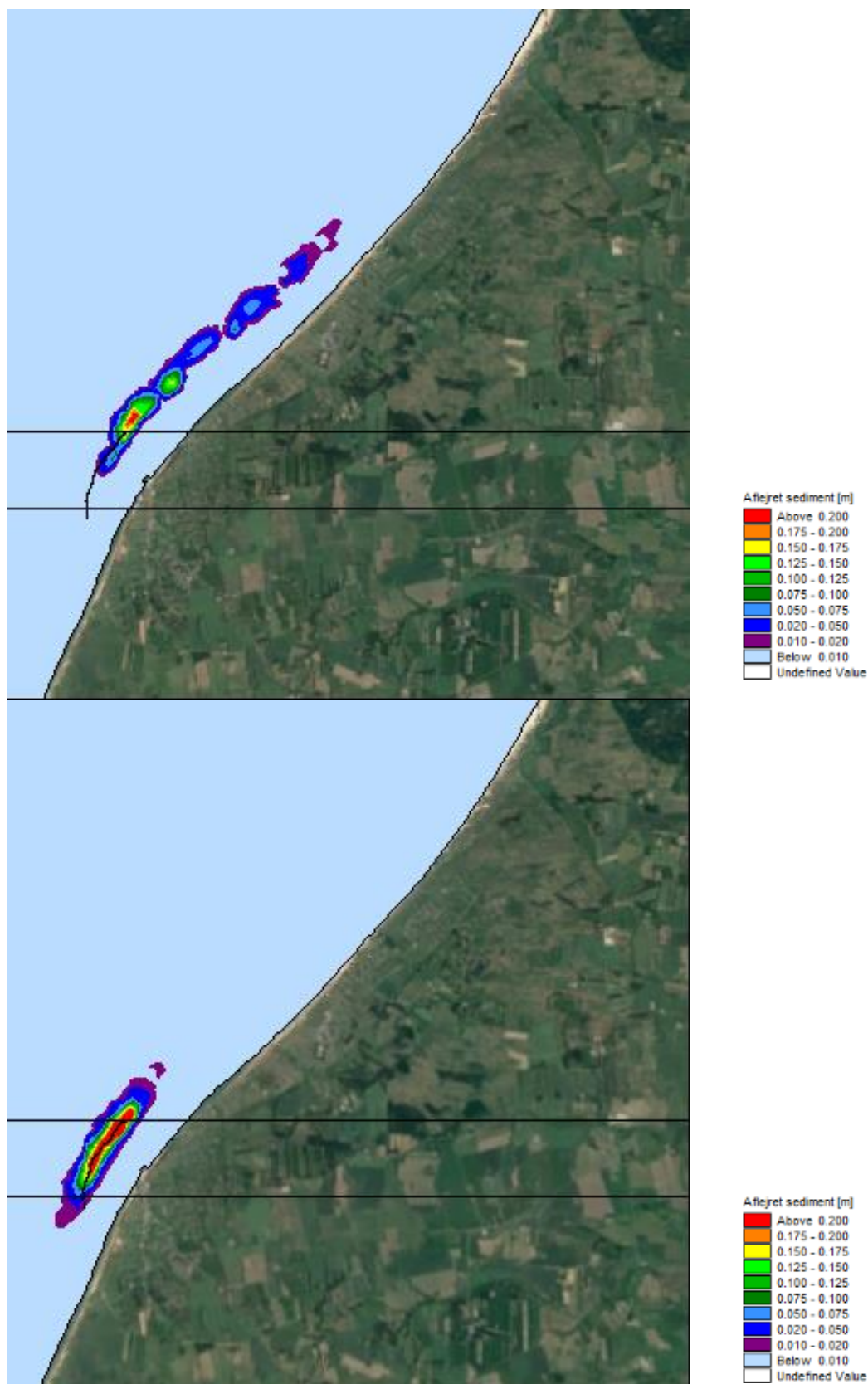
Figur 2-40. Varighed for overskridelse af en sedimentkoncentration på 10 mg/l med markering af området hvor den kystnære fodring gennemføres (vandrette sorte streger), når fodringen gennemføres med klapning med tre skibe (øverst) og med et skib (nederst).

Den maksimale udbredelse af sedimentfanen er for forskellige maks.-koncentrationer vist i figur 2-41.



Figur 2-41. Udbredelse af sedimentfanen baseret på maksimale koncentrationer.

Hovedparten af de fine sedimenter aflejres ligesom de grovere sedimenter inden for fodringsområdet eller i umiddelbar nærhed herfor. Udenfor en kilometer fra fodringslokaliteten er den maksimale aflejringstykkelse 7,5 cm, se figur 2-42. Som nævnt tidligere er der i modelleringen ikke inkluderet resuspension, hvilket betyder, at aflejringstykkelserne viser det første aflejningsområde for de modellerede sedimenter, men ikke at de sandsynligvis bringes i suspension igen og efterfølgende aflejres i områder med lave strømhastigheder



Figur 2-42. Sedimentafleriger for scenariet med rainbowing med to skibe for nordgående strøm (øverst) og stille (nederst). De horisontale linjer markerer fodringsområdet. Der har en udstrækning på ca. 1,1 km.

2.5 Kumulative effekter

Ved gennemførelse af andre aktiviteter, der giver anledning til en ændring af koncentrationen af suspenderet sediment i umiddelbar nærhed af fællesaftalestrækningen ved Lønstrup, og i samme periode som fællesaftalen dækker, kan give anledning til kumulative effekter, hvilket er nærmere beskrevet i det følgende.

2.5.1 Kumulative effekter ved samtidig sandfodring på strækningen ved Lønstrup eller ved sandfodring på nabostrækninger

Hjørring Kommune har ansøgt om tilladelse til sandfodring ved Hjørring Kommunes vestvendte kyst⁶⁶. Ansøgningen inkluderer en ti års periode (2019 – 2028) og indebærer en gennemsnitlig sandfodring (i form af enten kystnær fodring eller strandfodring) på 400.000 m³/år på strækninger ved Lønstrup, Løkken og Nr. Lyngby.

Formålet med ansøgningen fra Hjørring Kommune har været at stille en evt. tilladelse til sandfodring til rådighed overfor aktører, som således indenfor den nævnte ti års periode må ønske at gennemføre en lokal sandfodring indenfor de tre strækninger. Hvorvidt der er tale om revlefodring (ved klapning eller rainbowing) eller strandfodring, afgøres af konkrete forhold i det specifikke potentielle projekt på strækningerne (økonomi, kystprofil, rekreative interesse mv.).

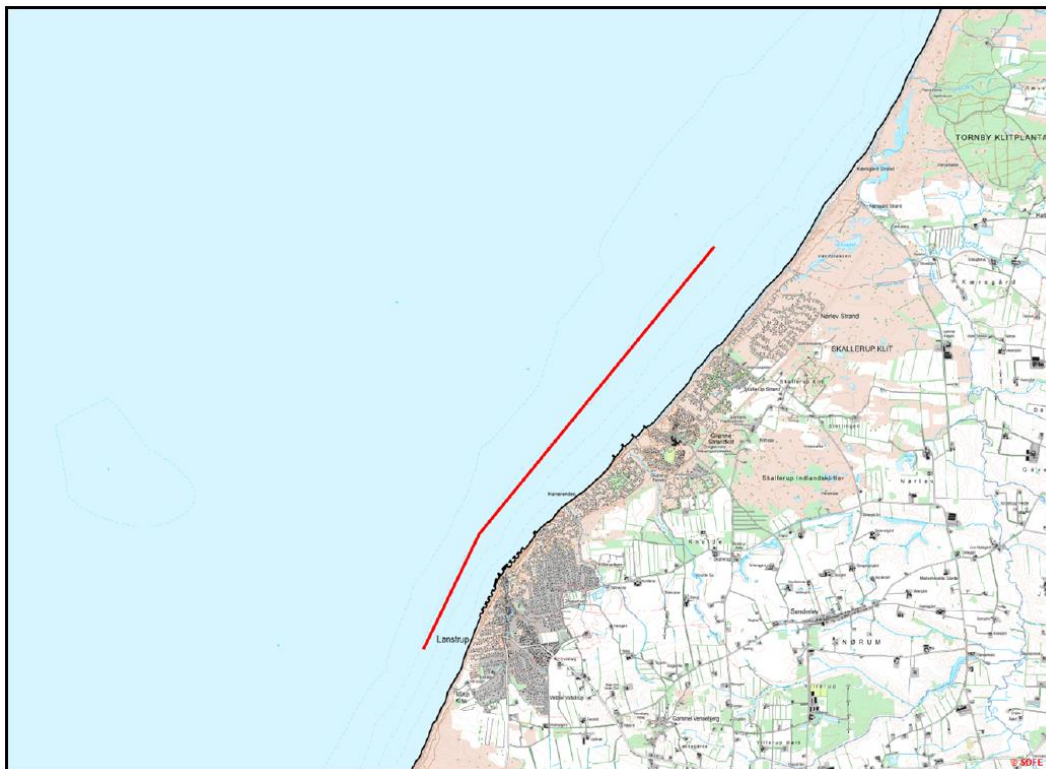
Den primære kilde til sand til sandfodringen er nyttiggørelse af sand fra oprensning i indsejlingen til Hirtshals Havn, hvor den årlige oprensningsmængde varierer imellem 300.000 – 700.000 m³, evt. suppleret med sand fra fællesområde 580-AA Jammerbugt.

De tre ansøgte projekter, som potentielt kan bevirke til kumulative effekter i form af bl.a. forøget koncentration af suspenderet sediment, øget varighed for overskridelse af en koncentration af suspenderet sediment på 10 mg/l, samt ændringer i kystprofilet, ved sandfodring i forbindelse med nærværende projekt på fællesaftalestrækningen ved Lønstrup, er nærmere beskrevet i det følgende.

Ansøgt projekt fra Hjørring Kommune vedr. sandfodring på strækning: Mårup Strand - Udemarken

Den ansøgte strækning fra Mårup Strand i syd til Udemarken i nord, se Figur 2-43, strækker sig over 7,5 km. Strækningen dækker den 1.100 meter lange fællesaftale strækning ved Lønstrup, og omfatter desuden et større antal grundejerforeninger, der har tilkendegivet ønske om at bidrage med sandfodring på projektstrækningen.

⁶⁶ Hjørring Kommune, Ansøgning om tilladelse til sandfodring ved Hjørring Kommunes vestvendte kyst.



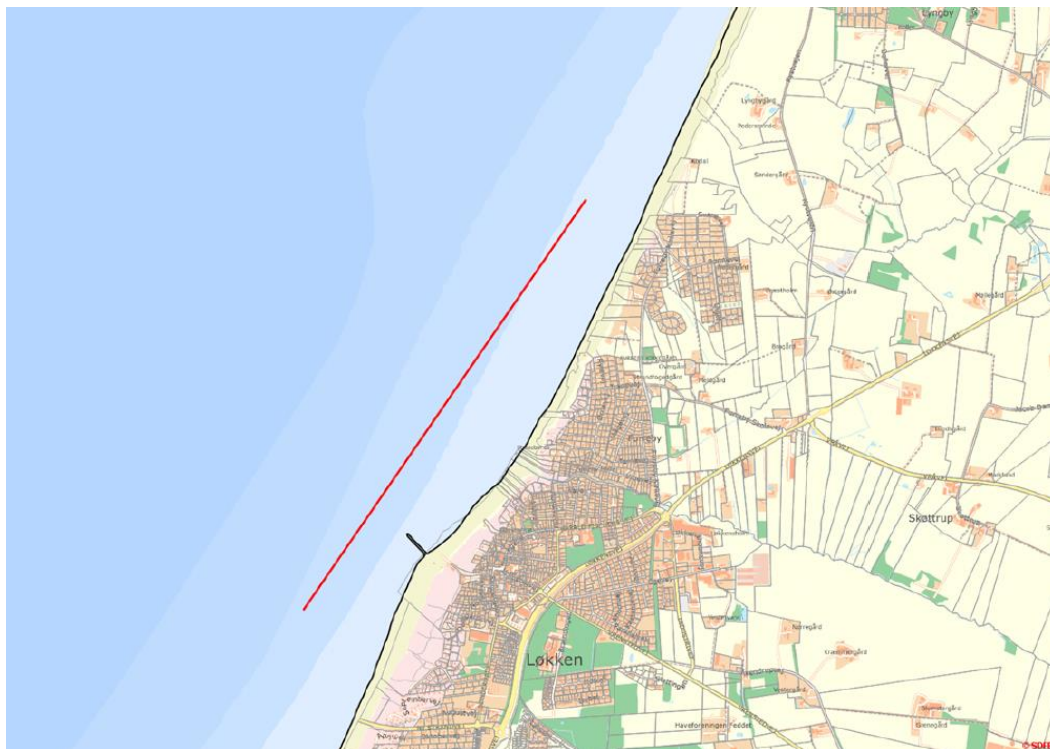
Figur 2-43. Illustration af strækning fra Mårup Strand til Udemarken.

De respektive foreninger på strækningen vil hver især bidrage økonomisk til projektet, afhængig af den ønskede sandfodring på strækningen, og der er således tale om sandfodring af varierende grad i et antal punkter langs projektstrækningen.

Af miljømæssige hensyn har Hjørring Kommune i ansøgningen begrænset sandfodringen til ikke at overstige 67.000 m³/år på strækningen syd for Lønstrup (Mårup Strand). Intensiteter samt frekvenser for sandfodringsaktiviteterne på den resterende del af strækningen er ikke specificeret i ansøgningen.

Ansøgt projekt fra Hjørring Kommune vedr. sandfodring på strækning: Løkken - Furreby

Den ansøgte strækning fra Løkken i syd til Furreby i nord, se Figur 2-44, strækker sig over ca. tre kilometer. Der er i ansøgningen ikke specificeret fodringsmængder, fodringsintensiteter og/eller frekvenser for sandfodringsaktiviteterne.



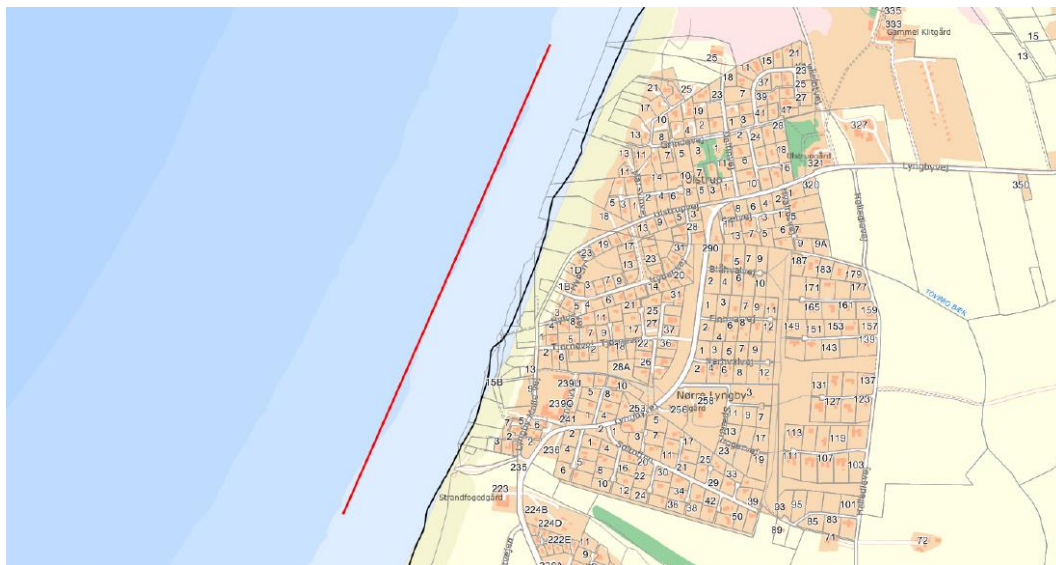
Figur 2-44. Illustration af strækning fra Løkken til Furreby.

Afstanden fra den ansøgte strækning til Fællesaftalestrækning Lønstrup er ca. ti kilometer, hvilket betyder, at der kan opstå en kumulativ effekt i form af øgede koncentrationer af suspenderet sediment og evt. varighed for overskridelse af en koncentration på 10 mg/l hvis sandfodringen gennemføres i samme periode og/eller samme år som sandfodringen på strækningen ved Lønstrup.

Ved sandfodring på fællesaftalestrækningen ved Lønstrup har de numeriske simuleringer vist, at en koncentration på 10 mg/l kan strække sig ca. 15 km langs kysten og en koncentration på 5 mg/l kan strække sig mere end 25 km langs kysten. Dermed vil der forekomme et overlap af sedimentfaner. Dette vil dog kun være tilfælde hvis der udføres arbejdet samtidigt.

Ansøgt projekt fra Hjørring Kommune vedr. sandfodring på strækning ved Nr. Lyngby

Den ansøgte strækning ved Nr. Lyngby, se Figur 2-45, strækker sig over ca. 1,3 km. Der er i ansøgningen ikke udspecificeret fodringsmængder, fodringsintensiteter og/eller frekvenser for sandfodringsaktiviteterne.



Figur 2-45. Illustration af strækning ved Nr. Lyngby.

Afstanden fra den ansøgte strækning til Fællesaftalestrækning Lønstrup er ca. seks kilometer, hvilket betyder, at der vil opstå en kumulativ effekt i form af øgede koncentrationer af suspenderet sediment og evt. varighed for overskridelse af en koncentration på 10 mg/l hvis sandfodringen gennemføres i samme periode og/eller samme år som sandfodringen på strækningen ved Lønstrup gennemføres.

Vurdering af kumulativ påvirkning fra sandfodringsaktiviteter på suspenderet sedimentkoncentration på Løkken-strækningen

De ansøgte sandfodringsaktiviteter på de tre strækninger ved Lønstrup, Løkken og Nr. Lyngby kan bevirke til en akkumulering af den suspenderede sedimentkoncentration, og kan desuden bevirke til en akkumulering af ændringer i kystprofilen. Disse kumulative effekter afhænger bl.a. af mængden af fint sand som tilføres vandsøjlen under sandfodringen, den specifikke geografiske lokalitet, sandfodringsintensiteten, spilmængden, placeringen af sandet i kystprofilen, sandfodringsmetoden, samt samtidigheden af sandfodringsaktiviteterne på de tre strækninger (og i øvrigt samtidigheden med sandfodringen på fællesaftalestrækningen).

Der er i ansøgningen fra Hjørring Kommune ikke givet en tilstrækkelig specifik projektbeskrivelse eller vurdering af miljøkonsekvenserne for de tre ansøgte strækninger til, at der i forbindelse med nærværende projekt kan foretages en analyse af potentielle kumulative effekter, dvs. en detaljeret analyse af påvirkningen af sedimentkoncentrationen, analyse af varigheden for overskridelse af en given sedimentkoncentration, eller en analyse af den akkumulerede ændring i kystprofilen efter sandfodringen. Det vurderes dog, at gennemførelsen af sandfodring på de tre strækninger omfattet af ansøgningen fra Hjørring Kommune vil give anledning til en øget påvirkning, da den geografiske udstrækning af sedimentfanen ved sandfodringen forventes at være væsentlig.

2.5.2

Kumulative effekter ved indvinding af sand fra indvindingsområder

Spredning af sediment i forbindelse med indvindingen af sand er behandlet og vurderet i en miljøkonsekvensvurdering for indvindingsområdet ved Skagen Rev⁶⁷. Heraf fremgår det, at det frigjorte sediment vil aflejres naturligt over et relativt begrænset område, dvs. i umiddelbar nærhed til indvindingsområdet. Desuden er det i en lignende VVM-redegørelse⁶⁸ for den sydlige belig-

⁶⁷ Orbicon. (2017). *Råstoftefterforskning på Skagens Rev*

⁶⁸ Orbicon. (2013). *VVM-redegørelse for indvinding af sand til kystfodring*

gende fællesaftalestrækning imellem Lodbjerg og Nymindegab konkluderet, at indvindingsaktiviteten ikke har nogen betydning for sedimentkoncentrationerne fra sandfodringsaktiviteterne på strækningen Lodbjerg – Nymindegab, da indvindingsområderne er beliggende i stor afstand til sandfodringslokaliteterne, og spredningen af sedimentet i forbindelse med indvindingen er lokal og dermed ikke strækker sig langt uden for indvindingsområdet. Vurderingen er baseret på spredningsberegninger gennemført i forbindelse med miljøkonsekvensvurderingerne.

Da indvindingsområdet ved Skagen Rev er beliggende i relativt stor afstand til strækningen ved Lønstrup vurderes det, at der ikke forekommer nogen kumulativ effekt fra sandindvindingsaktiviteten på koncentrationer af suspenderet sediment ved sandfodringsaktiviteten.

Såfremt der vælges et indvindingsområde tættere ved Lønstrup, vil dette ikke medføre kumulative effekter så længe andelen af fint stof ikke overstiger 12%, da det i afsnit 2.4 er forudsat at alt fint stof spildes ved sandfodringen og ikke ved indvindingen. Et spild i forbindelse med indvindingen vil reducere andelen af fint materiale i fodringsmaterialet.

2.5.3 Kumulative effekter ved indvinding af sand fra oprensningsaktiviteter

Såfremt sandet fra Hirtshals Havn indgår i sandfodringsmængden på strækningen ved Lønstrup (og dermed har et maksimalt indhold af fint materiale på 12 %) vil der ikke forekomme kumulative effekter, da en forudsætning for simuleringerne i afsnit 2.4 er, at alt sediment spildes ved den kystnære fodring og ikke under indvindingen.

Såfremt der oprenses sand ved Hirtshals Havn, som ikke anvendes til kystnær fodring ved Lønstrup, vil der kunne forekomme en kumulativ effekt i fht. suspenderet sediment (dvs. forøgelse af sedimentkoncentrationen), i tilfældet hvor de to aktiviteter (oprensning og kystnær fodring) gennemføres samtidigt, eller indenfor en periode på 24 timer. Den kumulative effekt vurderes dog at være marginal og helt lokal og vil ikke give anledning til en væsentlig forhøjelse af koncentrationen af suspenderet sediment. Sammenfald af sedimentfaner vil kun forekomme i tilfælde af, at sandfodringen ved Lønstrup gennemføres via rainbowng kombineret med stærk nordgående strøm. Desuden er koncentrationen af suspenderet sediment i vandsøjlen fra sandfodring ved Lønstrup lav, når sedimentfanen når Hirtshals.

2.6 Opsummering af overordnede forudsætninger / gyldighedsrammer for modelberegninger for sedimentspredning ved sandfodring

I det følgende gives en opsummering af overordnede forudsætninger og antagelser for den numeriske modellering af spredning af suspenderet sediment fra den kystnære sandfodring på strækningen ved Lønstrup. Forudsætningerne for den numeriske simulering danner således rammerne for resultaternes gyldighed.

Det skal pointeres, at nærværende afsnit udelukkende opridser de overordnede forudsætninger, og dermed ikke de specifikke forudsætninger, som ligger til grund for specifikke resultater i de foregående afsnit. Hertil henvises der til de specifikke afsnit, hvori resultaterne samt de specifikke modelforudsætninger foreligger.

2.6.1 Forudsætninger for kampagnemængder i forbindelse med kystnær fodring samt strandfodring

Sandfodring gennemføres enten som årlige kampagner eller en kampagne svarende til tre års mængder, afhængig af behov.

Kampagnemængder er:

- Ved årlige kampagner, i alt 204.000 m³/kampagne.
- Ved kampagner hvert tredje år, i alt 612.000 m³/kampagne

Den enkelte kampagne på strækningen gennemføres som strandfodring og/eller kystnær fodring.

I simuleringerne er der antaget anvendelse af sand med samme karakteristika som sand indvundet i område Skagens Rev. Såfremt der til strandfodringen samt den kystnære fodring anvendes sand fra alternative kilder, er konsekvenserne herfor indeholdt i de præsenterede resultater, så længe der forekommer samme d_{50} samt samme indhold af fint materiale $d < 0,125$ mm som forudsat i afsnit 2.1.2 samt afsnit 2.4.2.

2.6.2 Overordnede forudsætninger vedrørende strandfodring

Det er i modelleringerne generelt forudsat, at strandfodring og kystnær fodring ikke gennemføres samtidigt. Desuden er det forudsat, at strandfodring først gennemføres minimum 24 timer efter gennemførelsen af den kystnære fodring.

2.6.3 Overordnede forudsætninger i forbindelse med modellering af suspenderet sediment koncentration ved gennemførelse af kystnær fodring

De anvendte forudsætninger i simuleringerne danner rammerne for gyldigheden af de fremlagte resultater fra de numeriske simuleringer. Dette betyder således, at såfremt den kystnære fodring gennemføres indenfor de evaluerede rammer i modelsimuleringerne, kan der forventes suspenderede sedimentkoncentrationer, som er af samme størrelsesorden, eller lavere, sammenlignet med de præsenterede resultater fra simuleringerne.

Anvendte skibe til den kystnære fodring

Til simuleringerne er der som yderscenerier antaget enten klapning af alt materialet med 2.000 m³ skibe eller rainboring af alt materialet med 6.000 m³ skibe. Desuden er der antaget forskellige scenarier for antal samtidigt arbejdende skibe, defineret i Tabel 2-8.

Hertil forekommer der dog forskellige mellemliggende scenarier hvorfra påvirkningerne vurderes at være indeholdt af yderscenerierne. Bl.a. vurderes det, at såfremt der gennemføres den kystnære fodring med op til to skibe med en lastekapacitet på op til 6.000 m³, hvor op til 50 % udledes via klapning og min. 50 % udledes via rainboring, så vil påvirkningerne være indeholdt i resultaterne fra spredningsberegningerne gennemført for yderscenerierne.

Evaluerede kampagnescenarier til den kystnære fodring

Til simuleringerne for den kystnære fodring er der vurderet på følgende scenarier, som vurderes for værende yderscenerierne:

- Ved årlige kystnære kampagner fordeles sandet over en strækning på 500 meter syd for landingspladsen svarende til en maksimal fodringsintensitet på 400 m³/m.
- Ved kystnære kampagner hvert tredje år fordeles sandet over hele strækningen på 1.100 meter med en intensitet på 556 m³/m.

På samme vis som for anvendte yderscenerier for sandfodringsskibe, er der desuden mellemliggende scenarier for kampagnerne.

BILAG 6

EMISSIONER

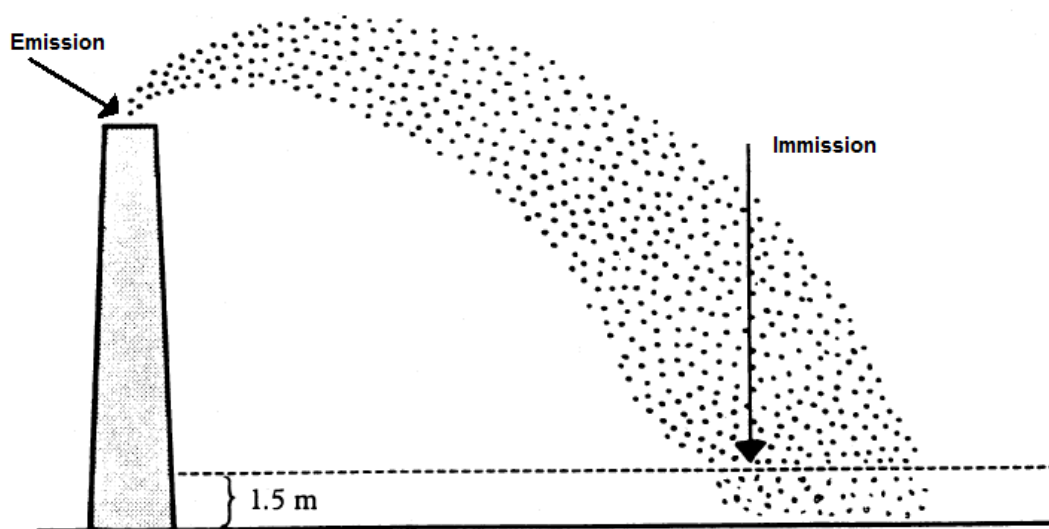


I det følgende beskrives de emissioner opstået i forbindelse med udførelse af kystbeskyttelse af strækningen Lønstrup. De beregnede emissioner anvendes efterfølgende til beregning af projektets klimapåvirkning, immissionskoncentrationsbidrag og N-deposition.

6.1 Grundlag for beregningerne

I det følgende benyttes betegnelserne emission og immission. De to begreber er illustreret på Figur 6-1. Emissionen er den mængde stof, der udledes pr. tidsenhed. Immissionen er den koncentration af stoffet, der på et givet tidspunkt findes i luften i omgivelserne. Som standard beregnes immissionen i en højde på 1,5 meter over jorden svarende til en næses højde.

Ved betegnelsen immissionskoncentrationsbidrag forstås en enkelt eller en gruppe af kilders bidrag til koncentrationen i omgivelserne.



Figur 6-1 Illustration af de to begreber, emission og immission¹².

Projektets forventede bidrag til luftforurening er beskrevet ved:

- Kortlægning af forurening til luften fra relevante kilder
- Beregning af emissioner
- Beregning af immissioner
- Beregning af kvælstofdeposition

I forbindelse med sandfodringsarbejder vil skibe og entreprenørmaskiner med dieselmotorer give anledning til lokal luftforurening. Forureningen består primært af:

- NO_x (Nitrogenoxider)
- CO (Kulilte)
- Partikler (støv)
- UHC og HC (Uforbrændte kulbrinter)
- SO_x (Svovloxider)
- CO₂ (Kuldioxid)
- Lugt

¹² Vejledning fra miljøstyrelsen Nr. 2 2001, Luftvejledningen

Emissioner fra entreprenørmaskiner på land

Emissioner fra entreprenørmaskiner, dvs. mobilt ikke vejgående udstyr, er reguleret via en typegodkendelsesordning¹³. På baggrund af maskinens motoreffekt fastsætter typegodkendelsen grænseværdier for indholdet af forurenende stoffer i udstødningen, kaldet emissionsfaktorer. Jo nyere en godkendelsesnorm maskinerne opfylder, des mindre emissioner fra entreprenørmaskinerne.

Det antages i det følgende, at de anvendte entreprenørmaskiner har en effekt større end 130 kWh og mindre end 560 kWh og overholder bekendtgørelsens krav til typegodkendelse Trin 3B, der har været gældende siden 2011. Dog, for lastbiler brugt til transport af sand via offentlige veje antages, at lastbilerne opfylder euro VI standard for emissionsfaktorer¹⁴.

Emissionen pr. time kan på den baggrund beregnes for hver type maskine ved brug af følgende formel:

$$Emission[g/h] = effekt[kW] \cdot belastning[\%] \cdot emissionsfaktor \left[\frac{g}{kWh} \right]$$

Belastningen af den enkelte maskine estimeres for hvert scenarie længere nede.

Der er ikke fundet viden om lugtemissioner fra de anvendte maskiner.

Emissioner fra skibe

Udstødningerne fra de skibenes motorer indeholder CO₂, NO_x, SO_x, CO, HC og partikler¹⁵, og skibenes emissioner er beregnet på baggrund af beregningsværktøjet DESMO distribueret af Danske Rederier¹⁶ med antagelser om skibenes ballast, last, brændstofforbrug, gennemsnitlige vejrlig samt opdeling på tre skibsstørrelser.

Immissionskoncentrationer

Der er foretaget beregninger af den aktivitet med skib og entreprenørmaskiner på land, der giver den største påvirkning af omgivelserne.

Immissionskoncentrationen i omgivelserne er beregnet med den meteorologiske spredningsmeteorologiske model OML (=Operationelle Meteorologiske Luftkvalitetsmodeller), der er udviklet af DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet.

Ved hjælp af OML-modellen beregnes stofkoncentrationen (immissionskoncentrationen) i området omkring forureningskilderne. Der er foretaget beregninger i punkter (kaldes receptorpunkter) ud til en afstand af tre kilometer. En af entreprenørmaskinerne vælges som centerpunkt for beregningen, og det forudsættes, at entreprenørmaskinen er placeret på kystlinjen.

Resultaterne præsenteres i skemaform med angivelse af, hvor langt fra kystlinjen den største koncentration findes, samt i hvilken afstand fra kystlinjen EU's og Arbejdstilsynets luftgrænseværdier for NO₂, CO og partikler er overholdt i alle retninger, jf. Tabel 6-1. Derudover præsenteres resultatet af NO₂ beregningerne visuelt, da NO₂ erfaringsmæssigt udgør den væsentligste emission fra motorer.

¹³ Bekendtgørelse nr. 1458 af 7. december 2015 om begrænsning af luftforurening fra mobile ikke-vejgående maskiner mv.

¹⁴ Euro VI Emission Limits, Annex I, EU Forordning 582/2011 af 25. Maj 2011.

¹⁵ Notat om beregning af bunker olie og emissioner, Rambøll Transport, 7. december 2018

¹⁶ <https://www.danishshipping.dk/politik/klimapolitik/beregningsvaerktoejr/>

Emissionen fra entreprenørmaskinerne indtastes i OML-modellen som punktkilder. Idet maskinerne bevæger sig, og dermed fordeler forureningen, er det antaget, at der i løbet af en dag arbejdes inden for et areal på 100 x 100 meter.

Emissionen fra skibet indtastes ligeledes som en punktkilde, da røggassen fra skibets pumpemotor ledes ud via et afkast. I beregningen placeres skibet vest for beregningens nulpunkt.

Der er desuden regnet med et fladt terræn, og ruhedslængden (overfladens friktionsevne i forhold til luftens bevægelse) er sat til 0,05 meter, hvilket svarer til åbent land uden læhegn. Alle receptorhøjder er sat til 1,5 meter svarende til et menneskes næses højde.

De beregnede immissionskoncentrationsbidrag sammenlignes med EU's grænseværdier¹⁷ og Arbejdstilsynets grænseværdier¹⁸ for beskyttelse af menneskers sundhed, jf. Tabel 6-1.

Stof	EU's luftkvalitetsgrænseværdi	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 i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides 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 6-1 Oversigt over EU's og Arbejdstilsynets grænseværdier for beskyttelse af menneskers sundhed.

Da EU's luftkvalitetsgrænseværdi for NO₂ højst må overskrides 18 gange på et år, midlet over en time, er det den 19. højeste timemiddelværdi, beregnet med OML-Multi, der skal sammenholdes med grænseværdien.

For CO grænseværdien gælder, at den omhandler den daglige maksimale otte timers middelværdi. CO immissionen er derfor beregnet som en maksimal otte timers glidende middelværdi.

Arbejdstilsynets grænseværdier gælder også en gennemsnitskoncentration over otte timer. NO₂- og partikelimmissioner er derfor også beregnet som en maksimal otte timers glidende middelværdi. Korttidsværdien for NO₂ kan ikke vises i beregningsresultaterne fra OML-modellen, idet der kun kan vises resultater ned til den maksimale timemiddelkoncentration. Vurderingen af korttidsværdien kan derfor kun ske ved vurdering af, om den maksimale timemiddelkoncentration er overskredet, i givet fald er korttidsværdien også overskredet.

¹⁷ Bekendtgørelse nr. 1472 af 12. december 2017 om vurdering og styring af luftkvaliteten.

¹⁸ Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 655 af 31. maj 2018, bilag 2 om grænseværdier for stoffer og materialer

EU's luftgrænseværdi for partikler gælder over et døgn og må højst overskrides 35 gange på et kalenderår. Derfor er det den 36. største døgnmiddelkoncentration, der er beregnet.

Depositionsberegning

Den maksimale påvirkning af nærtliggende naturområder kan vurderes gennem beregninger af kvælstofdeposition (afsætning).

I OML-modellen er indarbejdet en metode til at foretage simple estimater af deposition af partikler og gasser på lokal skala i Danmark. Metoden er udviklet af DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet med henblik på depositionsestimater i VVM-redegørelser i forbindelse med påvirkning af terrestrisk og marin natur.

I forbindelse med indtastning af data i OML-modellen skal der for alle receptorpunkter være defineret en overfladetype (eksempelvis vand, græs eller skov). Overfladetypen har betydning for de enkelte stoffers depositionshastighed, jf. Tabel 6-2.

	Vand (type nr. 1)	Græs (type nr. 2)	Skov (type nr. 3)
Tørdepositionshastighed, NO₂ cm/s	0,00022	0,6	1,2
Tørdepositionshastighed, NO cm/s	0,00004	0,1	0,2

Tabel 6-2. Tørdepositionshastigheder.

I dette tilfælde vælges type 2 – græs, da det betragtes som en worst case situation.

Inddata til beregningen er de samme som ved beregning af immissionskoncentrationen, men der regnes ikke med aktiviteter på nabodelstrækningerne, da de medtages beregningsmæssigt på en anden måde.

Da NO_x er meget lidt vandopløselig, kan der ses bort fra våddepositionen (afsætning forårsaget af regn) af nitrogenoxider. Der regnes derfor kun tørdeposition.

Det forudsættes som worst-case betragtning, at halvdelen af den udledte mængde af NO_x oxideres til NO₂ og resten udgør NO. I OML-beregningerne anvendes derfor en kildestyrke for NO₂ og NO, der hver især svarer til 50 % af NO_x, hvorefter der efterfølgende korrigeres til kvælstofdeposition ved multiplikation med forholdet mellem molmassen for henholdsvis N i NO₂ (14/46) samt N i NO (14/30).

Depositionsberegningen udføres som en vanlig OML-beregning, dog skal der forinden udføres en beregning af middelkoncentrationen for en periode på 10 år ved hjælp af meteorologiske data for en ti årsperiode (Aalborg 1974-1983) i stedet for som normalt et år (Kastrup 1976).

Udover at der er regnet worst-case, viser resultaterne N-depositionen for aktiviteter over et helt år. Da der er regnet på aktiviteter indenfor et areal på 100x100 m, hvor det antages, at aktiviteterne foregår over maksimalt en dag, er den beregnede N-deposition divideret med 365. På den måde fås det årlige bidrag fra sandfodringen til N-deposition for hver 100 meter strækning. Herefter vælges den største beregnede N-deposition i alle afstande fra beregningens nulpunkt til den videre bearbejdning af data.

Den maksimale N-deposition i et naturområde afhænger af, hvor længe der arbejdes på delstrækningen samt afstanden til naturområdet.

Det fremgår af beregningerne, at N-depositionen i en afstand af 1.000 meter fra beregningens nulpunkt og længere væk nærmer sig nul.

På den baggrund er det videre antaget, at der i et beregningspunkt sker N-deposition fra det nærmeste arbejdsareal samt fra arbejdsarealer 1.000 meter langs kysten på hver side af arbejdsarealet.

Antages det, at N-depositionen i et beregningspunkt falder lineært fra beregningens nulpunkt og ud til 1.000 meter, hvor depositionen er 0, kan den kumulerede maksimale deposition, fra aktiviteter langs kysten, i et beregningspunkt beregnes ud fra følgende formel:

$$Dep_{maks} = X + 2(X \cdot \frac{9}{10}) + 2(X \cdot \frac{8}{10}) + 2(X \cdot \frac{7}{10}) + 2(X \cdot \frac{6}{10}) + 2(X \cdot \frac{5}{10}) + 2(X \cdot \frac{4}{10}) + 2(X \cdot \frac{3}{10}) + 2(X \cdot \frac{2}{10}) + 2(X \cdot \frac{1}{10})$$

Hvor X er den beregnede maksimale deposition aflæst i en bestemt afstand fra beregningens nulpunkt – en aktivitet på arealet 100x100 meter. Det antages, at der over et år arbejdes på arealer på begge sider af beregningens nulpunkt ud til 1.000 meter. Arbejdes der på en kortere strækning over et år, vil den kumulerede deposition tilsvarende være mindre.

Resultaterne kan herefter sammenholdes med eventuelle tålegrænser for de relevante naturområder.

Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets emissioner er tilstrækkeligt, da der er foretaget en række antagelser, som betyder, at der anvendes worst case betragtninger.

6.2 Emissioner i perioden 2020-24

I forbindelse med sandfodringsarbejder forventes projektet at give anledning til emissioner fra:

- Skibe (losning samt sejlads til og fra kysten)
- Entreprenørmaskiner på land

Der er i kapitel 3 *Projektbeskrivelse* beskrevet fire scenarier for aktiviteter med entreprenørmaskiner på land kombineret med et skib eller tilkørsel over land.

Scenarie 1

Scenariet omfatter følgende:

Tre sandfodringskibe med laststørrelse 2.000 m³ opererer på kampagnen, som gennemføres enten som a) kystnær fodring og/eller b) strandfodring.

a) Kystnær fodring sker alene ved klapning.

b) Strandfodring sker ved indpumpning via bundliggende rørledning op til to ad gangen. Antal af skibe er tilpasset, så der aldrig er ventetid ved pumperørledningen, forventeligt to-tre skibe. På land arbejder to gravemaskiner med håndtering af rørledningen, og én gummiged supporterer med flytning af rørledning og gennemfører afretning til sidst efter indpumpning.

Scenarie 2

Scenariet omfatter følgende:

To sandfodringskibe med laststørrelse 6.000 m³ opererer på kampagnen, som gennemføres enten som a) kystnær fodring og/eller b) strandfodring.

a) Kystnær fodring sker ved delvis rainboring 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.

Scenarie 3

Scenariet omfatter følgende:

Ét sandfodringskib med laststørrelse 21.000 m³ opererer på kampagnen, som gennemføres enten som a) kystnær fodring og/eller b) strandfodring.

- a) Kystnær fodring sker alene ved indpumpning igennem flyderørledning. En mindre spraypon-toon positionerer flyderørledningen.
- b) Strandfodring sker ved indpumpning via flyderørledning eller bundliggende rørledning til stranden. På land arbejder to gravemaskiner med håndtering af rørledningen, og én gummiged supporterer med flytning af rørledning. Parallelt med indpumpning fordeler og afretter en dozer det indpumpede fyldsand.

Scenarie 4

Scenariet med en maksimal mængde på 75.000 m³ pr. år som tilkørsel over land omfatter:

- Fyldsandet som hentes syd for Hirtshals Havn opgraves og læsses på lastbiler. Der anvendes en gummiged og en gravemaskine til læsning.
- Fyldsandet transporteres via offentlig vej mellem Hirtshals og Lønstrup med op til syv lastbiler.
- Strandfodring sker efterfølgende ved tilkørsel over land, og på stranden ved Lønstrup indbygger to dumpers og to gummigeder fyldsandet.

Scenarie 4 skal forstås som en aktivitet, der vil foregå, i kombination med et af de tre øvrige scenarier der gennemføres, og er således en aktivitet, der foregår sideløbende med disse.

I det, der i hvert af scenarierne 1, 2 og 3, skal behandles den samme mængde sand, uafhængig af skibsstørrelsen, estimeres emissionerne fra entreprenørmaskinerne til opbygning, flytning og nedtagning af rørledningen ens for alle tre scenarier.

6.2.1

Emissioner fra entreprenørmaskiner

I forbindelse med sandfodring anvendes entreprenørmaskiner på land som dumper, gummiged, gravemaskine, dozer. Ved tilkørsel af sand over land benyttes lastbiler. Emissionsfaktorer for maskinerne er samlet i Tabel 6-3 og Tabel 6-4.

Maskine	Maks effekt pr. maskine, kWh	Emissionsfaktor, g/kWh			
		CO	HC	NO _x	Partikler
Dumper (25-50 tons)	130 < P < 560	3,5	0,19	2	0,025
Gummiged (15-30 tons)	130 < P < 560	3,5	0,19	2	0,025
Hydraulisk gravemaskine (20-50 tons)	130 < P < 560	3,5	0,19	2	0,025

Tabel 6-3. Emissionsfaktorer¹⁹ for entreprenørmaskiner.

Rørledning

Til strandfodring benyttes en rørledning, der består af segmenter, der antages at være fem meter lange. For strækningen ved Lønstrup på 1.130 meter skal der i alt bruges 226 rørsegmenter.

Til at opbygge og nedtage rørledningen benyttes en gravemaskine og en gummiged.

Gravemaskine til rørledning

En gravemaskine anvendes til at positionere, montere og stabilisere de enkelte rørsegmenter. Ved nedtagning skal der flyttes sand og samles rørsegmenter. Det antages, at hvert rørsegment monteres på 30 minutter, og at det tager samme tid at afmontere et rør. Tiden, der bruges på montering og nedtagning, bliver da 113 timer.

Gravemaskinen antages at have en motoreffekt på 203 kW og arbejder i gennemsnit ved 50% motorbelastning i forbindelse med opbygning og nedtagning af rørledningen.

Gummiged

Gummigeden sørger for at udlægge rørene langs stranden til gravemaskinen. Endvidere supporterer den med at montere segmenterne samt evt. ved indpumpning at flytte små mængder sand. Ved udlægning af rør antages, at disse skal flyttes fra en central position midt på strækningen og jævnt ud over stranden. Idet det antages, at gummigeden kører i gennemsnit 20 km/t og skal fordele 226 rør jævnt, hvor der i hvert læs er tre rør, foretager den 80 ture. Uniform fordeling af rørdlægning betyder, at en gennemsnitlig tur bliver 565 meter. Dermed bliver dens samlede tidsforbrug på 2,5 timer til udlægning af rør. Det antages, at den bruger samme tid i forbindelse med nedtagning af et rør. Gummigedens tidsforbrug bliver da fire timer til opsætning og nedtagning af rørledning.

Det antages endvidere, at gummigeden har en motoreffekt på 220 kW, og en motorbelastning på 50%.

Tidsestimaterne for gravemaskine og gummiged i forbindelse med opsætning og nedtagning af rørledning er den samme for scenarie 1, 2 og 3.

Gummigedens rolle i scenarie 1 og 2 er større end på scenarie 4. Det antages konservativt, at gummigeden i alle tre scenarier bruger 20 % af tiden, der pumpes ind på ad-hoc opgaver med flytning af sand. Her har den en motorbelastning på 50%. Dette svarer til hhv. 358, 168, og 23 timer på scenarie 1, 2 og 3.

På scenarie 1 og 2 skal gummigeden foruden opsætning og nedtagning af rørledning også tilrette stranden, efter sandet er pumpet ind. Dette antages at tage to arbejdsdage pr. km strand. Én

¹⁹ Bekendtgørelse nr. 1458 af 7. december 2015 om begrænsning af luftforurening fra mobile ikke-vejgående maskiner mv.

arbejdsdag er 7,5 timer. For strækningen ved Lønstrup tager tilretning af stranden således 17 timer. Igen antages en gennemsnitlig motorbelastning på 50 %.

Den sidste opgave for gummigeden er oprydning af arbejdspladsen. Denne antages at tage to arbejdsdage pr. arbejdsplads svarende til 15 timer på strækningen ved Lønstrup. Igen antages en gennemsnitlig motorbelastning på 50 %.

Dozer

På scenarie 3 benyttes en dozer til tilretning af stranden, efter der er pumpet sand ind på den. Her antages det konservativt, at dozeren kører non-stop i hele projektperioden, dvs. den tid skibet benytter på at sejle ud, hente sand op, sejle ind og læsse sand. I perioden arbejder dozeren med en belastning på 90 %. På scenarie 3 bruger dozeren således 522 timer. Dozeren antages at have en effekt på 134,5 kW.

Lastbiler

I scenarie 4 antages det, at syv lastbiler kører på offentlig vej, og én kører inden for arbejdsarealet på 100x100 meter. Lastbilerne antages at køre ad samme rute fra Hirtshals til Lønstrup. Endvidere er ruten 25 km lang, som kan tilbagelægges på 35 minutter både i lastet og tom tilstand. Fra *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3 vides det, at der flyttes 75.000 m³ sand hvert år fra 2020 til 2024, i alt 375.000 m³ sand. Det forventes, at lastbilerne bruger i gennemsnit 10 minutter på at blive lastet og samme tid til at losse. Hvert lastbilslæs har en volumen på 20 m³. Det betyder, at lastbilerne tilsammen skal køre 18.750 ture tur/retur, hvilket i alt giver en afstand på 904.000 km for hele perioden, og en samlet kørselstid eksklusiv lastning og losning på ca. 28.000 timer.

Givet kørselsbehovet kan et brændstofforbrug for lastbilerne estimeres. Til det formål benyttes resultatet af en test mellem seks forskellige lastbiler, der hver især fik målt deres forbrug, når de var lastet til en total vægt på 40 tons²⁰. Brændstoføkonomien for lastbilerne er i gennemsnit ca. fire kilometer per liter diesel. Det totale brændstofforbrug for kørsel bliver da 237.631 l diesel og et timeforbrug på cirka 8,5 liter per time.

For at estimere emissionerne fra lastbilerne anvendes:

- Motoreffekt ved tom og fuld kørsel samt ved lastning og losning
- Brændværdi for diesel
- Massefylde for diesel
- Emissionsfaktorerne for lastbilerne.

Motoreffekten for lastbilerne i ovennævnte test er ikke kendt. Lastbiler til tunge løft og lange ture kræver en relativt stor motoreffekt, og det antages, at lastbilerne hver yder 400 hk svarende til 294 kW.

Som brændværdi for diesel bruges en nedre grænse på 42,7 MJ/kg og en massefylde på 0,83 g/cm³. Når lastbilerne yder maksimal effekt har den en brændstoføkonomi på 30 liter pr time. Nu kan vi finde belastning eller den relative motorydelse ved kørsel i forhold til maksimal motorydelse, som er 35 %. Her forudsættes det, at brændstofforbruget per time er direkte relateret til belastning af motoren. Det antages, at de 35 % er uafhængig af, om lastbilen er tom eller fuldt lastet.

²⁰ https://www.transportmagasinet.dk/article/view/439071/scanias_lastbil_praemieret_igen

Emissionsfaktorerne antages at være defineret ved EURO VI standarden, som er givet i Tabel 6-4 og fastsætter en øvre grænse for emissionerne i mg per kWh.

CO (mg/kWh)	HC (mg/kWh)	NOx (mg/kWh)	NH ₃ (mg/kWh)	Particle mass (mg/kWh)
4000	160	460	10	10

Tabel 6-4. Emissionsfaktorer for lastbiler i EURO VI standarden, EU-forordning 582/2011 af 25. Maj 2011. Forordningen foreslår to forskellige testcyklusser, hvor der her er benyttet den mest konservative testcyklus.

Hvor meget lastbilens motor arbejder ved lastning og losning, kendes ikke. Det antages, at den ved lastning står i tomgang og belastes 1 %, mens den under losning arbejder 10 % af tiden.

Dermed fås tids- og energiforbrug for lastbilerne til transport af sand fra Hirtshals til Lønstrup, som vist i Tabel 6-5

Tilstand	Tid (timer)	Energiforbrug (kWh)
Kørsel, fyldt	10.900	1.119.100
Kørsel, tomt	10.900	1.119.100
Stille, laster	3.100	9.200
Stille, losser	3.100	91.900

Tabel 6-5. Tids- og energiforbrug for lastbilerne.

Kombineres Tabel 6-5 med Tabel 6-6 fås den totale emission i kg af CO, CO₂, NOx, HC, NH₃ og små partikler.

Emissioner (kg)	CO	HC	NOx	NH ₃	Particle mass	CO ₂
Kørsel, fyldt	4.500	200	500	10	11	739.000
Kørsel, tomt	4.500	200	500	10	11	739.000
Stille, laster	0	0	0	0	0	6.000
Stille, losser	400	0	0	0	1	61.000
Total	9.400	400	1100	20	23	154.5000

Tabel 6-6. Emissioner i kg for lastbilerne. CO₂ udledningen er estimeret ved antage et CO₂ til CO forhold på 165.

Dumpers

Efter lastbilerne har transporteret sandet til Lønstrup, læsses det med en gravemaskine på en dumper, der fordeler sandet jævnt langs kysten. Med en uniform fordeling af standen langs strækningen bliver den gennemsnitlige kørselsafstand per tur (tur/retur) 565 meter. Det antages, at dumperen maksimalt kan fragte 15,8 m³, hvor den maksimalt fragter 80 % af fuld last per tur. Dumperne foretager dermed i alt 29.668 ture svarende til 167.262 km. Det antages, at dumperne kører med 30km/t i snit, hvorfor deres aktivitet tager i alt 559 timer. Hver dumper har en motoreffekt på 296 kW og kører med en motorbelastning på 75% i lastet stand og 35 % i tom stand.

Gravemaskine til læsning af dumpers:

Dumperne læsses af en gravemaskine. Gravemaskinen antages at have en middel skovlstørrelse på 5,1 ton pr. løft, og at hvert løft indeholder 80 % heraf. For en massefylde for sand på 1.600 kg/m³ er der i hver skovl 2,55 m³. Det antages, at hver skovllæs tager 30 sekunder. Dermed vil gravemaskinen være aktiv med læsning af dumpers i 247 timer. Gravemaskinens effekt antages at være 203 kW, og motorbelastningen er i snit 50 % af fuld ydelse. Dermed bliver energiforbruget 25.155 kWh. Emissionerne findes nu vha. af Tabel 6-3.

De totale emissioner fra scenarierne, givet forudsætningerne ovenfor bliver da som vist i Tabel 6-7.

Emissioner (kg)	CO ₂	CO	HC	NO _x	partikler
Scenarie 1	33.000	200	10	100	0
Scenarie 2	16.500	100	10	100	1
Scenarie 3	49.500	300	20	200	2
scenarie 4	1.666.500	10.100	400	1.500	30

Tabel 6-7. Totale emissioner i kg for hvert af de fire scenarier. CO₂ udledningen er estimeret ved antage et CO₂ til CO forhold på 165.

6.2.2

Emissioner fra skibe

Der er foretaget en beregning af emissioner fra de skibe, der anvendes i forbindelse med kystbeskyttelsesarbejder²¹. Beregningerne er foretaget på situationerne: Sejlads med tomt skib, sejlads med fuldt skib og losning og fordelt på tre skibsstørrelser, der almindeligvis anvendes i forbindelse med kystbeskyttelsesarbejder. Resultaterne er angivet i tabellerne nedenfor.

Emissioner	Scenarie 1a			Scenarie 1b		
	Tom	Fuld	Losning	Tom	Fuld	Losning
CO₂, kg	778.400	707.400	37.300	778.400	707.400	597.000
NO_x, kg	12.300	11.100	600	12.300	11.100	9.400
SO_x, kg	500	500	20	500	500	400
CO, kg	600	600	30	600	600	500
HC, kg	600	600	30	600	600	500
Partikler, kg	300	300	20	300	300	300

Tabel 6-8. Emissioner ved forskellige aktiviteter i scenarie 1a og 1b, lastekapacitet 2.000 m³.

Emissioner	Scenarie 2a			Scenarie 2b		
	Tom	Fuld	Losning	Tom	Fuld	Losning
CO₂, kg	516.000	441.700	310.600	516.000	441.700	414.200
NO_x, kg	8.100	7.000	4.900	8.100	7.000	6.500
SO_x, kg	300	300	200	300	300	300
CO, kg	400	400	300	400	400	300
HC, kg	400	400	300	400	400	300
Partikler, kg	200	200	100	200	200	200

Tabel 6-9. Emissioner ved forskellige aktiviteter i scenarie 2a og 2b, lastekapacitet 6.000 m³.

²¹ Notat om Beregning af bunker olie og emissioner, Rambøll den 11. januar 2019.

Emissioner	Scenarie 3a/3b		
	Tom	Fuld	Losning
CO ₂ , kg	400.800	385.700	547.000
NO _x , kg	6.300	6.100	8.600
SO _x , kg	300	300	400
CO, kg	300	300	400
HC, kg	300	300	400
Partikler, kg	200	200	200

Tabel 6-10. Emissioner ved forskellige aktiviteter i scenarie 3a og 3b, lastekapacitet 21.000 m³.

Der er et højere forbrug ved tom last, da skibet sejler med 40 % ballast, for at sikre at skibets skruer er under vandets overflade. Dette er ikke den optimale tilstand, hvormed der er større modstand, når skibet sejler. Dette betyder et øget forbrug i forhold til, når skibet har fuld last.

De samlede emissioner fremgår af nedenstående tabel, hvoraf det kan observeres, at scenarie 1b, er det scenarie, hvor de største emissioner fremkommer. Dvs. scenariet hvor strandfodring sker ved indpumpning via bundliggende rørledning med skibe med en lastekapacitet på 2.000 m³.

	Scenarie 1a	Scenarie 1b	Scenarie 2a	Scenarie 2b	Scenarie 3a/b
CO ₂ , kg	1.523.200	2.082.900	1.268.300	1.371.800	1.333.500
NO _x , kg	24.000	32.800	20.000	21.600	21.000
SO _x , kg	1.000	1.400	800	900	900
CO, kg	1.300	1.700	1.000	1.100	1.100
HC, kg	1.300	1.700	1.000	1.100	1.100
Partikler, kg	700	900	600	600	600

Tabel 6-11. Oversigt over samlede emissioner fra skibe under hele kampagnen fordelt på de tre scenarier.

6.2.3

Totale emissioner skibe og entreprenørmaskiner

De samlede emissioner for skibe og entreprenørmaskiner er opgjort i Tabel 6-12. Heraf fremgår det, at scenariet hvor strandfodring sker ved indpumpning via bundliggende rørledning med skibe med en lastekapacitet på 2.000 m³, dvs. scenarie 1b, er det scenarie, hvor de største emissioner fremkommer. Herefter kommer scenariet med kørsel med lastbiler, dvs. scenarie 4, hvad angår CO₂, og ellers scenarie 1a. Det er således de mindste skibe, der giver anledning til den største udledning af emissioner, når der ses bort fra lastbilerne.

Emissioner (kg)	CO ₂ , kg	NO _x , kg	SO _x , kg	CO, kg	HC, kg	Partikler
Scenarie 1a	1.523.200	24.000	1.000	1.300	1.300	700
Scenarie 1b	2.115.900	32.900	1.400	1.900	1.710	900
Scenarie 2a	1.268.300	20.000	800	1.000	1.000	600
Scenarie 2b	1.388.300	21.700	900	1.200	1.110	601
Scenarie 3a/b	1.383.000	21.200	900	1.400	1.120	602
Scenarie 4	1.666.500	1.500	0	10.100	400	29

Tabel 6-12. Totale emissioner for hele perioden 2020-24 på alle scenarier.

6.3 Immissionskoncentrationer

Anvendelse af skibe og entreprenørmaskiner medfører emissioner, der kan påvirke både mennesker og natur. Vurdering af påvirkninger sker gennem beregning af immissionskoncentrationer og deposition af kvælstof i OML-modellen.

Det vurderes, at en worst case betragtning udgøres af en kombination af entreprenørmaskiner og skib under losning i scenarierne 1 til 3. Idet der ikke er aktiviteter på land i forbindelse med kystnær fodring foretages der ikke en vurdering af påvirkningen fra denne aktivitet.

Den største emission fra skibene forekommer under aktiviteten losning. Der foretages derfor beregninger, hvor skibet er i gang med losning, og worst case betragtningen er, at der altid ligger et skib klar til at afløse samt, at alle entreprenørmaskinerne arbejder med 80 % effektivitet.

Immissionsberegningerne udføres under den worst case antagelse, at der sandfodres over et helt år, sådan at de værste tænkelige vejrforhold indgår i beregningen af immissionskoncentrationer.

Beregning af immissionskoncentrationer

I OML-modellen indtastes data for de forurenende kilder.

På baggrund af formelen i tabel 11 i tillæg til luftvejledningen²² og en antagelse om at skibsbrændslet er fuelolie og brændslet for entreprenørmaskiner er diesel kan røggasmængden ved forbrænding af 1 kg brændsel beregnes:

$$\text{Røggasmængde [Nm}^3\text{/h, våd]} \text{ ved afbrænding af 1 kg fuel} = 1,29 + \frac{211}{21 - \% O_2}$$

$$\text{Røggasmængde [Nm}^3\text{/h, våd]} \text{ ved afbrænding af 1 kg dieselolie} = 1,41 + \frac{221}{21 - \% O_2}$$

Brændstofmængden kan beregnes på baggrund af entreprenørmaskinernes effekt, belastning (80 %) samt diesels nedre brændværdi på 41,9 MJ/kg efter følgende formel:

$$\text{Brændstofmængde [kg/h]} = \frac{\text{Effekt [J/s]} \cdot 0,8}{\text{Diesels nedre brændværdi [J/kg]}} \cdot 3.600 \text{ [s/h]}$$

Ud fra viden om brændstofforbruget for de tre skibsstørrelser og entreprenørmaskinerne samt en antagelse om, at iltindholdet i røggassen er 10 % kan røggasmængderne beregnes (jf. Tabel 6-13).

Entreprenørmaskine	Beregnet røggasmængde, Nm ³ /h
Lastbil	443,4
Gravemaskine	410,8
Gummiged	325,1
Dumper	694,6
Lille skib	3.930,6
Mellem skib	8.209,2
Stort skib	27.575,5

Tabel 6-13. Produceret Nm³ våd røggas pr time ved forbrænding af fuelolie i skib og dieselolie i entreprenørmaskiner.

²² 6. supplement til Luftvejledningen (vejledning nr. 2 2001) – Kapitel 6 om energianlæg, Miljøstyrelsen af 19. december 2017

Der er foretaget en beregning af immissionskoncentrationen af CO, NOx og partikler under anvendelse af de 4 Scenarier og inddata til OML-beregningerne er angivet i Tabel 6-14 til Tabel 6-17. Idet strækningen ikke er opdelt i delstrækninger, så regnes der ikke med samtidige aktiviteter på nabodelstrækninger.

	Gravemaskine	Gummiged	Lille skib
Koordinatsæt	(0,0), (75,25)	(25,75)	(-550,0)
Skorstenshøjde, m	3	3	20**
Afkastdiameter, indvendig, m	0,15	0,15	1**
Afkastdiameter udvendig, m	0,15	0,15	1**
Luftmængde (våd), Nm³/h	411	325	3.931
Kildestyrke, CO g/s	0,22	0,17	0,14*
Kildestyrke, NO₂ g/s****	0,06	0,05	1,35*
Kildestyrke, partikler g/s	0,0015	0,0012	0,08*
Temperatur, °C***	250	250	250

Tabel 6-14. Data til OML-beregning efter scenarie 1. * Emissioner fra skibe under losning omregnet til g/s. ** Antaget på baggrund af datablade for skibe. *** Antaget på baggrund af andre miljøvurderingsrapporter. **** Det antages, at maksimalt 50 % af den udledte NOx foreligger som NO₂ i beregningspunkterne.

	Gravemaskine	Gummiged	Mellem skib
Koordinatsæt	(0,0), (75,25)	(25,75)	(-800,0)
Skorstenshøjde, m	3	3	27**
Afkastdiameter, indvendig, m	0,15	0,15	1,75**
Afkastdiameter udvendig, m	0,15	0,15	1,75**
Luftmængde (våd), Nm³/h	411	325	8.209
Kildestyrke, CO g/s	0,22	0,17	0,29*
Kildestyrke, NO₂ g/s****	0,06	0,05	2,81*
Kildestyrke, partikler g/s	0,0015	0,0012	0,16*
Temperatur, °C***	250	250	250

Tabel 6-15. Data til OML-beregning efter scenarie 2. * Emissioner fra skibe under losning omregnet til g/s. ** Antaget på baggrund af datablade for skibe. *** Antaget på baggrund af andre miljøvurderingsrapporter. **** Det antages, at maksimalt 50 % af den udledte NOx foreligger som NO₂ i beregningspunkterne.

	Gravemaskine	Gummiged	Stort skib
Koordinatsæt	(0,0), (75,25)	(25,75)	(-1200,0)
Skorstenshøjde, m	3	3	34**
Afkastdiameter, indvendig, m	0,15	0,15	2,5**
Afkastdiameter udvendig, m	0,15	0,15	2,5**
Luftmængde (våd), Nm³/h	411	325	27.576
Kildestyrke, CO g/s	0,22	0,17	0,94*
Kildestyrke, NO₂ g/s****	0,06	0,05	9,07*
Kildestyrke, partikler g/s	0,0015	0,0012	0,51*
Temperatur, °C***	250	250	250

Tabel 6-16. Data til OML-beregning efter scenarie 3. * Emissioner fra skibe under losning omregnet til g/s. ** Antaget på baggrund af datablade for skibe. *** Antaget på baggrund af andre miljøvurderingsrapporter. **** Det antages, at maksimalt 50 % af den udledte NOx foreligger som NO₂ i beregningspunkterne.

	Gummiged	Dumper	Lastbil
Koordinatsæt	(0,100), (25,50)	(0,0), (75,75)	(100,0)
Skorstenshøjde, m	3	3	3
Afkastdiameter, indvendig, m	0,15	0,15	0,15
Afkastdiameter udvendig, m	0,15	0,15	0,15
Luftmængde (våd), Nm ³ /h	325	695	443
Kildestyrke, CO g/s	0,17	0,37	0,23
Kildestyrke, NO ₂ g/s****	0,05	0,11	0,07
Kildestyrke, partikler g/s	0,0012	0,0026	0,0017
Temperatur, °C***	250	250	250

Tabel 6-17. Data til OML-beregning efter Scenarie 4. * Emissioner fra skibe under losning omregnet til g/s. ** Antaget på baggrund af datablade for skibe. *** Antaget på baggrund af andre miljøvurderingsrapporter. **** Det antages, at maksimalt 50 % af den udledte NO_x oxideret til NO₂ i beregningspunkterne.

Beregningerne findes vedlagt som bilag 7 *Emissioner - Resultater* og giver resultater for CO, NO_x og partikler, som angivet i Tabel 6-18 til Tabel 6-20.

	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3	Scenarie 4
EU's luftgrænseværdi	CO: 10 mg/m³, daglig maksimal 8-timers middelværdi			
Beregnet CO koncentration (8 timers glidende middelværdi) mg/m ³	0,79	0,79	0,79	1,09
Afstand til nulpunkt*, m	100	100	100	100
Retning i forhold til beregningens nord, grader	70	70	70	40
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor EU's luftgrænseværdi er overholdt på land	Overholdes i alle beregningspunkter	Overholdes i alle beregningspunkter	Overholdes i alle beregningspunkter	Overholdes i alle beregningspunkter
Arbejdstilsynets grænseværdi	CO: 23 mg/m³, Gennemsnitskoncentration over otte 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 0,79 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 0,79 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 0,79 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 1,09 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 6-18. Oversigt over immissionskoncentrationen af CO beregnet for de fire Scenarier. * Nulpunktet er beregningens nulpunkt og kan være et tilfældigt sted langs kysten.

	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3	Scenarie 4
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	269	269	269	322
Afstand til nulpunkt*, m	100	100	100	100
Retning i forhold til beregningens nord, grader	70	70	70	30
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.	Overholdes fra imellem 100 og 150 meter fra nulpunktet.	Overholdes fra imellem 150 og 200 meter fra nulpunktet.
Arbejdstilsynets grænseværdi	NO₂: 0,96 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 0,22 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 0,22 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 0,22 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 0,32 mg/m ³ . Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter
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 timemiddeldkoncentration beregnet til 0,29 mg/m ³ . Da den maksimale timemiddeldkoncentration 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 timemiddeldkoncentration beregnet til 0,29 mg/m ³ . Da den maksimale timemiddeldkoncentration 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 timemiddeldkoncentration beregnet til 0,29 mg/m ³ . Da den maksimale timemiddeldkoncentration 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 timemiddeldkoncentration beregnet til 0,36 mg/m ³ . Da den maksimale timemiddeldkoncentration overskrider grænsen for korttidsværdien, vurderes korttidsværdien at være overholdt i alle beregningspunkter

Tabel 6-19. Oversigt over immissionskoncentrationen af NO₂ beregnet for de fire Scenarier. * Nulpunktet er beregningens nulpunkt og kan være et tilfældigt sted langs kysten.

	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3	Scenarie 4
EU's luftgrænseværdi	Partikler (PM₁₀): 50 µg/m³ (døgnmiddelværdi). Må ikke overskrides mere end 35 gange pr. kalenderår			
Beregnet partikelkoncentration (36 største døgn-middelmiddelkoncentration) µg/m³	1,35	1,32	1,40	1,36
Afstand til nulpunkt*, m	100	100	100	50
Retning i forhold til beregningens nord	70	70	70	10
Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor grænseværdien er overholdt på land	Overholdes i alle beregningspunkter	Overholdes i alle beregningspunkter	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 0,0054 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 0,0054 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 0,0054 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 0,0076 mg/m³. Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer at være overholdt i alle beregningspunkter

Tabel 6-20. Oversigt over immissionskoncentrationen af partikler beregnet for de fire scenarier. * Nulpunktet er beregningens nulpunkt og kan være et tilfældigt sted langs kysten.

Det fremgår af Tabel 6-18 til Tabel 6-20, at den væsentligste emission udgøres af NO₂. NO₂ emissionen overskrider, i nogle beregningspunkter, EU's luftgrænseværdi uden, at der er taget højde for baggrundsværdien i området, men overholder Arbejdstilsynets grænseværdi.

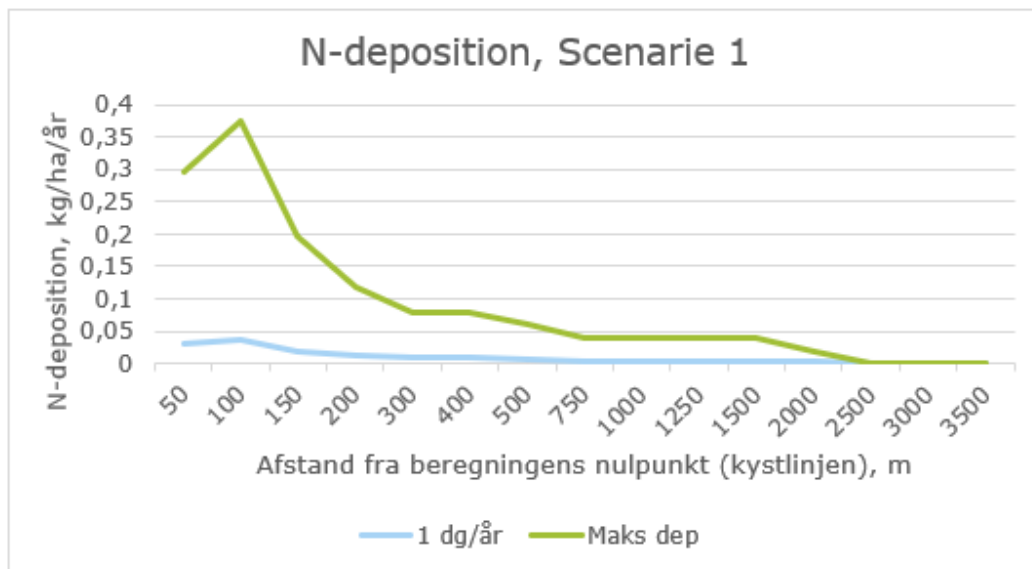
CO-emissionen og partikelemissionen overholder EU's og Arbejdstilsynets luftgrænseværdier i alle beregningspunkter.

6.4 Beregning af deposition

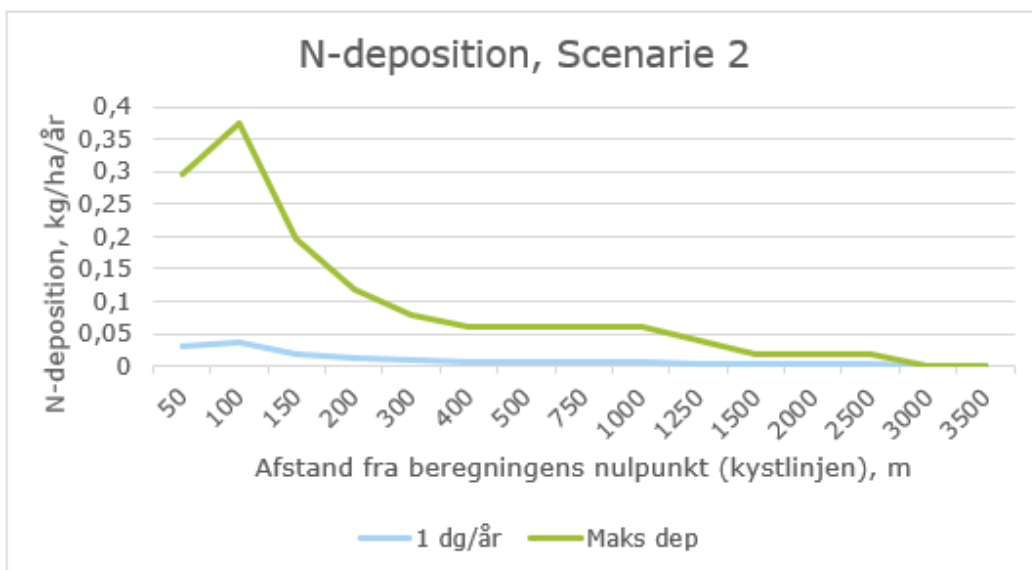
Der er foretaget beregninger af kvælstofdepositionen. Beregningerne er foretaget med anvendelse af den beregnede NO₂-emission, idet det antages at 50 % er oxideret til NO₂ i recdeptor-punkterne og resten af NO_x udgøres af NO.

OML-Beregningerne findes vedlagt som bilag 7 *Emissioner - resultater* og giver resultater af henholdsvis NO₂ og NO depositionerne for hver af de fire scenarier til sandfodring. Resultaterne er efterfølgende omregnet til N-deposition ved multiplikation af forholdet mellem molmassen for N i NO₂ (14/46) og N i NO (14/30), og den maksimale N-deposition i hver afstand fra beregningens nulpunkt er fundet. Derefter er der foretaget en korrektion for antal arbejdsdage samt for den kumulerede N-deposition fra andre arbejdsarealer til sandfodring i afstande ud til 1.000 meter.

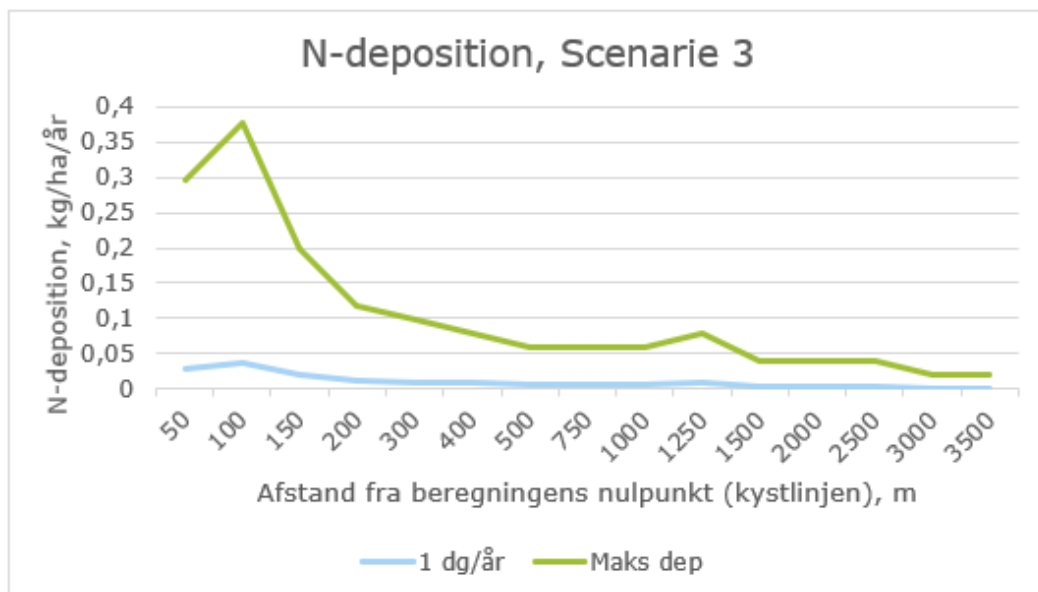
Resultaterne af OML-beregningerne for deposition er nedenfor præsenteret for de fire scenarier som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt (en entreprenørmaskine placeret i strandkanten), jf. Figur 6-2 til Figur 6-5.



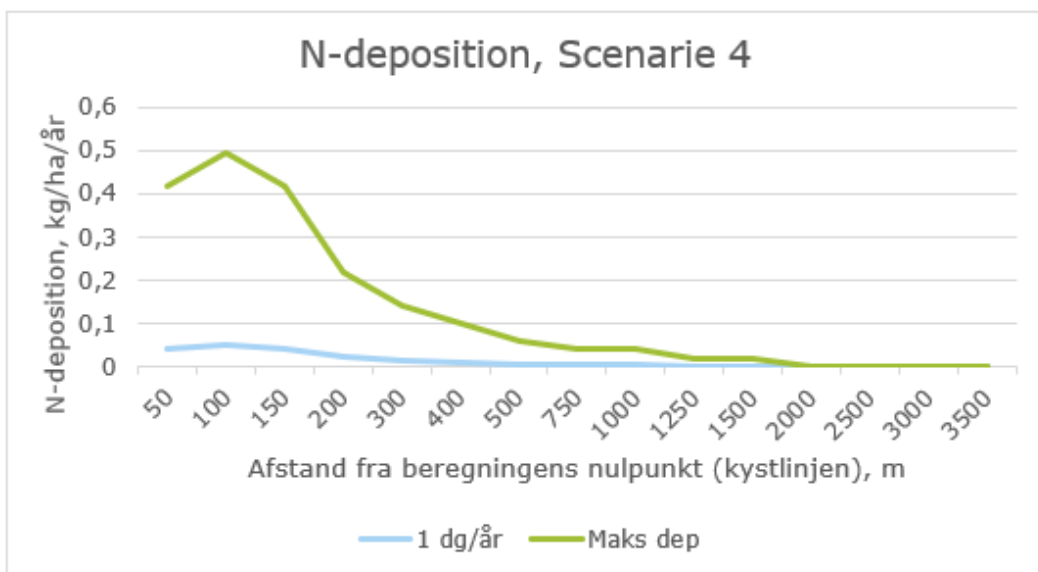
Figur 6-2. Beregnet maksimal N-deposition som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt under anvendelse af scenarie 1. Den blå kurve viser N-depositionen fra aktiviteter på et areal på 100x100 meter (over en dag,) og den grønne kurve viser den maksimale N-deposition som over en strækning på 1.000 meter på begge sider af arealet.



Figur 6-3. 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.



Figur 6-4. Beregnet maksimal N-deposition som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt under anvendelse af scenarie 3. 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 6-5. Beregnet maksimal N-deposition som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt under anvendelse af scenarie 4. 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 6-21. Resultaterne skal herefter sammenholdes med baggrundsbelastningen i det enkelte naturområde samt dets tålegrænse, hvilket gøres i kapitel 16 *Natur på land*.

	Maksimal kumuleret N-deposition kg/ha/år	Afstand fra nulpunkt til beregningspunkt, m	Retning fra nord, grader
Scenarie 1	0,38	100	70
Scenarie 2	0,38	100	70
Scenarie 3	0,38	100	70
Scenarie 4	0,5	100	30

Tabel 6-21 Oversigt over den maksimalt beregnede N-deposition for de fire scenarier i ét beregningspunkt.

BILAG 7

EMISSIONER - RESULTATER



RAMBOLL

Immissionkonzentration Scenarie 1

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 760101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 761231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: Kastrup

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader).
Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i
skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler
med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	CO Q2	Partik Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.2200	1.50E-03
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.2200	1.50E-03
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.1700	1.20E-03
4	Lil	-550.	0.	0.0	20.0	250.	1.09	1.00	1.00	0.0	1.3500	0.1400	0.0800

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	2.7	3.0

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:34
Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side 3

Side til advarsler.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimalt timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	153	191	65	48	38	37	33	28	30	24	17	11	9	8	8	8	8
10	169	198	82	47	35	33	31	26	24	29	16	11	9	7	6	6	6
20	179	253	106	69	44	30	28	27	22	21	23	17	13	8	6	6	6
30	168	189	75	44	35	28	26	23	23	23	18	21	21	18	15	13	13
40	140	155	66	42	32	27	23	23	23	21	18	13	14	14	13	13	13
50	168	157	72	44	33	29	25	21	22	22	19	12	10	8	7	7	7
60	193	216	77	52	39	34	28	25	22	20	18	14	10	8	7	7	7
70	205	289	99	71	48	43	35	36	35	34	26	17	12	9	7	7	7
80	201	236	133	75	58	48	37	38	39	39	35	28	23	20	17	17	17
90	179	209	74	59	55	52	43	41	39	36	26	18	15	13	11	11	11
100	146	133	72	43	41	39	38	36	34	31	23	14	9	8	7	7	7
110	123	94	64	40	33	32	27	22	20	19	15	11	9	7	6	6	6
120	121	78	53	38	31	27	24	22	19	19	16	10	8	7	6	6	6
130	118	56	42	34	30	28	25	28	21	17	13	10	8	7	6	6	6
140	118	56	37	32	30	30	26	21	20	18	15	11	8	7	6	6	6
150	119	58	37	33	34	31	25	23	21	19	16	11	8	7	6	6	6
160	123	50	37	35	33	31	28	24	22	18	15	11	8	8	7	7	7
170	122	54	39	38	35	32	30	25	23	21	17	13	10	7	7	7	7
180	127	56	39	40	38	35	31	29	24	24	19	13	10	8	7	7	7
190	138	80	48	42	40	40	34	31	31	26	20	14	10	9	7	7	7
200	140	68	44	45	42	44	40	38	33	31	23	16	12	7	7	7	7
210	133	70	46	49	45	51	47	46	41	36	24	16	11	9	7	7	7
220	124	69	50	54	53	57	54	52	49	43	25	16	12	11	8	8	8
230	124	64	51	56	60	58	61	64	58	51	30	25	11	9	7	7	7
240	135	80	55	59	64	64	71	70	68	65	39	23	14	9	8	8	8
250	166	77	57	63	67	73	68	68	73	74	45	22	15	11	8	8	8
260	148	91	57	65	68	75	71	48	70	69	49	23	15	11	8	8	8
270	127	61	59	64	70	74	63	28	32	60	53	23	15	11	9	9	9
280	121	55	57	64	71	75	66	65	68	73	51	22	14	13	11	11	11
290	124	69	57	61	68	72	75	71	74	74	44	24	16	13	11	11	11
300	122	56	56	61	64	68	73	73	71	61	40	21	17	11	8	8	8
310	130	53	54	57	60	61	64	64	57	51	34	20	14	11	9	9	9
320	129	58	51	52	53	56	55	52	47	41	29	19	14	11	9	9	9
330	132	66	52	50	50	49	47	43	40	33	24	16	17	10	9	9	9
340	122	86	65	47	45	47	40	41	33	29	24	13	12	10	8	8	8
350	125	118	75	44	40	42	36	31	30	24	18	15	11	8	6	6	6

Maksimum= 288.97 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	521	658	225	169	130	100	72	62	53	45	31	19	14	11	9		
10	573	673	283	162	122	96	74	62	52	45	30	18	13	9	7		
20	609	867	370	240	154	105	74	62	53	45	30	18	13	9	7		
30	570	644	256	151	124	101	86	71	59	50	33	19	13	10	8		
40	508	469	225	153	117	96	75	63	53	46	31	19	13	10	9		
50	616	574	240	163	118	97	68	56	47	40	27	17	12	9	7		
60	709	793	283	190	126	98	76	64	54	46	31	19	13	10	8		
70	752	1060	364	262	177	123	78	64	55	49	31	19	13	10	8		
80	737	867	381	192	141	108	88	73	63	59	42	23	16	13	12		
90	655	757	267	188	139	108	76	63	53	45	30	19	13	10	8		
100	536	485	257	150	119	107	87	71	59	50	32	19	13	10	8		
110	449	345	229	145	113	101	81	65	55	47	31	19	13	10	7		
120	445	286	192	138	111	98	78	64	53	45	29	18	13	9	7		
130	434	205	151	123	106	100	82	66	54	46	31	18	13	9	7		
140	434	206	135	108	93	87	75	64	55	47	31	18	12	9	7		
150	437	211	116	109	101	91	71	60	51	44	30	18	12	9	7		
160	450	181	122	109	101	91	74	62	53	45	30	18	12	9	7		
170	446	195	129	107	98	89	72	60	51	44	29	18	12	9	7		
180	463	204	129	108	98	89	73	60	51	44	29	18	12	9	7		
190	503	288	172	118	98	87	70	58	49	43	29	18	12	9	7		
200	508	244	143	113	101	92	75	62	51	44	29	17	12	9	7		
210	484	252	154	109	94	85	70	59	50	43	29	18	12	9	7		
220	454	253	157	115	102	92	75	62	52	44	29	18	12	9	7		
230	454	236	152	113	95	86	71	59	50	43	29	18	12	9	7		
240	497	293	171	113	102	91	74	61	51	43	29	18	12	9	7		
250	609	284	162	118	94	86	71	59	50	43	29	18	12	9	7		
260	543	335	206	135	104	93	74	61	51	44	29	18	12	9	7		
270	466	222	146	114	101	90	75	62	52	45	30	18	12	9	7		
280	444	201	132	105	90	84	71	59	50	43	29	18	12	9	7		
290	454	254	144	114	106	96	77	62	51	43	28	20	15	12	9		
300	446	207	122	113	107	98	79	64	53	45	30	18	12	9	7		
310	478	195	131	116	103	93	75	61	50	43	29	18	12	9	7		
320	471	213	152	120	105	96	76	62	52	44	29	18	12	9	7		
330	484	224	183	123	108	95	73	59	50	43	30	19	15	12	10		
340	449	291	227	157	125	106	84	67	54	45	29	17	12	9	7		
350	446	405	260	154	111	96	75	61	52	45	30	19	15	13	10		

Maksimum= 1059.56 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimalle timeværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
10	4	5	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	0	0
20	4	6	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0
30	4	5	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	3	5	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
60	5	5	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
70	5	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
80	5	6	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
90	5	5	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
100	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
110	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
120	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
130	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
140	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
150	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
160	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
170	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
180	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0
190	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
200	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
210	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0
220	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	0
230	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	2	1	1	1	1	0
240	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	1	1	1	0
250	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	1	1	1	0
260	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	1	1	1	1	0
270	3	3	4	4	4	4	4	2	2	4	4	3	1	1	1	1	1
280	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	1	1	1	1
290	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	1	1	1	1
300	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	1	1	1	0
310	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1
320	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
330	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0
340	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
350	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0

Maksimum= 7.22 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	112	123	55	33	24	28	18	18	17	15	12	7	5	4	4	4	4
10	122	153	60	35	24	23	22	17	14	13	9	7	5	4	4	3	3
20	122	209	68	36	25	19	21	16	11	11	8	6	6	5	5	5	5
30	117	146	57	34	27	22	17	17	15	10	8	6	5	4	4	4	4
40	101	119	50	28	23	21	15	14	15	14	8	6	4	3	3	3	3
50	145	111	59	33	25	21	18	14	13	11	10	7	5	4	4	4	4
60	162	170	63	42	31	27	20	17	14	12	9	6	5	4	4	4	4
70	160	215	77	45	38	33	25	20	16	14	9	6	5	4	4	4	4
80	158	151	83	57	42	34	26	21	18	15	11	7	6	5	5	5	5
90	127	116	57	38	30	25	19	16	14	12	9	6	5	4	4	4	4
100	115	110	42	31	25	21	17	14	12	11	9	6	5	5	5	4	4
110	86	74	42	26	20	18	16	13	12	11	9	7	5	4	4	3	3
120	102	51	33	24	20	18	15	14	13	11	7	5	5	4	4	4	4
130	59	43	28	21	19	17	15	12	10	9	7	6	5	4	4	4	4
140	79	33	27	22	20	17	14	12	10	9	7	6	5	4	4	4	4
150	95	33	23	22	20	18	15	13	12	9	6	5	5	4	4	4	4
160	85	36	26	21	18	16	17	14	10	9	6	5	4	4	4	3	3
170	87	38	26	22	19	17	19	11	9	8	6	5	4	4	4	4	4
180	87	40	27	24	21	24	15	12	11	11	8	6	5	5	5	5	5
190	113	49	31	23	21	28	16	14	13	11	8	8	6	5	4	4	4
200	84	41	28	25	26	30	15	18	17	16	10	6	5	5	5	5	5
210	92	40	28	26	29	32	18	18	23	20	12	8	6	5	5	5	5
220	102	46	31	28	29	37	25	30	24	23	15	8	5	4	4	4	4
230	108	53	32	32	30	45	30	41	31	25	16	9	7	5	4	4	4
240	118	57	35	33	35	42	31	41	37	48	20	11	7	6	4	4	4
250	134	57	35	39	37	39	29	37	48	33	31	14	10	7	5	5	5
260	118	56	35	43	44	50	36	15	29	42	38	15	8	6	5	5	5
270	111	52	40	45	49	53	39	11	10	44	43	17	10	7	6	6	6
280	103	41	34	42	43	61	37	25	43	47	30	14	7	5	5	5	5
290	91	39	40	51	48	51	63	48	53	43	29	14	8	6	5	5	5
300	102	39	44	43	47	49	46	48	46	46	23	13	9	6	5	5	5
310	96	38	44	43	39	45	42	50	30	26	21	11	7	6	5	5	5
320	76	43	37	39	40	37	37	38	31	21	21	14	9	8	7	7	7
330	99	48	36	33	36	32	31	31	25	24	14	10	9	9	7	7	7
340	95	67	46	34	33	32	26	25	23	17	11	7	5	6	5	5	5
350	106	104	54	37	29	32	27	22	18	18	12	7	5	4	4	4	4

Maksimum= 215.30 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
							400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	139	170	60	37	34	32	28	24	21	19	13	9	7	6	5
10	147	167	69	40	32	30	26	22	19	17	12	8	6	5	5
20	155	225	80	41	30	28	24	21	18	15	11	8	6	5	5
30	149	178	62	37	29	26	22	20	18	15	10	8	6	5	5
40	129	146	52	33	28	25	21	19	16	15	12	7	6	5	5
50	154	138	66	37	30	27	21	19	17	15	12	9	7	5	5
60	178	189	72	46	36	30	25	21	18	16	11	8	6	5	5
70	195	269	93	52	44	38	29	24	21	18	13	9	7	6	5
80	183	208	108	69	51	42	31	26	22	19	13	9	7	6	5
90	161	156	67	53	45	39	30	25	21	19	13	9	6	6	5
100	132	122	61	38	33	30	26	22	19	17	12	8	6	6	5
110	114	86	56	32	28	25	21	18	16	15	11	8	6	5	5
120	98	65	44	30	25	24	20	18	15	14	10	7	6	5	5
130	88	51	35	28	25	23	20	17	15	12	9	7	6	5	5
140	103	43	32	28	26	23	20	16	13	12	10	6	5	5	5
150	104	42	31	29	26	24	19	17	16	13	8	7	6	5	4
160	104	43	32	30	27	25	20	18	15	12	10	7	6	5	4
170	103	47	34	30	27	24	22	17	15	15	12	7	6	5	4
180	115	49	35	31	29	25	22	19	19	18	13	8	6	6	5
190	127	55	37	34	29	28	22	23	23	20	14	9	7	5	5
200	128	55	39	36	31	33	28	28	25	24	17	9	7	6	5
210	116	54	41	40	33	35	30	30	31	26	19	11	8	6	5
220	115	53	42	42	38	40	36	35	33	31	22	12	7	6	5
230	120	57	45	46	46	44	40	46	45	44	26	13	8	6	5
240	133	59	49	50	53	47	46	51	55	54	32	16	10	7	5
250	139	62	49	56	57	59	48	45	64	58	41	18	11	8	6
260	134	60	53	57	61	66	58	22	45	59	43	20	11	8	6
270	122	55	53	58	63	69	55	15	14	55	48	20	11	8	6
280	114	49	52	58	62	64	59	29	46	62	43	18	10	6	5
290	111	48	52	55	61	68	70	62	57	59	39	17	10	7	5
300	114	47	49	55	60	60	68	62	59	49	33	15	9	6	5
310	110	45	48	51	55	55	54	52	45	40	28	14	10	7	6
320	106	47	46	48	51	49	47	42	38	36	23	13	9	7	6
330	113	56	45	45	45	44	43	38	33	28	19	11	8	7	6
340	109	78	53	42	41	39	36	34	27	24	17	10	7	6	6
350	118	113	63	39	38	35	32	27	25	20	15	10	6	5	5

Maksimum= 269.05 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	26	23	15	9	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1
10	24	31	15	10	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1
20	29	30	15	10	8	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1
30	31	38	18	11	8	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1
40	32	34	20	13	9	7	5	4	3	3	2	1	1	1	1
50	32	30	19	13	10	8	6	4	4	3	2	1	1	1	1
60	33	25	23	15	11	8	6	4	4	3	2	1	1	1	1
70	39	49	25	15	11	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1
80	38	43	25	16	11	9	7	5	4	4	2	2	1	1	1
90	35	22	20	13	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1
100	30	19	13	10	8	7	5	4	3	3	2	1	1	1	1
110	25	16	11	8	7	6	4	4	3	3	2	1	1	1	1
120	20	14	9	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	0
130	18	14	8	6	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0
140	18	13	8	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1	0	0
150	19	13	8	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0
160	18	11	8	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0
170	22	12	8	7	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0
180	25	12	8	7	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0
190	24	12	9	7	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1
200	20	11	8	6	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1
210	20	11	8	6	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1
220	20	11	9	7	5	4	3	3	3	3	3	1	1	1	1
230	22	13	10	8	6	5	4	3	3	4	3	1	1	1	1
240	23	14	11	10	8	6	4	3	5	6	3	2	1	1	1
250	27	15	12	10	9	7	4	3	7	5	4	3	2	1	1
260	28	16	12	10	9	8	6	3	4	5	5	2	1	1	1
270	27	15	11	10	9	8	6	2	2	5	5	2	1	1	1
280	24	14	10	9	8	8	6	3	3	4	4	2	1	1	1
290	24	14	10	8	8	8	6	4	5	6	3	2	1	1	1
300	25	16	11	9	8	7	6	4	6	4	3	1	1	1	1
310	25	15	11	9	8	7	5	4	4	4	3	1	1	1	1
320	24	15	11	10	8	6	5	3	4	3	2	1	1	1	1
330	26	18	13	9	7	7	5	4	3	3	2	1	1	1	1
340	27	18	12	8	7	7	5	4	3	3	2	1	1	1	0
350	26	21	13	9	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0

Maksimum= 49.09 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000						
0	382	425	190	115	86	65	45	37	31	26	18	11	8	6	5
10	414	519	207	123	84	63	39	33	29	25	18	12	9	7	5
20	414	716	237	127	89	67	43	33	28	25	18	13	9	7	6
30	397	487	197	119	95	78	60	48	40	34	24	15	11	8	6
40	370	353	168	102	81	68	55	46	39	33	23	14	10	7	6
50	531	407	192	109	87	68	47	37	31	26	17	11	8	6	5
60	595	624	232	120	90	68	44	36	31	27	19	13	10	7	6
70	588	789	277	136	93	70	49	39	33	29	20	12	9	7	5
80	580	554	242	152	99	71	52	44	38	33	23	15	10	8	6
90	464	420	207	115	81	65	53	44	37	32	22	14	10	7	6
100	421	402	151	98	77	65	52	45	39	33	23	14	10	8	6
110	317	270	151	93	71	61	48	39	32	29	21	14	10	8	6
120	376	187	119	88	69	61	49	40	33	28	19	13	9	7	6
130	216	154	102	76	69	61	45	38	32	27	18	12	9	7	6
140	288	121	98	80	70	61	49	41	35	30	20	12	9	7	5
150	350	122	82	78	71	66	56	47	39	34	23	14	10	7	6
160	310	131	93	76	65	59	49	41	36	31	21	14	10	8	6
170	319	139	95	78	66	57	46	38	32	27	19	12	8	6	5
180	317	143	98	86	76	67	53	43	35	30	20	12	9	7	6
190	411	177	111	83	76	70	59	50	43	37	25	16	11	8	7
200	303	147	101	75	63	58	49	43	37	32	23	15	10	8	6
210	336	146	98	76	62	52	39	34	29	26	19	13	9	7	6
220	373	165	108	76	58	49	36	31	27	24	18	12	9	7	5
230	398	194	117	84	66	53	41	33	28	24	17	11	8	6	5
240	431	209	127	88	70	59	47	38	32	27	18	11	8	6	5
250	493	208	113	85	67	58	46	38	33	29	20	13	9	7	6
260	434	204	121	85	69	63	52	44	38	33	23	14	10	8	6
270	407	189	114	87	73	63	48	39	33	29	20	13	9	7	5
280	379	150	99	82	68	57	46	39	34	29	20	13	10	7	6
290	332	144	93	77	68	60	49	41	35	30	21	13	10	7	6
300	373	143	89	78	67	60	49	41	35	30	21	13	9	7	6
310	352	141	87	79	67	59	45	37	32	27	20	14	10	8	6
320	278	148	105	85	69	56	45	39	34	30	22	14	10	8	6
330	364	165	122	95	85	77	60	48	39	33	21	14	10	8	6
340	349	230	162	122	99	79	57	44	38	33	23	14	10	8	6
350	381	358	187	129	89	71	54	44	37	32	22	14	10	7	6

Maksimum= 788.74 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	471	587	207	129	95	78	57	46	39	34	23	15	11	9	7
10	498	569	238	140	97	74	55	45	38	32	23	15	11	8	7
20	528	773	279	144	102	79	56	48	42	36	25	16	11	9	7
30	508	605	213	131	101	80	60	50	43	38	26	17	12	9	7
40	468	435	180	118	95	80	64	50	43	37	26	16	12	9	7
50	563	506	210	124	96	77	57	47	40	35	25	16	11	9	7
60	651	692	264	155	112	87	60	49	43	37	26	17	12	9	7
70	713	987	340	170	113	86	64	53	45	38	27	17	12	9	7
80	670	761	297	171	118	91	66	56	48	42	29	18	12	9	7
90	583	566	243	153	109	89	67	55	46	40	27	17	12	9	7
100	485	441	218	132	98	85	72	57	48	41	28	18	12	9	7
110	416	315	200	115	90	75	58	50	43	37	26	17	12	9	7
120	358	237	158	107	87	72	58	48	41	36	25	16	11	9	7
130	323	185	126	95	82	72	60	50	42	36	25	16	11	9	7
140	377	158	111	90	80	72	60	51	44	38	26	17	12	9	7
150	380	155	103	90	79	69	55	47	41	36	25	16	11	8	7
160	381	159	102	90	83	73	60	49	41	35	25	15	11	8	7
170	378	170	109	92	81	75	62	51	44	37	26	16	11	8	7
180	421	178	115	93	82	74	62	52	43	38	26	16	11	9	7
190	460	199	121	93	79	70	59	50	43	38	26	16	11	9	7
200	463	197	122	88	74	63	52	44	38	33	24	15	11	8	7
210	422	194	119	91	73	61	50	43	38	33	23	15	11	8	7
220	420	192	126	92	76	65	53	45	39	33	24	15	11	8	7
230	439	207	137	98	80	68	56	47	41	35	24	16	11	8	7
240	487	215	135	98	80	68	57	47	41	35	25	16	11	9	7
250	511	228	141	103	83	70	57	49	41	36	25	16	12	9	7
260	492	220	134	101	82	71	59	50	43	37	26	17	12	9	7
270	448	201	127	96	79	71	58	49	42	37	25	16	11	9	7
280	419	176	111	88	74	66	53	45	38	34	24	15	11	8	7
290	405	165	105	85	71	63	52	44	37	32	23	15	11	8	7
300	418	160	101	85	75	69	54	47	41	35	25	16	11	8	7
310	403	156	103	90	78	72	58	48	41	36	25	15	11	8	7
320	389	160	119	96	82	70	55	47	39	34	23	15	11	8	6
330	413	192	149	108	86	73	59	48	41	36	25	16	11	8	6
340	401	265	185	117	93	78	58	48	42	36	25	15	11	8	7
350	415	389	219	129	92	75	58	48	42	35	25	15	11	8	7

Maksimum= 986.52 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)									
	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000							
0	91	81	48	28	18	12	8	6	4	4	2	1	1	1	1	1
10	84	108	50	26	18	13	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1
20	103	106	49	31	19	14	9	7	5	4	3	2	1	1	1	1
30	111	122	58	34	22	15	10	7	5	4	3	2	1	1	1	1
40	106	106	62	38	25	17	11	8	6	5	3	2	1	1	1	1
50	115	98	60	40	26	19	11	8	6	5	3	2	1	1	1	1
60	120	87	71	43	28	21	13	9	7	6	3	2	2	1	1	1
70	138	174	82	45	30	22	14	10	8	6	4	2	2	1	1	1
80	127	142	78	46	32	23	15	11	9	7	4	3	2	1	1	1
90	114	68	63	37	26	20	13	10	8	6	4	2	2	1	1	1
100	102	55	38	28	20	16	11	8	6	5	4	2	2	1	1	1
110	84	50	29	20	16	12	8	7	5	4	3	2	1	1	1	1
120	68	46	24	16	12	10	7	5	5	4	3	2	1	1	1	1
130	60	47	21	16	12	9	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1
140	62	46	22	14	11	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
150	65	43	26	16	12	9	7	5	4	4	2	1	1	1	1	1
160	65	39	27	18	13	10	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
170	78	40	27	19	14	11	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
180	87	42	27	18	14	11	8	6	5	4	3	2	1	1	1	1
190	84	43	26	18	14	11	8	6	5	5	3	2	1	1	1	1
200	73	36	23	16	13	10	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1
210	68	35	22	15	12	9	6	5	4	4	2	1	1	1	1	1
220	72	38	25	18	13	10	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1
230	80	44	28	20	16	13	9	8	6	5	3	2	1	1	1	1
240	85	51	33	23	18	14	10	8	6	5	3	2	1	1	1	1
250	98	55	37	25	19	13	10	7	6	5	3	2	1	1	1	1
260	98	58	35	25	18	14	10	7	6	5	4	2	1	1	1	1
270	99	53	32	20	16	13	9	6	5	5	3	2	1	1	1	1
280	85	49	31	20	14	11	7	5	4	4	3	1	1	1	1	1
290	83	49	26	18	13	10	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
300	87	57	29	18	13	10	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
310	90	52	30	21	14	11	8	6	5	4	2	1	1	1	1	1
320	87	51	32	19	14	11	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1
330	91	62	37	22	14	11	7	6	4	4	2	1	1	1	1	1
340	95	65	38	23	15	11	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1
350	91	74	41	25	16	12	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1

Maksimum= 174.11 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	3	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
10	3	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
20	3	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
30	3	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
40	3	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
50	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
60	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
70	4	5	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
80	4	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
90	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
100	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
110	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
120	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
130	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
140	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
150	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
170	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
180	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
210	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
220	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0
230	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
240	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	0	0	0
250	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	1	1	0	0
260	3	2	2	3	3	3	2	1	2	2	2	2	1	1	0	0	0
270	3	2	2	3	3	3	2	1	1	3	3	3	1	1	1	0	0
280	3	2	2	2	3	4	2	1	3	3	3	2	1	1	0	0	0
290	2	2	2	3	3	3	4	3	3	3	3	2	1	1	0	0	0
300	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	0	0	0
310	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	1	1	0	0	0
320	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
330	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
340	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
350	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Maksimum= 5.39 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		600	700	1000	1500	2000	2500	3000
							400	500							
0	3	4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
10	4	4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
20	4	5	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
30	4	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
40	3	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
50	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
60	4	5	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
70	5	7	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
80	5	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
90	5	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
100	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
110	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
120	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
130	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
140	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
150	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
170	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
180	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
190	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
200	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
210	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0
220	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0
230	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	1	0	0	0
240	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	0	0
250	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	1	1	0	0
260	3	3	3	3	4	4	3	1	3	4	3	1	1	0	0
270	3	3	3	3	4	4	3	1	1	3	3	1	1	0	0
280	3	3	3	3	4	4	3	2	3	4	3	1	1	0	0
290	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	2	1	1	0	0
300	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	1	1	0	0
310	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0
320	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	0	0
330	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0
340	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0
350	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0

Maksimum= 6.73 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
270	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Maksimum= 1.35 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 1.
Meteorologi..... C:\OML_Data\Kas76LST.met
Receptorer..... S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 1.
Beregningsopsætning..... S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 1.

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 1.

Beregning:

Start kl. 14:32:36 (03-04-2019)
Slut kl. 14:32:44 (03-04-2019)

Immissionskonzentration scenario 2

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 760101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 761231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: Kastrup

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader). Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	CO Q2	Partik Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.2200	1.50E-03
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.2200	1.50E-03
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.1700	1.20E-03
4	Mellem	-800.	0.	0.0	27.0	250.	2.28	1.75	1.75	0.0	2.8100	0.2900	0.1600

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	1.8	6.3

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:36

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimalt timeværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	153	191	65	48	43	43	40	37	34	36	26	17	15	12	14		
10	169	198	82	47	40	38	37	35	32	28	36	18	13	11	10		
20	179	253	106	69	44	37	34	32	32	31	23	24	22	17	12		
30	168	189	75	44	37	36	32	30	31	32	25	23	27	26	24		
40	140	167	66	42	35	35	31	28	26	27	29	18	18	20	20		
50	168	157	69	45	38	34	31	28	25	24	25	22	18	14	10		
60	193	216	77	53	42	38	33	30	26	24	22	19	16	14	12		
70	205	289	99	71	49	44	37	33	30	26	21	15	13	12	11		
80	201	236	130	79	60	51	40	35	31	28	21	16	13	11	9		
90	179	209	74	59	57	55	47	43	41	38	30	21	15	13	12		
100	146	133	72	46	46	45	42	42	41	39	34	25	19	16	14		
110	123	94	64	47	46	43	40	38	35	32	22	16	12	10	9		
120	121	78	53	45	39	37	33	27	25	24	19	16	12	9	7		
130	118	56	46	37	34	33	30	29	27	31	19	14	11	9	8		
140	118	56	41	37	36	34	32	37	30	24	19	16	13	10	10		
150	119	58	39	39	37	36	41	29	27	24	21	16	14	12	9		
160	123	50	40	40	39	38	33	31	30	28	21	17	14	11	9		
170	122	54	42	42	41	44	37	34	31	26	24	18	15	16	13		
180	127	56	44	44	43	43	37	37	32	29	27	23	20	16	14		
190	138	80	48	46	46	45	40	40	33	36	28	23	22	18	15		
200	140	68	48	48	49	47	48	42	42	41	34	30	23	18	14		
210	133	70	49	50	51	52	54	51	50	49	38	27	23	14	16		
220	124	69	49	49	52	57	57	58	55	56	42	30	22	19	16		
230	124	64	52	57	58	61	62	63	64	66	55	36	36	20	16		
240	135	80	56	55	61	64	71	75	71	78	68	40	28	18	15		
250	166	77	57	61	61	69	75	78	78	75	80	45	27	19	15		
260	148	91	56	60	66	70	78	83	78	57	76	49	28	19	15		
270	127	61	58	62	66	70	78	82	70	35	69	52	29	20	15		
280	121	55	58	59	66	67	78	82	75	73	79	50	45	33	22		
290	124	69	56	57	63	68	76	80	82	81	80	45	34	24	21		
300	122	56	52	59	62	65	71	75	78	78	65	44	31	25	18		
310	130	53	53	56	60	62	66	68	70	67	53	43	30	24	19		
320	129	58	52	53	56	58	57	61	59	57	43	35	27	22	18		
330	132	66	52	50	53	53	52	52	48	48	36	24	25	20	17		
340	122	86	65	49	48	49	46	45	45	40	33	29	15	20	16		
350	125	118	75	46	46	46	44	40	39	42	26	19	20	15	9		

Maksimum= 288.97 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	521	658	225	169	130	100	72	62	53	45	31	19	13	11	9	9	7
10	573	673	283	162	122	96	74	62	52	45	30	18	13	9	7	7	7
20	609	867	370	240	154	105	74	62	53	45	30	18	12	9	7	7	7
30	570	644	256	151	124	101	86	71	59	50	33	19	13	9	8	8	8
40	508	470	225	153	117	96	75	63	53	46	31	19	13	11	10	10	10
50	616	574	240	163	118	97	68	56	47	40	27	17	12	9	7	7	7
60	709	793	283	190	126	98	76	64	54	46	31	19	13	10	8	8	8
70	752	1060	364	262	177	123	78	64	54	47	31	19	13	10	8	8	8
80	737	867	381	192	141	108	88	73	61	57	40	22	15	12	11	11	11
90	655	757	267	188	138	108	76	63	53	45	30	19	13	10	8	8	8
100	536	485	257	150	119	107	87	71	59	49	32	19	13	10	8	8	8
110	449	345	229	145	113	101	81	65	55	47	31	19	13	9	7	7	7
120	445	286	192	138	111	98	78	64	53	45	29	18	12	9	7	7	7
130	434	205	151	123	106	100	82	66	54	46	31	18	12	9	7	7	7
140	434	206	135	108	93	87	75	64	55	47	31	18	12	9	7	7	7
150	437	211	116	109	101	91	71	60	51	44	30	18	12	9	7	7	7
160	450	181	122	109	101	91	74	62	53	45	30	18	12	9	7	7	7
170	446	195	129	107	98	89	72	60	51	44	29	18	12	9	7	7	7
180	463	204	129	108	98	89	73	60	51	44	29	18	12	9	7	7	7
190	503	288	172	118	98	87	70	58	49	43	29	18	12	9	7	7	7
200	508	244	143	113	101	92	75	62	51	44	29	17	12	9	7	7	7
210	484	252	154	109	94	85	70	59	50	43	29	18	12	9	7	7	7
220	454	253	157	115	102	92	75	62	52	44	29	18	12	9	7	7	7
230	454	236	152	113	95	86	71	59	50	43	29	18	12	9	7	7	7
240	497	293	171	113	102	91	74	61	51	43	29	17	12	9	7	7	7
250	609	284	162	118	94	86	71	59	50	43	29	18	12	9	7	7	7
260	543	335	206	135	104	93	74	61	51	44	29	18	12	9	7	7	7
270	466	222	146	114	101	90	75	62	52	45	30	18	12	9	7	7	7
280	444	201	132	105	90	84	71	59	50	43	29	17	12	9	7	7	7
290	454	254	144	114	106	96	77	62	51	43	28	19	14	11	9	9	9
300	446	207	122	113	107	98	79	64	53	45	30	18	12	9	7	7	7
310	478	195	131	116	103	93	75	61	50	43	29	18	12	9	7	7	7
320	471	213	152	120	105	96	76	62	52	44	28	18	12	9	7	7	7
330	484	224	183	123	108	95	73	59	50	43	30	19	15	12	10	10	10
340	449	291	227	157	125	106	84	67	54	45	29	17	12	9	7	7	7
350	446	405	260	154	111	96	75	61	52	45	30	19	15	12	10	10	10

Maksimum= 1059.56 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
10	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
20	4	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
30	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
40	3	5	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1
50	4	4	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
60	5	5	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
70	5	7	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
80	5	6	4	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
90	6	5	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
100	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
110	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0
120	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
130	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0
140	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
150	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
160	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
170	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
180	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
190	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
200	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
210	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1
220	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1
230	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	2	1	1
240	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	1
250	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	3	2	1	1
260	4	3	3	3	4	4	4	4	5	4	4	3	4	3	2	1	1
270	3	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4	3	2	1	1
280	3	3	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	2	1
290	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	2	1	1
300	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	1
310	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	1	1
320	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1
330	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
340	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1
350	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1

Maksimum= 7.22 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimale 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		600	700	1000	1500	2000	2500	3000
							400	500							
0	112	123	55	33	32	27	27	26	21	19	16	10	8	6	5
10	122	153	60	35	31	27	23	26	18	16	13	10	9	6	5
20	122	209	68	36	28	28	19	21	22	18	12	9	7	6	6
30	117	144	57	34	28	26	21	16	17	18	10	7	6	5	5
40	101	123	49	28	28	25	23	19	14	13	14	7	6	4	4
50	145	111	60	32	27	26	22	20	18	15	11	10	8	6	5
60	162	170	63	45	34	29	24	22	19	17	12	9	7	5	4
70	160	215	77	45	40	36	29	24	21	19	14	9	7	5	5
80	158	151	85	58	44	36	29	24	22	19	15	10	8	6	5
90	127	116	57	40	33	29	23	19	16	14	10	7	5	5	4
100	115	110	42	31	26	23	19	17	15	13	9	7	5	5	4
110	86	74	42	26	21	19	16	14	13	12	10	8	7	6	5
120	102	51	33	24	19	17	15	15	15	15	12	7	5	4	4
130	59	43	28	21	19	18	18	17	15	12	8	5	5	4	4
140	79	33	27	22	20	21	19	14	13	11	9	6	5	4	4
150	95	33	23	22	23	21	16	15	12	13	10	5	5	5	4
160	85	36	26	24	23	21	18	14	18	16	7	6	5	4	4
170	87	38	26	25	23	20	17	22	18	10	8	6	5	5	5
180	87	40	27	26	23	21	20	24	12	9	12	8	5	5	5
190	113	49	31	27	24	23	27	20	12	13	11	8	7	9	8
200	84	41	28	28	26	24	33	16	14	20	17	9	11	6	5
210	92	40	27	30	28	26	37	15	20	19	18	14	8	7	6
220	102	46	30	31	29	29	41	19	29	22	22	16	9	6	6
230	108	53	32	32	32	33	38	21	35	37	23	14	10	8	7
240	118	57	35	34	36	33	30	41	37	47	49	19	14	10	7
250	134	57	32	37	38	42	43	46	35	40	38	31	16	13	10
260	118	56	35	36	40	46	48	47	39	33	39	36	21	12	8
270	111	52	38	41	45	48	55	58	43	24	47	42	21	14	10
280	103	41	34	34	39	44	57	52	43	30	51	29	16	11	7
290	91	39	36	40	41	55	57	54	64	59	40	26	18	11	7
300	102	39	38	40	50	46	44	45	47	62	47	21	14	11	9
310	96	38	36	46	41	46	44	52	41	49	29	28	13	10	7
320	76	43	36	42	41	38	42	47	37	42	22	21	18	14	10
330	99	48	38	37	38	31	39	40	33	32	25	14	14	12	13
340	95	67	46	34	36	29	36	29	27	27	19	11	9	8	9
350	106	104	54	37	33	27	31	22	27	23	18	13	8	6	5

Maksimum= 215.20 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	139	170	60	41	37	37	34	32	28	27	21	13	11	8	7
10	147	167	69	40	35	34	32	30	26	23	18	12	9	7	7
20	155	225	80	41	35	32	30	27	26	23	17	11	9	7	6
30	149	178	62	38	34	32	28	26	23	21	16	11	8	7	6
40	129	155	52	34	32	31	27	24	22	21	16	12	9	7	6
50	154	138	65	36	32	30	28	25	22	19	16	11	10	8	7
60	178	189	72	49	37	33	28	26	24	22	16	11	9	7	6
70	195	269	93	51	44	39	32	27	25	22	17	13	10	8	6
80	183	208	112	70	53	44	35	30	25	22	17	12	10	8	6
90	161	156	67	53	46	41	33	28	25	22	17	12	9	7	6
100	132	122	61	38	34	32	29	26	24	22	17	12	9	7	6
110	114	86	56	34	32	30	26	23	20	18	14	11	9	7	6
120	98	65	44	34	30	27	23	21	20	17	14	9	7	5	5
130	88	51	37	31	29	27	24	23	19	18	13	8	7	6	5
140	103	43	35	30	29	27	25	22	19	17	12	10	7	5	5
150	104	42	33	32	30	29	25	23	17	16	15	8	7	6	6
160	104	44	34	33	32	30	26	20	20	20	12	10	9	7	6
170	103	47	35	34	33	30	26	22	22	17	15	12	8	7	6
180	115	49	37	36	34	32	25	28	20	19	18	12	9	8	6
190	127	55	39	39	37	35	28	26	21	21	20	14	11	9	7
200	128	55	40	40	39	37	30	26	27	28	25	17	12	8	7
210	116	54	42	41	40	40	34	28	31	31	26	20	13	10	8
220	115	53	42	44	44	44	37	31	35	33	34	21	13	11	8
230	120	57	44	47	47	48	43	37	42	42	44	25	15	11	8
240	133	59	47	48	50	53	54	51	47	48	56	31	19	13	10
250	139	62	49	50	53	58	60	57	52	47	61	40	22	15	11
260	134	60	48	51	57	59	68	71	63	39	60	40	24	16	11
270	122	55	50	53	58	62	70	75	60	27	59	46	25	16	11
280	114	49	47	51	56	60	67	74	62	44	68	41	22	14	10
290	111	47	49	52	55	58	66	69	75	62	63	36	20	13	9
300	114	47	48	50	53	57	64	67	62	63	51	33	19	13	9
310	110	46	47	49	52	54	56	60	59	53	44	29	17	12	10
320	106	47	45	48	48	50	52	53	49	46	37	23	16	13	9
330	113	56	46	46	46	47	47	46	42	40	29	19	14	10	9
340	109	78	53	44	42	44	42	40	38	36	25	17	12	9	7
350	118	113	63	42	40	40	38	36	33	30	21	15	12	8	6

Maksimum= 269.05 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	26	23	15	9	7	6	5	4	4	3	2	1	1	1	1
10	24	31	16	9	7	6	4	4	4	3	2	1	1	1	1
20	29	30	16	10	8	6	5	4	4	3	2	1	1	1	1
30	31	37	17	11	8	7	5	4	4	3	3	2	1	1	1
40	32	34	20	13	9	7	5	4	4	3	2	2	1	1	1
50	32	30	19	13	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1
60	33	26	23	15	11	9	6	5	4	4	3	2	1	1	1
70	39	49	25	16	11	9	6	5	4	4	3	2	1	1	1
80	38	43	25	16	11	9	7	5	5	4	3	2	1	1	1
90	35	22	20	13	10	9	6	5	4	4	3	2	1	1	1
100	30	19	14	11	8	7	5	4	4	3	3	2	1	1	1
110	25	16	11	9	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1
120	20	14	9	7	6	5	4	4	3	3	2	1	1	1	1
130	18	14	9	6	5	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1
140	18	13	8	6	5	5	3	3	3	2	1	1	1	1	0
150	19	12	8	6	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1
160	18	11	8	7	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1
170	22	12	9	7	6	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1
180	25	12	9	7	6	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1
190	24	12	9	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
200	20	11	8	7	5	5	3	3	3	2	2	1	1	1	1
210	20	10	8	6	5	5	3	3	2	2	2	2	1	1	1
220	20	11	9	7	6	5	3	3	2	2	2	2	1	1	1
230	22	12	10	8	7	6	4	3	3	2	4	2	1	1	1
240	23	14	11	9	8	7	6	4	3	2	6	2	2	1	1
250	27	15	12	9	8	7	6	5	3	2	5	3	3	2	1
260	28	16	11	9	8	7	7	8	5	2	5	4	3	2	1
270	27	15	11	9	8	8	8	8	6	2	4	4	2	2	1
280	24	14	10	9	8	7	7	8	5	4	4	3	2	1	1
290	24	14	10	8	7	6	7	6	6	4	6	2	2	1	1
300	25	16	10	9	7	7	7	6	5	4	4	3	2	1	1
310	25	15	10	9	7	7	6	6	5	3	3	2	1	1	1
320	24	15	10	9	8	6	5	5	4	3	3	2	1	1	1
330	26	17	12	9	7	7	5	5	4	4	2	2	1	1	1
340	27	18	12	9	7	7	5	5	4	3	2	1	1	1	1
350	26	21	13	9	7	6	5	5	4	3	2	1	1	1	1

Maksimum= 49.14 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	382	425	190	115	86	65	45	37	31	26	18	11	8	6	5		
10	414	519	207	123	84	63	39	33	29	25	18	12	9	7	5		
20	414	716	237	127	89	67	43	33	28	25	18	13	9	7	6		
30	397	487	197	119	95	78	60	48	40	34	24	15	10	8	6		
40	370	354	168	102	81	68	55	46	39	33	23	14	10	7	6		
50	531	407	192	109	87	68	47	37	31	26	17	11	8	6	5		
60	595	624	232	119	90	68	44	36	31	27	19	13	10	7	6		
70	588	789	277	136	93	70	49	39	33	28	20	12	9	7	5		
80	580	554	242	152	99	71	52	44	38	33	23	15	10	8	6		
90	464	420	207	115	81	65	53	44	37	32	22	14	10	7	6		
100	421	402	151	98	77	65	52	45	39	33	23	14	10	8	6		
110	317	270	151	93	70	61	48	38	32	29	21	14	10	8	6		
120	376	187	119	88	69	61	49	40	33	28	19	13	9	7	6		
130	216	154	102	76	69	61	45	38	32	27	18	12	9	7	6		
140	288	121	98	80	70	61	49	41	35	30	20	12	9	7	5		
150	350	122	82	78	71	66	56	47	39	34	23	14	10	7	6		
160	310	131	93	76	65	59	49	41	36	31	21	13	10	7	6		
170	319	139	95	78	66	57	46	38	32	27	19	12	8	6	5		
180	317	143	98	86	76	67	53	43	35	30	20	12	9	7	6		
190	411	177	111	83	76	70	59	50	43	37	25	16	11	8	6		
200	303	147	101	75	63	58	49	43	37	32	23	15	10	8	6		
210	336	146	98	76	62	52	39	34	29	26	19	13	9	7	6		
220	373	165	108	76	58	49	36	31	27	24	18	12	9	7	5		
230	398	194	117	84	66	53	41	33	28	24	17	11	8	6	5		
240	431	209	127	88	70	59	47	38	32	27	18	11	8	6	5		
250	493	208	113	85	67	58	46	38	33	29	20	13	9	7	5		
260	434	204	121	85	69	63	52	44	38	33	23	14	10	8	6		
270	407	189	114	87	73	63	48	39	33	29	20	13	9	7	5		
280	379	150	99	82	68	57	46	39	34	29	20	13	10	7	6		
290	332	144	93	77	68	60	49	41	35	30	21	13	9	7	6		
300	373	143	89	78	67	60	49	41	35	30	21	13	9	7	5		
310	352	141	87	79	67	59	45	37	32	27	20	14	10	8	6		
320	278	148	105	85	69	56	45	39	34	30	22	14	10	8	6		
330	364	165	122	95	85	77	60	48	39	33	21	13	10	7	6		
340	349	230	162	122	99	79	57	44	38	33	23	14	10	8	6		
350	381	358	187	129	89	71	54	44	37	32	22	13	9	7	6		

Maksimum= 788.73 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	471	587	207	129	95	78	57	46	39	34	23	15	11	8	7
10	498	569	238	140	97	74	55	45	37	32	23	15	11	8	7
20	528	773	279	144	102	79	56	48	42	36	25	16	11	9	7
30	508	605	213	131	101	80	60	50	43	38	26	16	12	9	7
40	468	437	180	118	95	80	64	50	43	37	26	16	12	9	7
50	563	506	210	124	96	77	57	47	40	35	25	15	11	9	7
60	651	692	264	155	112	87	60	49	43	37	26	17	12	9	7
70	713	987	340	170	113	86	64	52	44	38	27	17	12	9	7
80	670	761	298	171	118	91	66	56	48	42	29	18	12	9	7
90	583	566	243	153	109	89	67	55	46	40	27	17	12	9	7
100	485	441	218	132	98	85	72	57	48	41	28	18	12	9	7
110	416	315	200	115	90	75	58	50	43	37	26	17	12	9	7
120	358	237	158	107	87	72	58	48	41	35	25	16	11	9	7
130	323	185	126	95	82	72	60	50	42	36	25	16	11	9	7
140	377	158	111	90	80	72	60	51	44	38	26	16	12	9	7
150	380	155	103	90	79	69	55	47	41	36	25	16	11	8	7
160	381	159	102	90	83	73	60	49	41	35	25	15	11	8	7
170	378	170	109	92	81	75	62	51	44	37	26	16	11	8	7
180	421	178	115	93	82	74	62	52	43	38	26	16	11	9	7
190	460	199	121	93	79	70	59	50	43	38	26	16	11	9	7
200	463	197	122	88	74	63	52	44	38	33	24	15	11	8	7
210	422	194	119	91	73	61	50	43	38	33	23	15	11	8	7
220	420	192	126	92	76	65	53	45	39	33	24	15	11	8	7
230	439	207	137	98	80	68	56	47	41	35	24	16	11	8	7
240	487	215	135	98	80	68	57	47	41	35	25	16	11	8	7
250	511	228	141	103	83	70	57	49	41	36	25	16	11	9	7
260	492	220	134	101	82	71	59	50	43	37	26	16	11	9	7
270	448	201	127	96	79	71	58	49	42	37	25	16	11	9	7
280	419	176	111	88	74	66	53	45	38	34	24	15	11	8	6
290	405	165	105	85	71	63	52	44	37	32	23	15	11	8	7
300	418	160	101	85	75	69	54	47	41	35	25	16	11	8	7
310	403	156	103	90	78	72	58	48	41	36	25	15	11	8	7
320	389	160	119	96	82	70	55	47	39	34	23	15	11	8	6
330	413	192	149	108	86	73	59	48	41	36	25	16	11	8	6
340	401	265	185	117	93	78	58	48	42	36	25	15	11	8	6
350	415	389	219	129	92	75	58	48	42	35	24	15	11	8	7

Maksimum= 986.52 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	91	81	48	28	18	12	8	6	4	4	4	2	1	1	1	1	1
10	84	108	50	26	18	13	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
20	103	106	49	31	19	14	9	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
30	111	122	58	34	22	15	10	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
40	106	106	62	38	25	17	11	8	6	5	3	2	1	1	1	1	1
50	115	98	60	40	26	19	11	8	6	5	3	2	1	1	1	1	1
60	120	87	71	43	28	21	13	9	7	6	3	2	2	1	1	1	1
70	138	174	82	45	30	22	14	10	8	6	4	2	2	1	1	1	1
80	127	142	78	46	32	24	15	11	9	7	4	3	2	1	1	1	1
90	114	68	63	37	27	20	13	10	8	6	4	3	2	1	1	1	1
100	102	55	38	28	20	16	11	8	7	5	4	2	2	1	1	1	1
110	84	50	29	20	16	12	9	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
120	68	46	24	16	12	10	7	5	5	4	3	2	1	1	1	1	1
130	60	47	21	16	12	9	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
140	62	46	22	14	11	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
150	65	43	26	16	12	9	7	5	4	4	2	2	1	1	1	1	1
160	65	39	27	18	13	10	7	5	4	4	2	1	1	1	1	1	1
170	78	40	27	19	14	11	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
180	87	42	27	18	14	11	8	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
190	84	43	26	18	14	11	8	6	5	5	3	2	1	1	1	1	1
200	73	36	23	16	13	10	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
210	68	35	22	15	12	9	6	5	4	4	2	1	1	1	1	1	1
220	72	38	25	18	13	10	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
230	80	44	28	20	16	13	9	7	6	5	3	2	1	1	1	1	1
240	85	51	33	23	18	14	10	8	6	5	3	2	1	1	1	1	1
250	98	55	37	25	19	13	10	7	6	5	3	2	2	1	1	1	1
260	98	58	35	25	18	14	10	7	6	5	3	2	1	1	1	1	1
270	99	53	32	20	16	13	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
280	85	49	31	20	14	11	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
290	83	49	26	18	13	10	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
300	87	57	29	18	13	10	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
310	90	52	30	20	14	11	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1	1
320	87	51	32	19	14	11	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1	1
330	91	62	37	22	14	11	7	6	4	4	2	1	1	1	1	1	1
340	95	65	38	23	15	11	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1	1
350	91	74	41	25	16	12	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1

Maksimum= 174.11 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)									
	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000							
0	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
10	3	4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
20	3	5	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
30	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
40	3	4	2	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
50	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
60	4	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
70	4	5	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
80	4	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
90	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
100	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
110	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
120	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
130	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
140	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
150	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
170	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
180	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	3	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
210	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
220	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0
230	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	0	0	0
240	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	1	0	0
250	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1
260	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	1	1	0	0
270	3	2	2	2	3	3	3	3	2	1	3	2	1	1	1	1
280	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	1	1	0	0
290	2	2	2	2	2	3	3	3	4	3	2	1	1	1	0	0
300	3	2	2	2	3	3	3	3	3	4	3	1	1	1	0	0
310	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	1	1	0	0
320	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1
330	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
340	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0
350	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0

Maksimum= 5.38 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0
10	4	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
20	4	5	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
30	4	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
40	3	5	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
50	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
60	4	5	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
70	5	7	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
80	5	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
90	5	4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
100	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
110	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
120	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
130	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
140	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
150	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
160	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
170	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
180	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	0	0
190	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
200	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	0	0
210	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0
220	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	0
230	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	0
240	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1
250	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1
260	3	2	3	3	3	3	4	4	4	2	3	2	1	1	1
270	3	3	3	3	3	4	4	4	3	2	3	3	1	1	1
280	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	2	1	1	1
290	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	2	1	1	1
300	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	2	1	1	1
310	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1
320	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
330	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0
340	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0
350	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0

Maksimum= 6.73 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
270	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Maksimum= 1.32 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 2.
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Kas76LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 2.
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 2.

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 2.

Beregning:

Start kl. 14:36:01 (03-04-2019)

Slut kl. 14:36:10 (03-04-2019)

Immissionskonzentration scenario 3

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 760101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 761231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: Kastrup

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader). Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	CO Q2	Partik Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.2200	1.50E-03
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.2200	1.50E-03
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.1700	1.20E-03
4	Stirt	-1200.	0.	0.0	34.0	250.	7.35	2.50	2.50	0.0	9.0700	0.9400	0.5100

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	2.9	20.2

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:38

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	153	191	66	68	67	67	63	62	62	55	51	37	30	25	20	20	20
10	169	198	82	66	64	62	61	61	55	58	44	46	26	22	20	20	20
20	179	253	106	69	60	60	57	52	52	49	43	40	37	23	21	21	21
30	168	189	75	60	61	58	55	52	48	48	49	32	27	29	27	27	27
40	140	197	66	58	57	57	52	49	47	44	38	35	27	25	26	26	26
50	168	157	80	57	56	54	51	47	46	43	36	34	28	22	18	18	18
60	193	216	89	71	57	53	51	47	44	41	36	35	34	32	29	29	29
70	205	289	99	71	67	61	51	46	45	42	35	30	24	23	22	22	22
80	201	236	142	96	78	70	59	51	47	43	35	28	24	20	18	18	18
90	191	209	84	76	71	66	58	52	47	43	36	28	24	20	18	18	18
100	146	133	72	62	58	55	48	46	44	44	45	44	41	38	35	35	35
110	123	94	64	55	54	54	51	47	49	50	49	43	36	29	24	24	24
120	121	78	58	58	57	55	52	49	49	48	40	29	24	19	18	18	18
130	118	61	61	60	60	56	48	50	45	45	37	27	22	20	16	16	16
140	118	62	64	64	58	52	54	52	47	45	36	27	26	21	18	18	18
150	119	64	64	63	55	59	56	53	52	48	36	30	25	24	25	25	25
160	123	66	68	59	61	60	55	58	52	51	43	29	29	30	26	26	26
170	122	68	70	61	66	60	61	61	57	48	42	35	32	26	20	20	20
180	127	70	71	64	68	65	65	61	58	61	46	42	30	29	26	26	26
190	138	80	73	67	70	68	70	70	63	65	55	41	37	46	26	26	26
200	140	72	75	68	74	71	73	73	71	72	56	48	53	36	50	50	50
210	133	71	76	71	78	73	79	80	79	78	69	69	62	61	41	41	41
220	124	70	75	73	78	75	82	88	82	87	80	63	58	50	28	28	28
230	124	72	78	81	78	86	87	92	93	99	99	111	55	45	48	48	48
240	135	80	75	80	85	84	86	97	103	105	111	95	66	53	37	37	37
250	166	77	76	79	86	90	93	99	106	114	124	114	88	52	37	37	37
260	148	91	80	83	84	90	97	103	112	120	102	108	94	59	42	42	42
270	127	78	81	84	88	91	97	105	115	123	74	119	98	64	43	43	43
280	121	76	81	85	86	89	97	104	110	119	105	118	92	56	41	41	41
290	124	79	78	81	83	83	96	102	109	115	124	108	85	81	68	68	68
300	122	76	76	76	82	87	93	98	102	101	112	94	69	48	52	52	52
310	130	73	73	77	82	85	87	93	96	96	97	76	101	42	39	39	39
320	129	72	70	74	77	80	83	87	82	89	84	61	58	60	59	59	59
330	132	70	69	75	76	77	75	76	75	80	70	53	42	42	46	46	46
340	122	86	69	73	73	74	71	70	68	69	61	50	44	29	32	32	32
350	125	118	75	70	70	71	65	68	66	63	56	41	33	30	27	27	27

Maksimum= 288.97 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	521	658	225	169	130	100	72	62	53	45	31	19	13	11	9
10	573	673	283	162	122	96	74	62	52	45	30	18	13	9	7
20	609	867	370	240	154	105	74	62	53	45	30	18	12	9	7
30	570	644	256	151	124	101	86	71	59	50	33	19	13	9	8
40	508	473	225	153	117	96	75	63	53	46	31	19	14	12	10
50	616	574	240	163	118	97	68	56	47	40	27	17	12	9	7
60	709	793	283	190	126	98	76	64	54	46	31	19	13	10	8
70	752	1060	364	262	177	123	78	64	54	47	31	19	13	10	8
80	737	867	380	193	141	108	88	73	61	57	40	22	15	13	11
90	655	757	267	188	138	108	76	63	53	45	30	19	13	10	8
100	536	485	257	150	119	107	87	71	59	49	32	19	13	10	8
110	449	345	229	145	113	101	81	65	55	47	31	19	13	9	7
120	445	286	192	138	111	98	78	64	53	45	29	18	12	9	7
130	434	205	151	123	106	100	82	66	54	46	31	18	12	9	7
140	434	206	135	108	93	87	75	64	55	47	31	18	12	9	7
150	437	211	116	109	101	91	71	60	51	44	30	18	12	9	7
160	450	181	122	109	101	91	74	62	53	45	30	18	12	9	7
170	446	195	129	107	98	89	72	60	51	44	29	18	12	9	7
180	463	204	129	108	98	89	73	60	51	44	29	18	12	9	7
190	503	288	172	118	98	87	70	58	49	43	29	18	12	9	7
200	508	244	143	113	101	92	75	62	51	44	29	17	12	9	7
210	484	252	154	109	94	85	70	59	50	43	29	18	12	9	7
220	454	253	157	115	102	92	75	62	52	44	29	18	12	9	7
230	454	236	152	113	95	86	71	59	50	43	29	18	12	9	7
240	497	293	171	113	102	91	74	61	51	43	29	17	12	9	7
250	609	284	162	118	94	86	71	59	50	43	29	18	12	9	7
260	543	335	206	135	104	93	74	61	51	44	29	18	12	9	7
270	466	222	146	114	101	90	75	62	52	45	30	18	12	9	7
280	444	201	132	105	90	84	71	59	50	43	29	17	12	9	7
290	454	254	144	114	106	96	77	62	51	43	28	19	14	12	10
300	446	207	122	113	107	98	79	64	53	45	30	18	12	9	8
310	478	195	131	116	103	93	75	61	50	43	29	18	12	9	7
320	471	213	152	120	105	96	76	62	52	44	28	18	12	9	8
330	484	224	183	123	108	95	73	59	50	43	30	19	15	12	10
340	449	291	227	157	125	106	84	67	54	45	29	17	12	9	7
350	446	405	260	154	111	96	75	61	52	45	30	19	15	12	10

Maksimum= 1059.56 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	Afstand (m)															
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000	
0	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	1	1	
10	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	1	1	1	
20	4	6	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	
30	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	
40	4	7	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	
50	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	
60	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	
70	5	7	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	
80	5	6	5	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	
90	7	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	
100	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	
110	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	
120	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	
130	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	
140	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	
150	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	
160	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	
170	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	
180	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	1	
190	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	3	1	
200	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	3	
210	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	
220	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	3	3	2	
230	4	4	4	5	4	5	5	5	5	6	6	6	3	3	3	
240	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	5	4	3	2	
250	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	6	5	3	2	
260	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	6	6	5	3	2	
270	4	4	5	5	5	5	5	6	6	7	4	7	6	4	2	
280	4	4	5	5	5	5	5	6	6	7	6	7	5	3	2	
290	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	6	5	5	4	
300	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	5	4	3	3	
310	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	6	2	2	
320	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	3	3	3	
330	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	2	2	3	
340	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	
350	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	2	1	

Maksimum= 7.22 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	Afstand (m)															
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000	
0	112	123	55	46	51	42	45	33	38	37	33	22	20	11	12	
10	122	153	60	43	49	44	42	33	35	33	22	20	15	15	13	
20	122	209	68	38	46	46	40	37	26	31	26	19	14	13	9	
30	117	144	57	39	40	44	37	37	32	24	24	14	13	9	8	
40	101	135	49	41	36	38	40	34	33	29	18	20	13	9	7	
50	145	111	69	45	40	36	36	36	32	30	23	14	14	13	11	
60	162	170	63	55	46	42	36	30	31	30	26	18	12	11	9	
70	160	215	77	53	49	46	41	37	34	30	24	19	15	13	11	
80	158	151	98	64	50	44	37	34	32	30	26	20	16	13	11	
90	138	116	57	53	48	43	37	32	29	26	20	14	11	9	7	
100	115	110	44	39	36	33	29	26	25	23	19	13	10	8	7	
110	86	74	42	32	31	30	27	24	21	20	16	13	12	10	10	
120	102	51	33	31	30	27	25	23	21	21	20	17	11	8	7	
130	59	43	32	31	29	28	26	25	26	24	19	12	8	7	7	
140	79	35	32	32	29	29	29	28	26	23	16	14	12	8	6	
150	95	34	34	31	31	29	31	28	22	20	18	15	7	6	5	
160	85	36	35	33	32	33	30	25	23	20	26	8	8	8	8	
170	87	38	35	34	34	35	30	27	22	27	18	12	13	8	6	
180	87	40	36	36	35	36	31	26	26	37	12	18	11	10	8	
190	113	49	37	37	37	37	32	26	37	38	16	15	12	13	9	
200	84	41	39	39	39	38	35	27	46	36	26	25	20	13	20	
210	92	40	41	40	42	40	38	29	52	34	33	24	21	27	12	
220	102	46	42	41	42	44	42	34	55	38	34	28	30	26	12	
230	108	53	42	44	45	48	42	45	49	52	31	42	35	15	13	
240	118	57	41	46	47	49	52	51	45	71	38	72	28	33	20	
250	134	57	45	44	50	53	56	62	59	56	64	48	45	39	23	
260	118	56	50	51	50	51	61	68	70	77	49	47	54	41	32	
270	111	52	52	54	57	60	66	73	79	83	34	79	71	48	32	
280	103	48	49	48	47	44	52	54	77	77	80	67	47	31	22	
290	91	45	41	44	49	51	65	71	80	67	63	49	41	31	26	
300	102	40	43	48	48	56	65	72	62	64	78	59	39	21	18	
310	96	39	46	47	53	64	57	50	55	52	69	36	50	21	18	
320	76	43	47	43	59	58	60	52	51	48	52	31	26	34	29	
330	99	48	45	48	58	50	56	51	47	41	45	32	21	20	21	
340	95	67	46	49	56	46	51	47	45	35	38	27	18	13	13	
350	106	104	54	49	53	44	48	42	41	35	32	26	18	15	10	

Maksimum= 215.17 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	139	170	61	56	56	56	53	54	49	47	41	31	21	18	15
10	147	167	69	54	54	54	50	49	48	42	37	26	21	17	14
20	155	225	80	52	53	52	48	45	44	42	34	24	18	16	14
30	149	178	62	50	51	50	48	43	40	38	31	23	18	14	12
40	129	172	55	49	48	48	46	44	38	36	33	24	19	15	12
50	154	138	74	51	47	46	44	41	40	37	29	24	18	16	15
60	178	189	76	63	52	47	42	40	38	36	31	23	18	15	13
70	195	269	93	60	57	53	46	42	38	36	30	24	20	17	14
80	183	208	126	82	66	58	48	42	39	37	31	24	19	16	14
90	170	156	72	65	60	54	47	42	39	36	28	22	17	14	12
100	132	122	62	49	47	44	40	38	35	34	29	24	19	16	13
110	114	86	56	45	43	42	42	39	36	33	26	20	17	14	13
120	98	65	48	47	48	45	40	36	33	31	26	21	16	12	10
130	88	52	49	49	46	43	39	37	35	34	26	19	12	10	9
140	103	50	51	48	44	43	40	39	36	33	26	16	15	13	10
150	104	52	52	49	46	44	43	39	35	33	22	21	12	10	9
160	104	52	52	49	48	45	46	39	37	31	26	15	14	15	13
170	103	54	52	51	49	50	45	41	36	30	27	18	20	16	12
180	115	56	54	52	52	51	46	44	35	32	23	25	19	16	14
190	127	60	55	54	53	53	49	46	38	39	29	26	23	19	15
200	128	60	57	55	56	55	54	49	40	40	34	30	26	18	17
210	116	61	57	57	59	61	56	54	45	43	39	35	27	24	18
220	115	59	60	59	63	62	60	61	52	51	46	44	37	28	19
230	120	60	61	63	62	66	67	69	59	59	47	63	45	30	21
240	133	61	62	63	65	67	72	74	76	68	54	80	43	37	26
250	139	65	62	67	68	69	76	85	86	91	67	75	61	46	33
260	134	65	63	65	69	74	82	87	98	101	64	74	70	47	33
270	122	62	64	67	71	76	84	94	101	109	53	88	80	51	36
280	114	60	60	64	65	71	81	85	91	100	83	88	74	45	31
290	111	58	61	67	69	69	77	84	95	96	89	78	66	42	29
300	114	59	63	65	67	69	77	82	88	90	94	68	54	35	24
310	110	61	62	63	66	66	75	79	76	83	83	56	45	32	25
320	106	60	60	60	64	66	67	73	70	73	67	50	38	30	24
330	113	59	58	60	61	64	66	67	64	64	61	40	31	24	20
340	109	78	58	60	59	61	62	63	59	57	49	37	26	21	18
350	118	113	64	57	58	59	57	57	54	51	46	31	24	18	17

Maksimum= 269.05 i afstand 100 m og retning 70 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	26	23	15	10	8	7	6	6	5	5	4	3	2	1	1	1	1
10	24	31	16	10	8	7	6	6	5	4	4	2	2	1	1	1	1
20	29	30	16	10	8	7	6	5	5	5	4	3	2	2	1	1	1
30	31	38	18	11	8	7	6	5	5	5	4	3	2	2	1	1	1
40	32	36	20	13	9	8	6	5	5	5	4	3	2	2	2	2	2
50	32	30	20	14	11	9	7	6	5	5	4	3	2	2	2	2	2
60	34	27	24	16	12	10	7	6	5	5	4	3	2	2	2	2	2
70	40	51	27	17	13	10	8	6	6	5	4	3	2	2	2	2	2
80	39	43	27	17	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2	2	2	2
90	36	23	21	14	11	10	8	7	6	5	4	3	2	2	2	2	2
100	32	21	15	11	10	8	7	6	5	5	4	3	2	2	2	2	2
110	26	17	12	9	8	7	6	5	4	4	3	2	2	1	1	1	1
120	20	15	10	8	7	6	5	4	4	4	3	2	2	1	1	1	1
130	19	14	10	7	6	6	5	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1
140	18	14	9	7	6	6	5	4	4	3	2	1	1	1	1	1	1
150	19	13	9	7	6	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1
160	19	12	10	8	6	5	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1
170	22	13	10	8	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1
180	25	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1
190	24	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1
200	21	12	9	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1
210	20	12	8	7	7	6	5	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2
220	20	13	9	8	7	6	5	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2
230	22	14	11	9	8	7	6	5	4	3	2	4	3	2	2	1	1
240	23	15	12	10	8	8	6	6	6	4	2	6	3	2	2	2	2
250	27	16	12	10	9	8	7	7	7	8	2	6	3	4	3	3	3
260	28	17	12	10	9	8	8	8	9	9	3	5	5	4	3	3	3
270	27	15	12	10	9	8	8	9	9	9	5	5	5	4	3	3	3
280	24	14	10	9	8	8	8	7	8	9	6	4	4	3	2	2	2
290	24	14	11	9	8	7	7	8	9	8	6	6	3	3	2	2	2
300	25	16	11	9	8	7	7	8	8	7	4	5	3	2	2	2	2
310	25	15	11	9	8	7	7	8	6	7	4	5	3	2	1	1	1
320	24	15	11	10	8	7	7	7	6	6	4	3	2	2	2	2	2
330	26	18	12	10	8	7	7	7	6	6	4	3	2	2	1	1	1
340	27	18	12	10	8	7	7	6	5	5	4	2	2	2	1	1	1
350	26	21	14	10	8	7	6	6	5	5	4	2	2	1	1	1	1

Maksimum= 51.41 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	382	425	190	115	86	65	45	37	31	26	18	11	8	6	5		
10	414	519	207	123	84	63	39	33	29	25	18	12	9	7	5		
20	414	716	237	127	89	67	43	33	28	25	18	13	9	7	6		
30	397	487	197	119	95	78	60	48	40	34	24	15	10	8	6		
40	370	355	168	102	81	68	55	46	39	33	23	14	10	7	6		
50	531	407	192	109	87	68	47	37	30	26	17	11	8	6	5		
60	595	624	232	119	90	68	44	36	31	27	19	13	10	8	6		
70	588	789	277	136	93	70	49	39	33	28	20	12	9	7	5		
80	580	554	243	152	99	71	52	44	38	33	23	15	10	8	6		
90	464	420	207	115	81	65	53	44	37	32	22	14	10	7	6		
100	421	402	151	97	77	65	52	45	39	33	23	14	10	8	6		
110	317	270	151	93	70	61	48	38	32	29	21	14	10	8	6		
120	376	187	119	88	69	61	49	40	33	28	19	13	9	7	6		
130	216	154	102	76	69	61	45	37	32	27	18	12	9	7	6		
140	288	121	98	80	70	61	49	41	35	30	20	12	9	7	5		
150	350	122	82	78	71	66	56	47	39	34	23	14	10	7	6		
160	310	131	93	76	65	59	49	41	36	31	21	13	10	7	6		
170	319	139	95	78	66	57	46	38	32	27	19	12	8	6	5		
180	317	143	98	86	76	67	53	43	35	30	20	12	9	7	5		
190	411	177	111	83	76	70	59	50	43	37	25	16	11	8	6		
200	303	147	101	75	63	58	49	43	37	32	23	15	10	8	6		
210	336	146	98	76	62	52	39	34	29	26	19	13	9	7	6		
220	373	165	108	76	58	49	36	31	27	24	18	12	9	7	5		
230	398	194	117	84	66	53	41	33	28	24	17	11	8	6	5		
240	431	209	127	88	70	59	47	38	32	27	18	11	8	6	5		
250	493	208	113	85	67	58	46	38	33	29	20	13	9	7	5		
260	434	204	121	85	69	63	52	44	38	33	23	14	10	8	6		
270	407	189	114	87	73	63	48	39	33	29	20	13	9	7	5		
280	379	150	99	82	68	57	46	39	34	29	20	13	10	8	6		
290	332	144	93	77	68	60	49	41	35	30	21	13	9	7	6		
300	373	143	89	78	67	60	49	41	35	30	21	13	9	7	5		
310	352	141	87	79	67	59	45	37	32	27	20	14	10	8	6		
320	278	148	105	85	69	56	45	39	34	30	22	14	10	8	6		
330	364	165	122	95	85	77	60	48	39	33	21	13	10	7	6		
340	349	230	162	122	99	79	57	44	38	33	23	14	10	8	6		
350	381	358	187	129	89	71	54	44	37	32	22	13	9	7	5		

Maksimum= 788.73 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	471	587	207	129	95	78	57	46	39	34	23	15	11	8	7
10	498	569	238	140	97	74	55	45	37	32	23	15	11	8	7
20	528	773	279	144	102	79	56	48	42	36	25	16	11	9	7
30	508	605	213	131	101	80	60	50	43	38	26	16	12	9	7
40	468	439	180	118	95	80	64	50	43	37	26	16	12	9	7
50	563	506	210	124	96	77	57	47	40	35	25	16	11	9	7
60	651	692	264	155	112	87	60	49	43	37	26	17	12	9	7
70	713	987	340	170	113	86	64	52	44	38	27	17	12	9	7
80	670	761	299	171	118	91	66	56	48	42	29	18	12	9	7
90	583	566	243	153	109	89	67	55	46	40	27	17	12	9	7
100	485	441	218	132	98	85	72	57	48	41	28	17	12	9	7
110	416	315	200	115	90	75	58	50	43	37	26	16	12	9	7
120	358	237	158	107	87	72	58	48	41	35	25	16	11	8	7
130	323	185	126	95	82	72	60	50	42	36	25	16	11	8	7
140	377	158	111	90	80	72	60	51	44	38	26	16	12	9	7
150	380	155	103	90	79	69	55	47	41	36	25	16	11	8	7
160	381	159	102	90	83	73	60	49	41	35	25	15	11	8	7
170	378	170	109	92	81	75	62	51	44	37	26	16	11	8	7
180	421	178	115	93	82	74	62	52	43	38	26	16	11	9	7
190	460	199	121	93	79	70	59	50	43	38	26	16	11	9	7
200	463	197	122	88	74	63	52	44	38	33	24	15	11	8	7
210	422	194	119	91	73	61	50	43	38	33	23	15	11	8	7
220	420	192	126	92	76	65	53	45	39	33	24	15	11	8	7
230	439	207	137	98	80	68	56	47	41	35	24	16	11	8	7
240	487	215	135	98	80	68	57	47	41	35	25	16	11	8	7
250	511	228	141	103	83	70	57	49	41	36	25	16	11	9	7
260	492	220	134	101	82	71	59	50	43	37	26	16	11	9	7
270	448	201	127	96	79	71	58	49	42	37	25	16	11	9	7
280	419	176	111	88	74	66	53	45	38	34	24	15	11	8	6
290	405	165	105	85	71	63	52	44	37	32	23	15	11	8	6
300	418	160	101	85	75	69	54	47	41	35	25	16	11	8	7
310	403	156	103	90	78	72	58	48	41	36	24	15	11	8	6
320	389	160	119	96	82	70	55	47	39	34	23	15	10	8	6
330	413	192	149	108	86	73	59	48	41	36	25	15	11	8	6
340	401	265	185	117	93	78	58	48	42	36	25	15	11	8	6
350	415	389	219	129	92	75	58	48	42	35	24	15	11	8	6

Maksimum= 986.52 i afstand 100 m og retning 70 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	91	81	48	28	18	12	8	6	5	4	2	2	1	1	1	1	1
10	84	108	50	26	18	13	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
20	103	106	49	31	19	14	9	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
30	111	122	58	34	22	15	10	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1
40	106	106	62	38	25	17	11	8	6	5	3	2	1	1	1	1	1
50	115	98	60	40	26	19	12	8	6	5	3	2	1	1	1	1	1
60	120	87	72	43	29	21	13	9	7	6	4	2	2	1	1	1	1
70	138	174	82	45	30	22	14	10	8	6	4	3	2	1	1	1	1
80	127	142	78	46	33	24	15	11	9	7	4	3	2	1	1	1	1
90	114	69	63	37	27	20	13	10	8	6	4	3	2	1	1	1	1
100	102	55	38	28	20	16	11	8	7	6	4	2	2	1	1	1	1
110	84	50	29	20	16	12	9	7	5	5	3	2	1	1	1	1	1
120	68	46	25	16	12	10	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
130	60	47	21	16	12	9	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
140	62	46	22	14	11	9	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
150	65	43	26	17	12	9	7	5	4	4	2	1	1	1	1	1	1
160	65	39	27	18	13	10	7	5	4	4	2	2	1	1	1	1	1
170	78	40	27	19	14	11	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
180	87	43	27	18	14	11	8	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
190	84	43	26	18	14	11	8	6	5	5	3	2	1	1	1	1	1
200	73	36	23	16	13	10	7	5	4	4	2	2	1	1	1	1	1
210	68	35	22	15	12	9	6	5	4	4	2	1	1	1	1	1	1
220	72	38	25	18	13	10	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
230	80	44	28	20	16	13	9	8	6	5	3	2	1	1	1	1	1
240	85	51	33	23	18	14	10	8	6	5	3	2	1	1	1	1	1
250	99	55	37	25	19	13	10	7	6	5	3	2	2	1	1	1	1
260	98	58	35	25	18	14	10	7	6	5	3	2	2	1	1	1	1
270	99	53	32	20	16	13	9	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1
280	85	49	31	20	14	11	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
290	83	49	26	18	13	10	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
300	87	57	29	18	13	10	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
310	90	52	30	20	14	11	7	6	4	4	3	1	1	1	1	1	1
320	87	51	32	19	14	11	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1	1
330	91	62	37	22	14	11	7	6	4	4	2	1	1	1	1	1	1
340	95	65	38	23	15	11	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1	1
350	91	74	41	25	16	12	7	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1

Maksimum= 174.20 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
10	3	4	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
20	3	5	2	2	3	3	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
30	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
40	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
50	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
60	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
70	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
80	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
90	5	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
100	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
110	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
120	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
130	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
140	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0
150	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
160	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	1	0	0
180	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	0
190	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	0
200	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1	1	1	1	1
210	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2	2	1
220	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1
230	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1
240	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	4	4	2	2	1
250	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	1
260	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2
270	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	2	4	4	4	3	2
280	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	4	4	4	4	3	2	1
290	3	3	2	2	3	3	4	4	5	4	4	4	4	3	2	2	1
300	3	2	2	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	2	1	1
310	2	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2	3	1	1	1
320	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	2	2
330	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	1	1	1	1
340	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
350	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1

Maksimum= 5.38 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)									
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000	
0	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1
10	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
20	4	5	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
30	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1
40	3	6	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1
50	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
60	4	5	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
70	5	7	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
80	5	5	5	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
90	6	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
100	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
110	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
120	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
130	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
140	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
150	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
160	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
170	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1
180	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
190	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
200	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
210	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
220	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1
230	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	2	1	1
240	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	5	2	2	1	1
250	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	3	3	2	2
260	4	3	4	4	4	4	5	5	6	6	4	4	4	3	2	2
270	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6	3	5	4	3	2	2
280	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	5	5	4	3	2	2
290	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	2	2	2
300	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	3	2	1	1
310	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	3	3	2	1	1
320	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	1	1
330	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	2	1	1	1
340	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	1	1	1	1
350	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1

Maksimum= 6.73 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
270	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
280	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
300	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Maksimum= 1.40 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:38
Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side 16

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 3.
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Kas76LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 3.
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 3.

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 3.

Beregning:

Start kl. 14:38:03 (03-04-2019)
Slut kl. 14:38:12 (03-04-2019)

Immissionskonzentration scenario 4

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 760101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 761231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: Kastrup

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader).
Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i
skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler
med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	CO Q2	Partik Q3
1	Dumper	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.19	0.15	0.15	0.0	0.1100	0.3700	2.60E-03
2	Dumper	75.	75.	0.0	3.0	250.	0.19	0.15	0.15	0.0	0.1100	0.3700	2.60E-03
3	Gummi	0.	100.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.1700	1.20E-03
4	Gummi	25.	50.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.1700	1.20E-03
5	Lastbil	100.	0.	0.0	3.0	250.	0.12	0.15	0.15	0.0	0.0700	0.2300	1.70E-03

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	20.9	0.5
2	20.9	0.5
3	9.8	0.2
4	9.8	0.2
5	13.3	0.3

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:40
Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side 3

Side til advarsler.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	208	123	152	98	72	55	40	34	30	27	19	12	9	7	6
10	262	254	132	71	59	50	43	36	31	27	18	11	8	6	5
20	295	237	161	97	63	53	41	36	31	27	18	11	8	6	5
30	239	347	193	88	71	59	48	41	35	30	20	12	8	6	5
40	310	358	234	118	95	68	43	36	31	27	19	12	8	6	5
50	245	360	276	131	91	61	41	34	28	24	16	10	7	6	5
60	214	337	199	108	72	57	43	36	31	27	19	12	8	6	5
70	214	230	156	98	66	57	44	37	32	27	19	12	8	6	5
80	215	318	136	88	66	54	48	41	35	30	23	13	9	7	6
90	213	116	200	120	72	60	47	37	31	27	18	11	8	6	5
100	214	318	147	85	64	58	50	42	35	30	20	12	8	6	5
110	213	208	129	81	64	57	48	39	32	28	19	12	8	6	5
120	211	137	119	76	65	58	46	38	32	27	18	11	8	6	5
130	202	96	88	72	56	55	48	40	33	28	19	11	8	6	5
140	201	84	69	62	53	47	41	36	32	28	19	11	8	6	4
150	207	87	58	57	56	52	43	35	29	26	18	11	8	6	5
160	215	89	63	58	55	51	43	36	31	27	18	11	8	6	5
170	219	100	65	57	54	49	42	35	30	25	18	11	8	6	4
180	232	101	65	57	53	49	41	35	30	26	18	11	8	6	4
190	234	110	74	58	52	48	40	34	29	25	17	11	8	6	4
200	236	109	71	56	52	49	41	35	30	26	18	11	7	6	4
210	245	133	83	59	49	45	39	33	29	25	17	11	8	6	4
220	255	143	101	70	53	49	42	35	30	26	18	11	8	6	4
230	249	124	81	59	50	46	39	33	29	25	17	11	8	6	4
240	223	110	79	59	53	49	41	35	30	26	18	11	8	6	5
250	216	105	76	58	49	45	39	33	29	25	17	11	8	6	4
260	228	104	73	60	55	51	42	35	30	25	18	11	8	6	4
270	233	109	67	63	58	52	42	35	30	26	18	11	8	6	4
280	225	102	62	55	49	45	39	34	29	25	18	11	8	6	4
290	215	102	68	58	57	53	45	37	31	26	17	11	9	7	6
300	212	89	59	62	59	54	46	38	32	27	18	11	8	7	6
310	208	94	66	64	61	55	45	37	31	26	18	11	8	6	4
320	213	92	82	77	59	55	46	37	31	27	18	11	8	6	4
330	210	111	141	78	62	57	45	36	30	26	18	11	8	6	5
340	212	156	114	81	67	60	50	41	34	28	18	11	8	6	5
350	207	253	155	77	64	57	45	37	31	27	18	11	8	6	5

Maksimum= 359.75 i afstand 100 m og retning 50 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	700	414	514	333	244	185	135	116	102	90	63	39	29	23	20
10	892	864	443	238	198	170	143	120	104	90	62	38	27	20	16
20	1001	797	540	324	210	178	138	121	104	90	62	38	26	20	15
30	814	1169	648	297	238	198	161	139	119	102	68	41	28	20	16
40	1055	1203	788	396	322	229	144	122	105	91	63	39	27	20	17
50	833	1210	931	441	306	207	137	113	95	81	55	35	25	19	15
60	720	1133	670	363	243	192	143	121	105	92	63	39	27	20	16
70	719	775	524	329	222	191	150	126	106	92	63	39	27	20	16
80	722	1044	446	297	223	181	161	138	118	102	77	44	29	23	20
90	717	390	662	397	237	201	158	123	104	90	62	38	27	20	16
100	719	1046	485	281	213	196	168	140	117	101	67	39	27	20	16
110	716	682	427	271	214	192	160	131	108	94	63	39	27	20	16
120	709	449	393	254	218	195	155	128	108	92	60	37	26	19	15
130	679	315	293	240	188	184	160	133	111	93	63	38	26	20	15
140	677	277	229	205	178	159	137	122	107	93	63	38	26	19	15
150	697	292	197	193	188	175	143	116	98	87	61	38	26	20	15
160	725	300	213	194	185	171	143	119	103	90	62	38	26	19	15
170	737	337	219	193	180	166	140	117	99	86	59	37	26	19	15
180	779	342	220	193	179	165	139	116	99	86	60	37	26	19	15
190	786	372	251	194	177	162	135	113	96	84	59	37	26	19	15
200	795	367	240	190	176	164	139	118	101	87	59	36	25	19	15
210	826	447	279	199	164	152	130	112	96	84	58	36	25	19	15
220	859	482	339	236	180	166	140	118	101	87	60	37	26	19	15
230	836	417	274	199	167	155	132	112	97	84	58	36	25	19	15
240	750	371	264	198	179	165	139	118	100	87	59	36	25	19	15
250	726	352	256	197	163	152	131	112	97	84	59	37	26	19	15
260	766	348	244	202	186	171	142	118	100	86	59	37	26	19	15
270	783	365	224	211	194	175	140	119	102	89	61	37	26	19	15
280	755	343	209	184	164	152	131	114	99	86	59	36	25	19	15
290	724	342	228	194	190	179	151	126	105	89	58	37	29	24	20
300	711	301	200	209	198	182	155	129	107	92	62	38	28	23	19
310	700	317	224	214	207	185	150	124	104	87	59	37	26	19	15
320	715	311	276	259	199	185	154	126	105	90	60	36	25	19	15
330	707	378	478	263	207	190	151	120	99	86	60	38	26	21	18
340	714	529	385	274	227	203	170	138	114	95	61	36	26	20	17
350	698	859	526	261	214	192	151	125	104	89	62	38	27	20	16

Maksimum= 1210.07 i afstand 100 m og retning 50 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimalle timeværdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	5	3	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
10	6	6	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
20	7	6	4	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
30	6	8	5	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
40	7	8	6	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
50	6	9	7	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
60	5	8	5	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
70	5	5	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
80	5	8	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
90	5	3	5	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
100	5	8	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
110	5	5	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
120	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
130	5	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
140	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
150	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
180	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
210	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
220	6	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
230	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
240	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
250	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
260	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
270	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
280	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
290	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
300	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
310	5	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
320	5	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
330	5	3	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
340	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
350	5	6	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Maksimum= 8.50 i afstand 100 m og retning 50 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	172	88	109	59	47	39	28	22	19	16	11	7	5	4	3		
10	193	205	90	59	45	35	24	18	16	14	10	7	5	4	3		
20	194	179	131	63	48	37	25	18	16	14	10	7	5	4	3		
30	177	261	135	76	52	44	35	28	24	20	14	9	6	5	4		
40	221	323	209	89	57	45	32	26	22	19	13	9	6	5	4		
50	185	216	222	97	52	40	28	22	18	15	10	6	5	4	3		
60	161	220	158	85	53	41	27	21	18	15	11	8	6	4	3		
70	171	166	109	62	49	38	28	23	20	17	12	7	5	4	3		
80	182	212	106	58	45	39	30	25	22	19	14	9	6	5	4		
90	166	83	140	56	40	35	30	25	21	19	13	8	6	4	4		
100	143	252	124	60	44	35	28	25	22	19	14	9	6	5	4		
110	133	161	100	52	42	36	29	23	19	16	12	8	6	5	4		
120	174	103	78	53	40	35	29	24	20	17	11	7	5	4	3		
130	99	66	63	44	37	35	27	22	19	16	11	7	5	4	3		
140	126	60	51	43	40	36	28	24	20	17	12	7	5	4	3		
150	161	62	43	39	38	35	31	27	23	20	14	9	6	5	4		
160	144	68	49	41	35	31	27	23	20	18	13	8	6	4	4		
170	152	67	49	44	39	34	26	21	18	16	11	7	5	4	3		
180	158	72	51	46	42	38	31	25	21	18	12	7	5	4	3		
190	189	85	57	45	40	37	32	28	24	21	15	10	7	5	4		
200	152	73	51	39	33	30	27	23	21	18	13	9	6	5	4		
210	168	77	50	40	33	28	22	19	16	15	11	7	5	4	3		
220	201	95	55	41	32	27	21	17	15	13	10	7	5	4	3		
230	207	95	59	45	36	30	22	18	16	14	10	6	5	4	3		
240	182	92	62	46	38	32	26	22	18	16	11	7	5	4	3		
250	182	88	60	44	36	32	26	21	18	16	12	8	5	4	3		
260	170	90	57	43	36	33	29	25	21	19	13	9	6	5	4		
270	196	86	56	46	40	35	28	23	19	16	12	8	5	4	3		
280	188	73	52	46	40	35	26	22	19	17	12	8	6	4	4		
290	159	69	53	45	37	33	28	24	20	18	13	8	6	4	3		
300	173	71	49	43	39	35	29	24	21	18	13	8	6	4	3		
310	163	66	51	44	39	34	27	23	19	16	11	8	6	5	4		
320	123	64	59	50	41	34	25	22	20	17	13	9	6	5	4		
330	157	86	80	58	46	43	35	29	24	20	13	8	6	4	4		
340	153	120	97	68	57	48	36	28	23	20	14	9	6	5	4		
350	171	174	113	68	50	41	32	27	22	19	13	8	6	4	3		

Maksimum= 322.74 i afstand 100 m og retning 40 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
							400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	190	108	135	70	51	43	33	27	23	20	14	9	7	5	4
10	235	234	106	66	51	41	31	26	23	20	13	9	7	5	4
20	232	217	150	73	53	45	33	27	24	21	15	10	7	5	4
30	192	322	169	80	59	47	36	28	25	22	16	10	7	5	4
40	234	293	204	108	66	48	36	29	25	22	15	10	7	5	4
50	206	258	257	114	69	49	33	27	23	20	14	9	7	5	4
60	197	246	183	98	63	48	34	28	24	22	15	10	7	5	4
70	199	194	136	81	58	47	36	31	26	23	16	10	7	5	4
80	196	242	124	68	53	47	37	31	27	24	17	11	8	6	4
90	195	103	167	81	55	47	37	31	27	23	16	10	7	6	4
100	193	286	123	71	53	43	40	34	28	24	17	11	7	6	4
110	185	184	119	67	51	42	33	28	24	21	15	10	7	5	4
120	161	120	103	67	49	43	33	28	24	21	15	9	7	5	4
130	141	84	78	55	46	40	34	29	25	21	15	10	7	5	4
140	162	76	58	49	44	39	33	29	26	22	16	10	7	5	4
150	168	76	52	46	44	39	31	26	23	21	15	9	7	5	4
160	169	81	53	46	44	40	33	29	24	21	14	9	7	5	4
170	176	86	56	47	43	40	35	29	26	22	15	10	7	5	4
180	208	91	58	47	43	39	34	29	26	22	15	10	7	5	4
190	209	96	61	48	42	38	32	28	24	22	15	10	7	5	4
200	208	99	64	47	39	35	29	24	21	19	14	9	7	5	4
210	210	102	64	48	41	34	28	24	21	19	14	9	6	5	4
220	227	109	65	49	40	35	29	25	22	19	14	9	7	5	4
230	230	110	69	52	42	37	31	26	23	20	14	9	7	5	4
240	208	102	68	51	42	37	30	26	23	20	14	9	7	5	4
250	193	93	66	53	44	38	31	27	24	21	15	10	7	5	4
260	204	93	64	51	43	38	33	28	25	22	16	10	7	5	4
270	215	93	59	49	43	38	33	28	25	21	15	10	7	5	4
280	203	85	54	45	40	36	30	26	22	19	14	9	6	5	4
290	190	82	52	44	40	34	30	24	21	18	14	9	6	5	4
300	196	78	52	46	41	37	32	27	23	21	15	10	7	5	4
310	189	76	57	49	44	39	33	28	24	21	15	9	7	5	4
320	182	74	70	54	47	41	33	27	23	20	14	9	7	5	4
330	184	96	90	61	49	42	34	28	24	21	15	9	7	5	4
340	178	141	104	68	54	46	35	29	24	21	15	9	7	5	4
350	179	227	123	67	54	44	34	28	24	21	15	9	7	5	4

Maksimum= 322.17 i afstand 100 m og retning 30 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	52	35	32	18	12	8	5	3	3	2	1	1	1	0	0
10	57	49	32	19	12	9	5	4	3	2	2	1	1	0	0
20	49	47	33	19	13	9	6	4	3	3	2	1	1	1	0
30	40	48	32	21	14	10	6	4	3	3	2	1	1	0	0
40	45	46	36	25	16	11	7	5	4	3	2	1	1	1	0
50	46	42	53	29	17	13	7	5	4	3	2	1	1	1	0
60	43	35	47	27	18	13	8	5	4	3	2	1	1	1	1
70	44	37	36	27	18	14	8	6	5	4	2	1	1	1	1
80	42	35	37	26	19	14	9	7	5	4	2	2	1	1	1
90	47	25	40	23	16	12	8	6	4	4	2	1	1	1	1
100	45	43	25	18	13	9	6	5	3	3	2	1	1	1	1
110	38	38	17	12	9	7	5	4	3	3	2	1	1	1	0
120	32	30	14	10	7	6	4	3	3	2	2	1	1	1	0
130	30	25	14	9	7	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0
140	31	22	16	9	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0
150	30	20	15	10	7	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0
160	29	20	15	11	8	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0
170	34	22	15	11	8	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0
180	39	23	15	11	8	6	4	3	3	2	1	1	1	0	0
190	38	22	14	10	8	7	5	3	3	3	2	1	1	1	0
200	31	20	12	9	7	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0
210	28	18	12	8	7	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0
220	30	18	13	10	7	6	4	3	3	2	2	1	1	1	0
230	37	22	14	10	9	7	5	4	3	3	2	1	1	1	0
240	41	24	17	12	9	8	6	4	3	3	2	1	1	1	0
250	43	27	19	14	11	8	6	4	3	3	2	1	1	1	0
260	51	31	19	14	10	8	6	4	3	3	2	1	1	0	0
270	51	28	18	12	9	8	5	4	3	2	1	1	1	0	0
280	42	28	18	12	9	7	4	3	2	2	1	1	1	0	0
290	42	29	18	11	8	6	4	3	2	2	1	1	0	0	0
300	45	31	18	11	8	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0
310	45	32	20	12	9	7	4	3	3	2	1	1	0	0	0
320	46	33	20	13	9	7	5	3	3	2	1	1	1	0	0
330	48	39	23	15	10	7	4	3	3	2	1	1	1	0	0
340	46	42	25	16	10	7	4	3	3	2	1	1	0	0	0
350	51	46	30	17	11	8	5	3	2	2	1	1	1	0	0

Maksimum= 57.26 i afstand 50 m og retning 10 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimale 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
							400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	584	296	370	200	157	131	94	75	63	54	37	24	17	13	10
10	657	697	303	198	152	118	80	62	54	48	35	24	17	13	11
20	655	602	439	209	161	125	84	62	53	46	35	24	18	14	12
30	594	877	453	257	176	147	117	95	79	67	47	30	21	16	13
40	750	1086	703	298	193	153	106	89	75	65	45	29	20	15	12
50	624	728	749	329	175	133	94	73	60	51	34	21	16	12	10
60	540	740	532	288	177	138	90	69	59	52	37	25	19	15	12
70	576	547	366	209	165	129	95	78	66	57	40	25	18	13	11
80	611	696	348	193	150	130	102	84	72	64	45	29	21	16	13
90	559	278	463	188	135	118	99	84	72	63	44	28	20	15	12
100	481	827	409	199	147	118	94	84	74	65	46	29	21	15	12
110	448	530	331	174	139	122	96	78	65	55	40	27	20	15	12
120	584	340	260	175	134	118	97	80	67	57	38	24	18	14	12
130	333	219	210	145	124	116	91	74	63	54	37	23	17	14	11
140	423	200	170	143	134	119	94	79	68	59	40	25	17	13	11
150	541	209	144	131	127	117	104	89	77	67	46	29	20	15	12
160	483	230	164	137	118	103	89	76	67	59	42	27	19	15	12
170	512	226	164	148	129	113	87	72	62	53	37	23	17	13	10
180	531	244	172	156	141	127	102	84	71	60	41	25	18	14	11
190	637	288	191	150	135	124	108	94	82	72	51	32	23	17	14
200	511	245	174	132	110	102	89	79	69	62	45	30	21	16	13
210	565	260	168	133	111	95	73	62	55	49	36	25	18	14	11
220	676	319	185	137	106	90	69	57	50	45	34	23	17	13	11
230	698	320	200	151	120	100	74	62	53	46	33	21	16	12	10
240	614	309	208	155	127	107	87	73	62	53	36	22	16	12	9
250	610	297	201	149	122	108	87	71	61	54	39	26	18	14	11
260	570	301	191	144	120	112	96	83	72	63	45	29	20	15	12
270	659	287	188	155	134	119	94	76	64	55	39	25	18	14	11
280	632	246	176	156	136	116	88	74	64	57	40	26	19	15	12
290	535	230	179	150	123	112	94	80	69	60	42	27	19	15	12
300	581	238	166	145	131	117	97	82	70	61	42	27	19	14	11
310	549	223	173	148	130	113	91	76	64	55	38	26	20	15	13
320	415	216	200	170	138	114	84	74	66	59	43	29	21	16	13
330	527	293	272	197	154	143	118	96	80	68	45	27	20	15	12
340	514	406	327	229	192	163	119	93	76	66	46	30	21	16	12
350	574	593	384	230	167	138	109	89	75	65	44	28	20	15	12

Maksimum= 1085.58 i afstand 100 m og retning 40 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	646	365	459	238	173	146	112	90	76	67	48	30	22	17	14		
10	798	795	355	223	170	140	106	89	76	66	45	30	22	17	14		
20	785	729	503	244	180	151	110	91	81	71	50	32	23	17	14		
30	647	1084	569	270	199	159	120	96	83	73	52	34	24	18	14		
40	794	986	688	363	221	162	122	97	83	73	51	33	24	18	14		
50	692	869	864	385	231	166	111	90	78	68	49	31	23	17	14		
60	664	828	617	330	213	161	115	94	82	72	52	33	24	18	14		
70	670	650	459	274	196	159	120	103	89	77	53	34	24	18	15		
80	660	794	407	226	179	156	124	106	92	81	58	36	25	19	15		
90	657	347	553	268	184	156	123	106	92	79	54	34	25	19	15		
100	650	941	409	235	177	145	133	116	95	81	57	36	25	19	15		
110	621	604	392	225	171	141	111	93	81	72	52	33	24	18	14		
120	541	396	341	224	164	144	112	94	79	70	50	32	23	17	14		
130	473	274	260	184	155	135	113	98	83	72	50	33	23	18	14		
140	546	256	192	164	147	129	111	98	86	75	53	33	24	18	14		
150	565	257	173	154	147	130	104	88	78	69	49	32	23	17	14		
160	570	273	178	156	146	135	111	97	82	70	48	31	22	17	13		
170	591	290	189	159	143	134	117	99	86	74	52	33	23	17	14		
180	700	307	195	158	143	131	116	98	86	74	52	33	23	18	14		
190	706	324	207	163	141	126	108	94	82	72	52	33	24	18	14		
200	699	333	214	160	131	117	96	81	72	63	47	31	22	17	14		
210	708	344	214	162	136	114	94	81	72	63	47	30	22	17	14		
220	764	368	219	164	132	117	97	84	73	64	46	31	22	17	14		
230	774	369	231	175	143	123	104	89	77	67	47	31	23	17	14		
240	699	343	229	172	140	124	101	88	77	67	48	32	23	17	14		
250	649	314	222	178	149	128	105	91	80	69	50	33	23	18	14		
260	685	311	215	170	144	127	110	94	83	73	52	34	24	18	14		
270	721	312	200	165	143	128	110	94	83	72	50	32	23	18	14		
280	681	286	180	151	135	122	103	87	74	65	47	30	21	16	13		
290	639	276	176	150	133	114	100	82	71	61	45	29	22	16	13		
300	660	261	176	154	139	126	108	91	78	69	50	32	23	17	14		
310	636	255	192	163	147	131	112	95	82	70	50	31	22	17	13		
320	613	249	236	184	157	138	111	92	79	68	47	30	22	16	13		
330	619	325	304	206	165	142	113	93	79	69	51	32	22	17	13		
340	599	479	352	230	182	153	118	97	81	71	50	32	22	17	13		
350	602	771	416	226	181	148	114	94	81	71	49	31	22	17	13		

Maksimum= 1083.65 i afstand 100 m og retning 30 grader.

CO Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	174	117	108	63	41	28	16	11	9	7	5	3	2	2	1
10	193	167	107	64	39	29	18	13	10	8	5	3	2	2	1
20	163	158	112	65	42	30	20	14	11	9	5	3	2	2	1
30	135	160	108	72	47	34	22	14	11	9	5	3	2	2	1
40	153	154	121	82	54	38	23	16	12	9	5	3	2	2	1
50	155	142	180	96	59	43	25	16	12	10	6	4	3	2	2
60	143	120	160	92	62	45	25	18	14	12	7	4	3	2	2
70	147	124	123	89	62	47	28	20	15	12	8	5	3	3	2
80	143	119	125	87	66	47	31	22	17	14	8	5	4	3	2
90	156	83	132	78	52	39	25	19	14	12	8	5	3	3	2
100	151	143	83	60	42	32	21	15	12	10	7	4	3	2	2
110	126	124	57	39	30	24	16	12	10	8	6	4	3	2	2
120	107	101	47	34	23	19	13	11	9	8	5	3	2	2	1
130	101	83	48	29	23	19	13	9	8	7	4	3	2	2	1
140	103	73	55	29	21	17	13	10	7	6	4	3	2	2	1
150	101	69	50	35	24	19	12	10	8	7	4	3	2	2	1
160	98	69	49	36	27	20	13	9	8	6	4	3	2	2	1
170	116	74	49	36	28	21	15	11	8	7	4	3	2	1	1
180	131	76	49	35	27	21	15	11	9	7	5	3	2	2	1
190	129	75	47	34	26	22	16	12	10	8	6	3	2	2	1
200	106	66	41	29	23	19	13	10	8	7	5	3	2	2	1
210	92	59	38	28	22	17	12	9	8	7	4	3	2	1	1
220	101	60	43	32	24	19	14	11	9	8	5	3	2	2	1
230	124	74	46	34	29	24	17	14	12	10	6	4	2	2	1
240	137	82	57	42	31	25	19	15	12	10	6	4	3	2	1
250	145	90	62	48	37	28	19	14	12	9	6	4	3	2	1
260	173	103	66	46	35	27	19	15	11	9	6	3	2	2	1
270	172	95	62	40	30	25	18	13	10	8	5	3	2	2	1
280	141	94	60	40	30	23	15	11	8	7	4	2	2	1	1
290	143	97	60	37	27	20	13	10	7	6	4	2	2	1	1
300	150	106	60	38	26	21	13	10	8	6	4	3	2	1	1
310	151	108	66	40	29	22	15	11	8	7	5	3	2	1	1
320	155	110	66	44	29	22	15	11	9	7	4	3	2	1	1
330	163	131	78	49	34	23	15	11	9	7	5	3	2	1	1
340	154	142	85	54	33	24	14	11	9	7	4	2	2	1	1
350	171	155	101	56	37	27	16	11	8	7	4	2	2	1	1

Maksimum= 193.28 i afstand 50 m og retning 10 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimale 8-timers glidende middel (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	4	2	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	5	5	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	5	4	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	4	6	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
40	5	8	5	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
50	4	5	5	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
60	4	5	4	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	4	4	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
80	4	5	3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
90	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
100	3	6	3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
110	3	4	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
120	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
130	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
140	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
150	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
160	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
170	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
180	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
190	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
200	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
210	4	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	5	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	5	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
250	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
260	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
270	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
280	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
290	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
300	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
310	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
320	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
330	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
340	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
350	4	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Maksimum= 7.63 i afstand 100 m og retning 40 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	5	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
10	6	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20	6	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
30	5	8	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
40	6	7	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
50	5	6	6	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
60	5	6	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
70	5	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
80	5	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
90	5	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
100	5	7	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
110	4	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
120	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
130	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
140	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
150	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
180	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
210	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
220	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
230	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
240	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
250	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
260	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
270	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
280	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
290	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
300	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
310	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
320	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
330	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
340	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
350	4	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Maksimum= 7.61 i afstand 100 m og retning 30 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Den 36. største 24-timemiddel på årsbasis (µg/m3)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
270	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Maksimum= 1.36 i afstand 50 m og retning 10 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 4.
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Kas76LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 4.
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 4.

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\Immission sce 4.

Beregning:

Start kl. 14:40:28 (03-04-2019)
Slut kl. 14:40:36 (03-04-2019)

NO2-deposition scenario 1

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader).
Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i
skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler
med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Lil	-550.	0.	0.0	20.0	250.	1.09	1.00	1.00	0.0	1.3500	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	2.7	3.0

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:48

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	10	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
10	11	9	6	4	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
20	12	12	6	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
30	13	17	7	5	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
40	13	14	8	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
50	14	13	9	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
60	15	14	9	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
70	15	19	10	6	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
80	14	14	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
90	12	8	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
100	11	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
110	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
120	7	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
130	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
140	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
150	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
180	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
210	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
220	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
230	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
240	6	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
250	7	5	4	3	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0
260	7	5	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0
270	7	5	4	4	4	3	3	1	1	1	1	1	0	0	0
280	8	5	4	4	4	4	3	1	1	2	2	1	0	0	0
290	9	6	5	4	4	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0
300	9	6	5	4	4	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0
310	9	6	5	4	4	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0
320	8	6	5	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
330	9	7	5	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
340	9	8	5	4	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
350	10	9	5	4	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0

Maksimum= 19.18 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 1.kl
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 1.rc
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 1.op

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 1.lo

Beregning:

Start kl. 14:47:12 (03-04-2019)

Slut kl. 14:47:50 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 47934.720 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 2.00E-04, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
10	20.81	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
20	22.71	22.71	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
30	24.60	32.17	13.25	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
40	24.60	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
50	26.49	24.60	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
60	28.38	26.49	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
70	28.38	35.95	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
80	26.49	26.49	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
90	22.71	15.14	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
100	20.81	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
110	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
120	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
130	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
240	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
250	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
260	13.25	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
270	13.25	9.46	7.57	7.57	7.57	5.68	5.68	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
280	15.14	9.46	7.57	7.57	7.57	7.57	5.68	1.89	1.89	3.78	3.78	1.89	0.00	0.00	0.00
290	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
300	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
310	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
320	15.14	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
330	17.03	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
340	17.03	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
350	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 3.60E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Samlet emission: 47934.720 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 2.00E-04, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
10	20.81	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
20	22.71	22.71	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
30	24.60	32.17	13.25	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
40	24.60	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
50	26.49	24.60	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
60	28.38	26.49	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
70	28.38	35.95	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
80	26.49	26.49	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
90	22.71	15.14	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
100	20.81	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
110	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
120	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
130	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
240	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
250	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
260	13.25	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
270	13.25	9.46	7.57	7.57	7.57	5.68	5.68	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
280	15.14	9.46	7.57	7.57	7.57	7.57	5.68	1.89	1.89	3.78	3.78	1.89	0.00	0.00	0.00
290	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
300	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
310	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
320	15.14	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
330	17.03	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
340	17.03	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
350	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 3.60E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.
Anvendt årlig nedbør: 0 mm.
Samlet emission: 47934.720 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
340	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

No-deposition scenario 1

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader). Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Lil	-550.	0.	0.0	20.0	250.	1.09	1.00	1.00	0.0	1.3500	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	2.7	3.0

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:45

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		600	700	1000	1500	2000	2500	3000
							400	500							
0	10	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
10	11	9	6	4	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
20	12	12	6	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
30	13	17	7	5	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
40	13	14	8	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
50	14	13	9	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
60	15	14	9	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
70	15	19	10	6	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
80	14	14	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
90	12	8	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
100	11	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
110	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
120	7	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
130	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
140	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
150	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
180	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
210	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
220	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
230	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
240	6	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
250	7	5	4	3	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0
260	7	5	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0
270	7	5	4	4	4	3	3	1	1	1	1	1	0	0	0
280	8	5	4	4	4	4	3	1	1	2	2	1	0	0	0
290	9	6	5	4	4	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0
300	9	6	5	4	4	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0
310	9	6	5	4	4	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0
320	8	6	5	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
330	9	7	5	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
340	9	8	5	4	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
350	10	9	5	4	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0

Maksimum= 19.18 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 1.kld
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 1.rct
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 1.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 1.log

Beregning:

Start kl. 14:42:20 (03-04-2019)
Slut kl. 14:42:57 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 47934.720 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (l/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)															
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000	
0	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
10	3.469	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
20	3.784	3.784	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
30	4.100	5.361	2.208	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
40	4.100	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
50	4.415	4.100	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
60	4.730	4.415	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
70	4.730	5.992	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
80	4.415	4.415	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
90	3.784	2.523	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
100	3.469	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
110	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
120	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
130	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
140	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
150	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
160	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
170	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
180	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
190	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
200	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
210	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
220	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
230	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
240	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
250	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
260	2.208	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
270	2.208	1.577	1.261	1.261	1.261	0.946	0.946	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
280	2.523	1.577	1.261	1.261	1.261	1.261	0.946	0.315	0.315	0.631	0.631	0.315	0.000	0.000	0.000	
290	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
300	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
310	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
320	2.523	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
330	2.838	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
340	2.838	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
350	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	

Maksimum= 5.99E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Samlet emission: 47934.720 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
10	3.469	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
20	3.784	3.784	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
30	4.100	5.361	2.208	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
40	4.100	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
50	4.415	4.100	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
60	4.730	4.415	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
70	4.730	5.992	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
80	4.415	4.415	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
90	3.784	2.523	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
100	3.469	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
110	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
120	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
130	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
200	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
230	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
240	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
250	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
260	2.208	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
270	2.208	1.577	1.261	1.261	1.261	0.946	0.946	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
280	2.523	1.577	1.261	1.261	1.261	1.261	0.946	0.315	0.315	0.631	0.631	0.315	0.000	0.000	0.000
290	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
300	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
310	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
320	2.523	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
330	2.838	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
340	2.838	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
350	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 5.99E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 47934.720 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
280	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

NO-deposition scenario 2

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader).
Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i
skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler
med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Mellem	-800.	0.	0.0	27.0	250.	2.28	1.75	1.75	0.0	2.8100	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	1.8	6.3

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:52

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	10	9	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
10	11	9	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
20	12	12	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
30	13	16	7	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
40	13	14	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
50	14	13	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
60	15	14	9	6	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
70	15	19	10	6	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
80	14	14	9	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
90	12	8	7	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
100	11	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
110	9	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
120	7	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
130	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
140	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
150	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
170	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
180	5	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
190	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
200	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
210	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
220	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
230	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
240	6	4	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
250	7	4	4	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
260	7	5	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0
270	7	5	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0
280	8	5	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	0	0
290	9	6	4	4	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	0	0	0
300	9	6	4	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0
310	8	6	4	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0
320	8	6	5	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0
330	8	6	5	4	3	3	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0
340	9	8	5	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
350	10	9	5	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Maksimum= 19.17 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 2.kld
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 2.rct
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 2.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 2.log

Beregning:

Start kl. 14:51:07 (03-04-2019)

Slut kl. 14:51:44 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 93977.280 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
10	3.469	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
20	3.784	3.784	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
30	4.100	5.046	2.208	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
40	4.100	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
50	4.415	4.100	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
60	4.730	4.415	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
70	4.730	5.992	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
80	4.415	4.415	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
90	3.784	2.523	2.208	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
100	3.469	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
110	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
120	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
130	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
140	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
150	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
160	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
170	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
180	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
190	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
200	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
210	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
220	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
230	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
240	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
250	2.208	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
260	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
270	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
280	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
290	2.838	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
300	2.838	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
310	2.523	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
320	2.523	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
330	2.523	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
340	2.838	2.523	1.577	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
350	3.154	2.838	1.577	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 5.99E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Samlet emission: 93977.280 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
10	3.469	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
20	3.784	3.784	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
30	4.100	5.046	2.208	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
40	4.100	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
50	4.415	4.100	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
60	4.730	4.415	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
70	4.730	5.992	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
80	4.415	4.415	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
90	3.784	2.523	2.208	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
100	3.469	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
110	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
120	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
130	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
140	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
150	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
160	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
170	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
180	1.577	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
190	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
200	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
210	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
220	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
230	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
240	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
250	2.208	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
260	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
270	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
280	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
290	2.838	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
300	2.838	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
310	2.523	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
320	2.523	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
330	2.523	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
340	2.838	2.523	1.577	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
350	3.154	2.838	1.577	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 5.99E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 93977.280 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
280	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

NO2-deposition scenario 2

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader).
Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i
skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler
med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Mellem	-800.	0.	0.0	27.0	250.	2.28	1.75	1.75	0.0	2.8100	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	1.8	6.3

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:56

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		600	700	1000	1500	2000	2500	3000
							400	500							
0	10	9	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
10	11	9	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
20	12	12	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
30	13	16	7	5	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
40	13	14	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
50	14	13	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
60	15	14	9	6	4	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
70	15	19	10	6	4	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
80	14	14	9	5	4	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
90	12	8	7	5	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
100	11	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
110	9	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
120	7	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
130	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
140	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
150	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
180	5	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
210	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
220	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
230	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
240	6	4	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
250	7	4	4	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
260	7	5	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	0	0
270	7	5	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	0	0
280	8	5	4	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	0
290	9	6	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	0	0
300	9	6	4	4	3	3	3	3	2	2	1	1	1	0	0
310	8	6	4	4	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0	0
320	8	6	5	4	3	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0
330	8	6	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
340	9	8	5	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
350	10	9	5	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0

Maksimum= 19.17 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 2.kl
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 2.rc
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 2.op

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 2.lo

Beregning:

Start kl. 14:54:11 (03-04-2019)

Slut kl. 14:54:48 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 93977.280 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 2.00E-04, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
10	20.81	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
20	22.71	22.71	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
30	24.60	30.27	13.25	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
40	24.60	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
50	26.49	24.60	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
60	28.38	26.49	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
70	28.38	35.95	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
80	26.49	26.49	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
90	22.71	15.14	13.25	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
100	20.81	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
110	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
120	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
130	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
140	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
150	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
240	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
250	13.25	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
260	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
270	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
280	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
290	17.03	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
300	17.03	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
310	15.14	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
320	15.14	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
330	15.14	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
340	17.03	15.14	9.46	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
350	18.92	17.03	9.46	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 3.60E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Samlet emission: 93977.280 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 2.00E-04, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
10	20.81	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
20	22.71	22.71	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
30	24.60	30.27	13.25	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
40	24.60	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
50	26.49	24.60	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
60	28.38	26.49	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
70	28.38	35.95	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
80	26.49	26.49	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
90	22.71	15.14	13.25	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
100	20.81	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
110	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
120	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
130	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
140	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
150	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
230	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
240	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
250	13.25	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
260	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
270	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
280	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
290	17.03	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
300	17.03	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
310	15.14	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
320	15.14	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
330	15.14	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
340	17.03	15.14	9.46	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
350	18.92	17.03	9.46	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 3.60E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.
Anvendt årlig nedbør: 0 mm.
Samlet emission: 93977.280 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
340	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

NO-deposition Scenarie 3

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader). Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Stort	-1200.	0.	0.0	34.0	250.	7.35	2.50	2.50	0.0	9.0700	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	2.9	20.2

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 14:59

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		600	700	1000	1500	2000	2500	3000
							400	500							
0	11	9	5	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
10	11	9	6	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
20	12	13	7	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
30	13	17	8	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
40	14	15	9	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
50	15	13	9	6	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0
60	15	14	10	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1
70	15	20	10	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1
80	14	14	9	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
90	12	8	7	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1
100	11	6	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0
110	9	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
120	8	5	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
130	6	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
140	6	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
150	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
160	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
170	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
180	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
190	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
200	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
210	6	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
220	6	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0
230	6	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
240	7	5	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
250	7	5	4	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1
260	7	5	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1
270	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
280	8	5	4	4	3	3	3	3	3	4	3	2	2	1	1
290	9	6	4	4	4	3	3	3	4	4	2	1	1	1	1
300	9	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
310	9	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	0
320	8	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	0
330	9	7	5	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	0
340	9	8	5	4	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0
350	10	9	5	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0

Maksimum= 19.52 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 3.kld
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 3.rct
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 3.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO sce 3.log

Beregning:

Start kl. 14:57:37 (03-04-2019)

Slut kl. 14:58:14 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 291392.640 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (l/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)															
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000	
0	3.469	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
10	3.469	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
20	3.784	4.100	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
30	4.100	5.361	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
40	4.415	4.730	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
50	4.730	4.100	2.838	1.892	1.261	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
60	4.730	4.415	3.154	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	
70	4.730	6.307	3.154	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	
80	4.415	4.415	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	
90	3.784	2.523	2.208	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	
100	3.469	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
110	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	
120	2.523	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	
130	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
140	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
150	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
160	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
170	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
180	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
190	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
200	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
210	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
220	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	
230	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	
240	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
250	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	
260	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	
270	2.208	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	
280	2.523	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	
290	2.838	1.892	1.261	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	1.261	1.261	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	
300	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	
310	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	
320	2.523	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	
330	2.838	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	
340	2.838	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	
350	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	

Maksimum= 6.31E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Samlet emission: 291392.640 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	3.469	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
10	3.469	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
20	3.784	4.100	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
30	4.100	5.361	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
40	4.415	4.730	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
50	4.730	4.100	2.838	1.892	1.261	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
60	4.730	4.415	3.154	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315
70	4.730	6.307	3.154	1.892	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315
80	4.415	4.415	2.838	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315
90	3.784	2.523	2.208	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315
100	3.469	1.892	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
110	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
120	2.523	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000
130	1.892	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
140	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
150	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
160	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
170	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
180	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
190	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
200	1.577	1.261	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
210	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
220	1.892	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
230	1.892	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000
240	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
250	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315
260	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315
270	2.208	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315
280	2.523	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315
290	2.838	1.892	1.261	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	1.261	1.261	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315
300	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315
310	2.838	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000
320	2.523	1.892	1.577	1.261	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000
330	2.838	2.208	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000
340	2.838	2.523	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000
350	3.154	2.838	1.577	1.261	0.946	0.946	0.946	0.631	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000

Maksimum= 6.31E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 291392.640 kg. Udvasningskoefficient: 0.00E+00 (l/s).

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
280	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

NO2-deposition scenario 3

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader).
Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i
skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler
med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Gravemas	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
2	Gravemas	75.	25.	0.0	3.0	250.	0.11	0.15	0.15	0.0	0.0600	0.0000	0.0000
3	Gummi	25.	75.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Stort	-1200.	0.	0.0	34.0	250.	7.35	2.50	2.50	0.0	9.0700	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	12.3	0.3
2	12.3	0.3
3	9.8	0.2
4	2.9	20.2

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 15:04
Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side 3

Side til advarsler.

N02 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)		600	700	1000	1500	2000	2500	3000
							400	500							
0	11	9	5	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
10	11	9	6	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
20	12	13	7	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
30	13	17	8	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
40	14	15	9	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
50	15	13	9	6	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0
60	15	14	10	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1
70	15	20	10	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1
80	14	14	9	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
90	12	8	7	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1
100	11	6	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0
110	9	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
120	8	5	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
130	6	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
140	6	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
150	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
160	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
170	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
180	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
190	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
200	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
210	6	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
220	6	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0
230	6	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
240	7	5	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
250	7	5	4	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1
260	7	5	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1
270	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
280	8	5	4	4	3	3	3	3	3	4	3	2	2	1	1
290	9	6	4	4	4	3	3	3	4	4	2	1	1	1	1
300	9	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
310	9	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	0
320	8	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	0
330	9	7	5	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	0
340	9	8	5	4	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0
350	10	9	5	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0

Maksimum= 19.52 i afstand 100 m og retning 70 grader.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 15:04
Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side 5

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 3.kl
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 3.rc
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 3.op

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 sce 3.lo

Beregning:

Start kl. 15:00:27 (03-04-2019)
Slut kl. 15:01:04 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 291392.640 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (l/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 2.00E-04, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)															
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000	
0	20.81	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
10	20.81	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
20	22.71	24.60	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
30	24.60	32.17	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
40	26.49	28.38	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
50	28.38	24.60	17.03	11.35	7.57	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
60	28.38	26.49	18.92	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	
70	28.38	37.84	18.92	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	
80	26.49	26.49	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	
90	22.71	15.14	13.25	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	
100	20.81	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
110	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	
120	15.14	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	
130	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	
140	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	
150	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
160	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
170	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
180	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
190	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
200	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
210	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
220	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
230	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	
240	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
250	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	
260	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	
270	13.25	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	
280	15.14	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	
290	17.03	11.35	7.57	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	7.57	7.57	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	
300	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	
310	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	
320	15.14	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	
330	17.03	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	
340	17.03	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	
350	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	

Maksimum= 3.78E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Samlet emission: 291392.640 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 2.00E-04, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	20.81	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
10	20.81	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
20	22.71	24.60	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
30	24.60	32.17	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
40	26.49	28.38	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
50	28.38	24.60	17.03	11.35	7.57	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
60	28.38	26.49	18.92	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
70	28.38	37.84	18.92	11.35	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
80	26.49	26.49	17.03	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
90	22.71	15.14	13.25	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
100	20.81	11.35	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
110	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
120	15.14	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
130	11.35	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
140	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
150	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
160	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
170	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
180	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
190	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
200	9.46	7.57	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
210	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
220	11.35	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
230	11.35	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00
240	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
250	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
260	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
270	13.25	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89
280	15.14	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89
290	17.03	11.35	7.57	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	7.57	7.57	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89
300	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89
310	17.03	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00
320	15.14	11.35	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00
330	17.03	13.25	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00
340	17.03	15.14	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00
350	18.92	17.03	9.46	7.57	5.68	5.68	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00

Maksimum= 3.78E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 291392.640 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (l/s).

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
340	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 70°.

NO-deposition scenario 4

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader).
Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i
skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler
med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Dumper	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.19	0.15	0.15	0.0	0.1100	0.0000	0.0000
2	Dumper	75.	75.	0.0	3.0	250.	0.19	0.15	0.15	0.0	0.1100	0.0000	0.0000
3	Gummi	0.	100.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Gummi	25.	50.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
5	Lastbil	100.	0.	0.0	3.0	250.	0.12	0.15	0.15	0.0	0.0700	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	20.9	0.5
2	20.9	0.5
3	9.8	0.2
4	9.8	0.2
5	13.3	0.3

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 15:08

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000						
0	16	10	9	5	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0
10	18	24	10	6	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
20	18	24	12	7	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
30	17	25	13	8	5	4	2	2	1	1	1	0	0	0	0
40	18	22	16	9	6	4	2	2	1	1	1	0	0	0	0
50	20	18	21	11	7	5	3	2	1	1	1	0	0	0	0
60	21	17	19	11	7	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0
70	21	16	16	11	7	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0
80	20	15	16	10	6	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0
90	18	8	14	8	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0
100	16	10	8	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
110	14	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
120	11	6	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
130	9	5	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
140	7	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
150	7	4	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	6	4	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	6	4	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
180	6	4	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
210	7	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
220	7	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
230	8	5	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
240	8	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
250	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
260	9	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
270	10	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
280	11	7	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
290	13	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
300	13	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
310	12	8	6	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
320	12	9	6	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
330	13	10	7	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
340	13	12	8	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
350	15	14	8	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Maksimum= 24.82 i afstand 100 m og retning 30 grader.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 15:08
Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side 5

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO Sce 4.kld
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO Sce 4.rct
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO Sce 4.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO Sce 4.log

Beregning:

Start kl. 15:06:27 (03-04-2019)
Slut kl. 15:07:13 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 12299.040 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	5.046	3.154	2.838	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	5.676	7.569	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
20	5.676	7.569	3.784	2.208	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
30	5.361	7.884	4.100	2.523	1.577	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
40	5.676	6.938	5.046	2.838	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
50	6.307	5.676	6.623	3.469	2.208	1.577	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
60	6.623	5.361	5.992	3.469	2.208	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
70	6.623	5.046	5.046	3.469	2.208	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
80	6.307	4.730	5.046	3.154	1.892	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
90	5.676	2.523	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
100	5.046	3.154	2.523	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
110	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
120	3.469	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
130	2.838	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
140	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
150	2.208	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
160	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
170	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
180	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
190	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
200	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
210	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
220	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
230	2.523	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
240	2.523	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
250	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
260	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
270	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
280	3.469	2.208	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
290	4.100	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
300	4.100	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
310	3.784	2.523	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
320	3.784	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
330	4.100	3.154	2.208	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
340	4.100	3.784	2.523	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
350	4.730	4.415	2.523	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 7.88E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 30°.

Samlet emission: 12299.040 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.100 resp. 0.200.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	5.046	3.154	2.838	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	5.676	7.569	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
20	5.676	7.569	3.784	2.208	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
30	5.361	7.884	4.100	2.523	1.577	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
40	5.676	6.938	5.046	2.838	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
50	6.307	5.676	6.623	3.469	2.208	1.577	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
60	6.623	5.361	5.992	3.469	2.208	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
70	6.623	5.046	5.046	3.469	2.208	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
80	6.307	4.730	5.046	3.154	1.892	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
90	5.676	2.523	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
100	5.046	3.154	2.523	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
110	4.415	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
120	3.469	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
130	2.838	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
140	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
150	2.208	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
160	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
170	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
180	1.892	1.261	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
190	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
200	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
210	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
220	2.208	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
230	2.523	1.577	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
240	2.523	1.577	0.946	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
250	2.838	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
260	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
270	3.154	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
280	3.469	2.208	1.261	0.946	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
290	4.100	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
300	4.100	2.523	1.577	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
310	3.784	2.523	1.892	1.261	0.946	0.631	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
320	3.784	2.838	1.892	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
330	4.100	3.154	2.208	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
340	4.100	3.784	2.523	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
350	4.730	4.415	2.523	1.261	0.946	0.631	0.315	0.315	0.315	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 7.88E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 30°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 12299.040 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
280	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 30°.

NO₂-deposition scenario 4

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 740101 kl. 1
Slut på beregningen (incl.) = 831231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: AALBORG

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader). Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.050 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler med centrum x,y: 0., 0.
og radierne (m):

50.	100.	150.	200.	250.
300.	400.	500.	600.	700.
1000.	1500.	2000.	2500.	3000.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kildenummer
 ID.....: Tekst til identificering af kilde
 X.....: X-koordinat for kilde [m]
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m3/sek]
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek], [MLE/sek] eller [MOU/sek]

Punktkilder.

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Dumper	0.	0.	0.0	3.0	250.	0.19	0.15	0.15	0.0	0.1100	0.0000	0.0000
2	Dumper	75.	75.	0.0	3.0	250.	0.19	0.15	0.15	0.0	0.1100	0.0000	0.0000
3	Gummi	0.	100.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
4	Gummi	25.	50.	0.0	3.0	250.	0.09	0.15	0.15	0.0	0.0500	0.0000	0.0000
5	Lastbil	100.	0.	0.0	3.0	250.	0.12	0.15	0.15	0.0	0.0700	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m4/s3
1	20.9	0.5
2	20.9	0.5
3	9.8	0.2
4	9.8	0.2
5	13.3	0.3

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/03 kl. 15:12

Dato: 2019/04/03

OML-Multi PC-version 20170914/6.20

Side 3

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side til advarsler.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

Retning (grader)	50	100	150	200	250	300	Afstand (m)								
	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000						
0	16	10	9	5	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0
10	18	24	10	6	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
20	18	24	12	7	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
30	17	25	13	8	5	4	2	2	1	1	1	0	0	0	0
40	18	22	16	9	6	4	2	2	1	1	1	0	0	0	0
50	20	18	21	11	7	5	3	2	1	1	1	0	0	0	0
60	21	17	19	11	7	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0
70	21	16	16	11	7	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0
80	20	15	16	10	6	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0
90	18	8	14	8	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0
100	16	10	8	6	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
110	14	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
120	11	6	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
130	9	5	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
140	7	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
150	7	4	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
160	6	4	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
170	6	4	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
180	6	4	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
190	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
200	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
210	7	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
220	7	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
230	8	5	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
240	8	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
250	9	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
260	9	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
270	10	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
280	11	7	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
290	13	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
300	13	8	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
310	12	8	6	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
320	12	9	6	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
330	13	10	7	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
340	13	12	8	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
350	15	14	8	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Maksimum= 24.82 i afstand 100 m og retning 30 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 Sce 4.kl
Meteorologi.....: C:\OML_Data\Aal7483LST.met
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 Sce 4.rc
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 Sce 4.op

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Lønstrup\OML beregninger\DEP NO2 Sce 4.lo

Beregning:

Start kl. 15:09:51 (03-04-2019)

Slut kl. 15:10:37 (03-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 12299.040 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Total deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	30.27	18.92	17.03	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	34.06	45.41	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
20	34.06	45.41	22.71	13.25	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
30	32.17	47.30	24.60	15.14	9.46	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
40	34.06	41.63	30.27	17.03	11.35	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
50	37.84	34.06	39.74	20.81	13.25	9.46	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
60	39.74	32.17	35.95	20.81	13.25	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
70	39.74	30.27	30.27	20.81	13.25	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
80	37.84	28.38	30.27	18.92	11.35	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
90	34.06	15.14	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
100	30.27	18.92	15.14	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
110	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
120	20.81	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
130	17.03	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
140	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
150	13.25	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
160	11.35	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
170	11.35	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
180	11.35	7.57	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
190	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
200	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
210	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
220	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
230	15.14	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
240	15.14	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
250	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
260	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
270	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
280	20.81	13.25	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
290	24.60	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
300	24.60	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
310	22.71	15.14	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
320	22.71	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
330	24.60	18.92	13.25	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
340	24.60	22.71	15.14	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
350	28.38	26.49	15.14	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 4.73E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 30°.

Samlet emission: 12299.040 kg.

Depositionshastighed (cm/s) for overfladetype 1, 2 og 3: 0.00E+00, 0.600 resp. 1.200.

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Tør-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	30.27	18.92	17.03	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	34.06	45.41	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
20	34.06	45.41	22.71	13.25	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
30	32.17	47.30	24.60	15.14	9.46	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
40	34.06	41.63	30.27	17.03	11.35	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
50	37.84	34.06	39.74	20.81	13.25	9.46	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
60	39.74	32.17	35.95	20.81	13.25	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
70	39.74	30.27	30.27	20.81	13.25	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
80	37.84	28.38	30.27	18.92	11.35	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
90	34.06	15.14	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
100	30.27	18.92	15.14	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
110	26.49	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
120	20.81	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
130	17.03	9.46	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
140	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
150	13.25	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
160	11.35	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
170	11.35	7.57	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
180	11.35	7.57	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
190	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
200	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
210	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
220	13.25	7.57	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
230	15.14	9.46	5.68	3.78	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
240	15.14	9.46	5.68	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
250	17.03	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
260	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
270	18.92	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
280	20.81	13.25	7.57	5.68	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
290	24.60	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
300	24.60	15.14	9.46	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
310	22.71	15.14	11.35	7.57	5.68	3.78	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
320	22.71	17.03	11.35	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
330	24.60	18.92	13.25	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
340	24.60	22.71	15.14	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
350	28.38	26.49	15.14	7.57	5.68	3.78	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 4.73E+0001 (kg/ha/år), 100 m, 30°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 12299.040 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (1/s).

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	1000	1500	2000	2500	3000
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
340	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Maksimum= 0.00E+0000 (kg/ha/år), 100 m, 30°.

BILAG 8

BUNDFLORA OG BUNDFAUNA



1. METODEBESKRIVELSE

1.1 Eksisterende data

Eksisterende data for bundflora er baseret på kortlægningen af bundflora på stationer i et revområde på 8-15 meters dybde i Natur 2000-område N202 "Lønstrup Rødgrund" og på baggrund af miljøundersøgelser i råstofvindingsområder på Jyske Rev (Figur 1-1).



Figur 1-1. Kort over stationer for eksisterende data for fem bundfaunadatasæt, strækningen ved Lønstrup og bundflorastationer i de to Natura 2000-områder.

Beskrivelsen af eksisterende forhold tager udgangspunkt i eksisterende viden omkring bundfauna på lavt vand (0-10 meter) langs Vestkysten. Eksisterende data omfatter tre datasæt fra Miljøstyrelsen (Jammerbugten, Tannis Bugt og Hovvig) og to datasæt fra DTU Aquas undersøgelser af sandfodringseffekter ved Agger Tange¹ og Fjaltring² (Tabel 1-1).

¹ DFU (2005), Kystfodring og godt fiskeri, Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. DFU-rapport nr. 156-05.

Datasæt	Stationsnavn/nr.	År	Sæson	Dybde (m)	Antal prøver pr dybde	Areal (m ²) pr. prøve	Kommentar
Jammerbugten	1104, 1106, 1110	1986 - 2015	12 april-9 juni	4, 6, 10	20 (HAPS) 42 ¹ (HAPS)	0,014 3	
Tannis Bugt	2204, 2206, 2210	1986 - 2015	3 april-9 juni 18 november ²	4, 6, 10	20 (HAPS)	0,014 3	
Houvig	Houvig transekt	2004	29 juli	4	3 (VAN VEEN)	0,1	
DTU Aqua Agger Tange	F (sandfodret) R1 og R2 reference	2002 - 2004	24 maj-1 juni 3-9 september	1-4, 4-7	5 sedimentprøver pr dybde 5 bundfauna-prøver i 2002 pr dybde 10 bundfauna-prøver i 2003 og 2004 pr dybde	0,014 3	R2 ikke ægte reference da sandfodret
DTU Aqua Fjaltring	F (sandfodret) R1 og R2 reference	2002 - 2004	23. maj - 3. juni 3-5. september	1-4, 4-7	5 sedimentprøver pr dybde 5 bundfauna-prøver i 2002 pr dybde 10 bundfauna-prøver i 2003 og 2004 pr dybde	0,014 3	R2 ikke ægte reference da sandfodret

Tabel 1-1. Nøgletal for de fem datasæt for bundfauna på lavt vand (0-10 meter) ved Vestkysten. Data indhentet fra Miljøstyrelsen og DTU Aqua.¹ Efter 2010 blev indsamlingen af prøver ændret til 42 prøver og indsamlingen på fire og seks meter ophørte. ² I 1998 blev prøverne indsamlet 18. november.

DTU Aquas data stammer fra en undersøgelse af sandfodringseffekter ved Agger Tange og Fjaltring. Forsøget er udført som et BACI-design (Before/After/Control/Impact), hvilket vil sige, atområdet undersøges før og efter påvirkningen fra sandfodringen, og forandringer sammenlignes med forholdene i referenceområder, som ikke påvirkes. Station F = fodret lokalitet, Station R1 = reference lokalitet uden påvirkning fra sandfodring, R2 = en reference lokalitet med samme grad af påvirkning fra tidligere fodringer som F. Det skal bemærkes, at der både blev sandfodret på F stationen og R2 stationen i forsøgsperioden. R2 stationen er derfor ikke en ægte referencestation. Undersøgelsen omfattede tre årlige togter og tre prøvetagninger pr. år i maj, juli og september i årene 2002, 2003 og 2004. Prøverne blev taget indenfor to forskellige dybdeintervaller: 1-4 meter og 4-7 meter. Der blev taget fem sedimentprøver på hvert dybdeinterval på hvert togt/prøvetagning. Der blev ligeledes taget fem bundfaunaprøver inden for hvert dybdeinterval på hvert togt/prøvetagning i 2002, og ti bundfaunaprøver for hvert dybdeinterval i 2003 og 2004.

DTU Aquas prøver for henholdsvis F, R1 og R2 er grupperet i databehandlingen, men er holdt adskilt i forhold til de to undersøgte dybdeintervaller. Det samlede prøveareal, som anvendes til beregningerne, er således baseret på 15-30 hapsprøver. I forhold til eksisterende forhold anvendes data fra 23. maj til 3. juni, hvor antallet af prøver er: Agger - 2002:15/15, 2003: 30/30, 2004: 20/30 og Fjaltring - 2002:20/20, 2003:30/30, 2004 30/30 (1-4 m/4-7 m). DTU Aquas data er derfor angivet for maj i figurerne under eksisterende data for sammenlignelighed med prøvetagningen på Miljøstyrelsens stationer (april-juni). I september er antallet af prøver: Agger - 2002:20/20, 2003:30/30, 2004:30/30 og Fjaltring - 2002:15/15, 2003:30/30, 2004:30/30 (1-

² DFU (2007), Kystfodring og kystøkologi. Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. DFU-rapport nr. 171-07.

4 meter/4-7 meter). Dette er vigtigt, når der ses på antal arter, mens antal individer for alle prøver er omregnet til pr m².

Data fra Miljøstyrelsen er frem til 2010 baseret på 20 prøver pr. dybde (fire, seks og ti meter), hvorimod nærværende undersøgelse har 21 i hvert af de undersøgte prøvetagningsområder fordelt på hele kystprofilen (0,5 – 8 meter). Forskel bør medtages, når der vurderes på antallet af arter i forhold til nærværende studie, mens beregninger af antal individer er regnet om pr. m² for alle datasæt. Fra 2010 og frem er der indsamlet 42 prøver på ti meters dybde, mens indsamling på fire og seks meter er ophørt. Det højere antal arter i de 42 prøver på ti meters dybde i årene fra 2010 og frem i forhold til tidsserien fra før 2010 indikerer, at artsdiversiteten ikke bliver dækket ved blot 20 prøver per dybde.

Prøverne fra Jammerbugten og Tannis Bugten er indsamlet 23. maj til 3. juni, på nær i 1998 hvor de er indsamlet 18. november. Prøverne fra Houvig er indsamlet i et år den 29. juli 1998.

1.2 Feltundersøgelser i 2018

Der blev foretaget feltindsamling af bundfaunaprøver og prøver til måling af kornstørrelsesfordelingen (fysik) i sedimentet i et prøvetagningsområde på strækningen ved Lønstrup. Indsamling af de dybere prøver (>2,5 meters dybde) blev foretaget 12. oktober fra M/S Anette Christina. Prøverne på lavere vand (0,8-1,2 meters dybde) blev taget fra land den 31. oktober 2018.



Figur 1-2. Stationer for sediment og bundfaunaindsamling på strækningen ved Lønstrup.

Prøvetagning af bundfauna blev udført vha. en Haps-bundhenter med vibratorenhed, med en indvendig rørdiameter på 13,5 cm, dækkende et areal på 1/70 m² (ca. 0,015 m²). Der blev ind-

samlet 21 bundfauna-prøver samt 21 prøver til analyse for kornstørrelser og glødetab (Figur 1-2). 21 prøver er valgt ud fra den forventede relationen mellem antallet af arter og antallet af prøver. I den kystnærezone forventes 21 prøver at være et tilstrækkeligt antal prøver til at belyse forekomsten af de vigtigste/hyppigste arter i de enkelte prøvetagningsområder på delstrækningerne (erfaring fra kystnære prøver, fire meter, i Skagerrak).

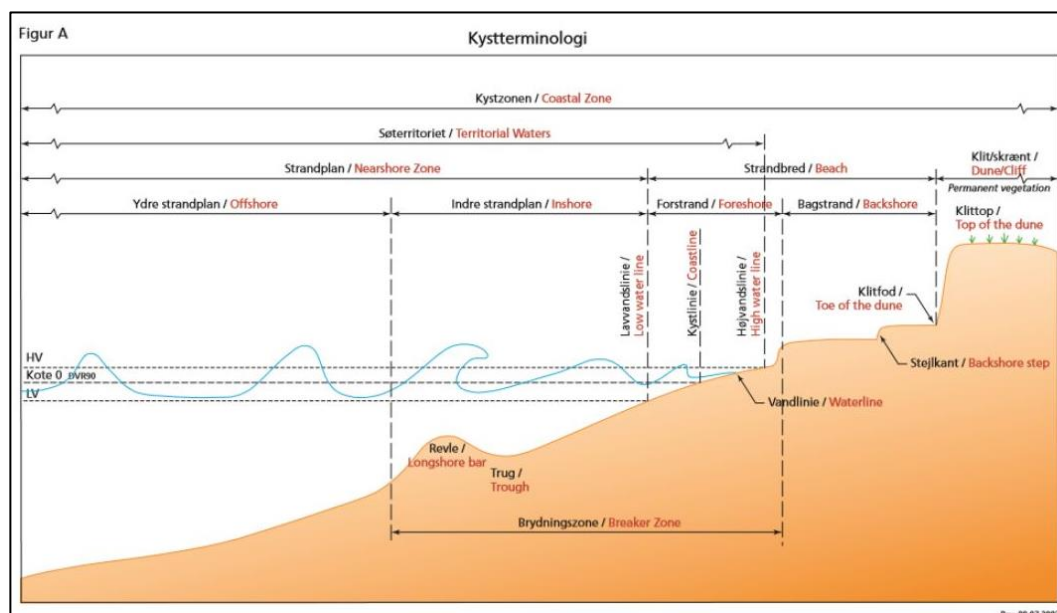
Der blev udtaget to gange 21 Haps-prøver i prøvetagningsområdet (21 til bundfauna og 21 til sedimentanalyse). Som udgangspunkt er der indsamlet syv prøver tre forskellige steder på profilet, langs kysten for bedst muligt at beskrive variation i bundfaunen i prøvetagningsområderne (Tabel 1-2).

Dybde	Forstrand	0,8-1,1 m Strand nær	Trug	2,2-2,5 m Revle	3,2-5,2 m Yder strandplan
Lønstrup	-	7	-	7	7

Tabel 1-2. Fordelingen af bundfauna-prøverne indenfor de fire prøvetagningsområder på strækningen ved Lønstrup. Der er indsamlet et tilsvarende antal sedimentprøver.

De tre steder på profilet (på indersiden af revlen, på revlen og på ydersiden af revlen) er valgt ud fra ønsket om at dække variationen i de fysiske forhold, som varierer langs kystprofilen, samt hvad der er muligt med det anvendte skib. I flere af prøvetagningsområderne var det ikke muligt at komme ind over revlen pga. vejsituationen og risiko for grundstødning, og nogle prøver er derfor indsamlet længere fra kysten. Bundfauna-prøverne er efterfølgende blevet opdelt i forhold til deres placering på kystprofilen i følgende kategorier til de statistiske analyser: Forstrand, Strandnær zone, Trug, Revle og Ydre strandplan. Opdelingen er foretaget på baggrund af GPS-positionerne for prøverne, dybde og ortofotos, der viser revlens placering på strækningen (Figur 1-3). Bemærk at ikke alle dele af kystprofilen er undersøgt i prøvetagningsområdet.

Kystprofilens inddelinger i zoner er vist på Figur 1-3.



Figur 1-3. Opdeling af kystprofilen i zoner.

For hver Haps-prøve noteres prøvenummer, koordinater, den aktuelle dybde samt en kvalitativ beskrivelse af sedimentet. Prøverne til bundfaunaanalyser skylles gennem en én mm trådvævs-sigte, og sigteresten konserveres herefter i en 96% ethanol-opløsning. Prøverne til sedimentana-

lyser overføres direkte fra Hapsen over i en spand til analyse for tørvægt, glødetab og kornstørrelsesfordeling. Der anvendes en blandingsprøve fra hele Haps søjlen til sedimentanalyserne. Hele søjlen bruges pga. den store mobilitet i sedimentet.

Oparbejdning af prøver

Oparbejdningen af bundfaunaprøverne har så vidt muligt fulgt "Teknisk anvisning for marin overvågning, M19, Blødbundsfauna"³. Dog overholder indsamlingsperioden ikke den anbefalede, ligesom bundfaunaprøverne ikke har stået konserveret i den anbefalede periode før vejning.

I laboratoriet skylles bundfaunaprøverne med vand i en 0,5 mm trådvævsigte. Prøverne sorteres herefter under stereomikroskop, og alle dyr bestemmes så vidt muligt til artsniveau. Bundfauna omfatter kun kvantificerbare bundfaunaarter (omfatter således f.eks. ikke polypdyr (Hydrozoa) og mosdyr (Bryozoa)). Efter artsbestemmelse måles vådvægten efter afdupning af dyrene på filterpapir. Endeligt bestemtes tørvægten efter tørring i varmeskab ved 60°C til konstant vægt i minimum 24 timer.

1.3 Analyse af bundfaunadata

Ud over simple beregninger af antal og biomasse pr. m² anvendes de indeks, som normalt benyttes til at beskrive bundfaunasamfundet. Ydermere anvendes også MDS-analyser for at analysere rumlig variation indenfor området.

For samtlige områder beregnes:

- Artsantal
- Tæthed og biomasse pr. m²
- Artsdiversiteten (Shannon Wiener-diversiteten og Pielou's evenness indeks)
- AMBI-indeks
- DKI
- Bray-Curtis similaritetsindeks og MDS-plot (ANOSIM-analyse og DistLM-analyse)

Diversitets-indekset beskriver variationen (diversiteten) i dyrelivet, mens de økologiske indeks (AMBI og DKI) beskriver arternes tolerance/robusthed i forhold til miljøet på lokaliteten.

1.3.1 Antal, individtæthed og biomasse

Der er flere faktorer, som har betydning for artsantallet i et givent område, herunder bundens beskaffenhed (f.eks. substrattype og dynamiske forhold) samt hvilken dybde-, temperatur- og salinitetsgradient de enkelte arter er tilpasset.

Tætheden udtrykker noget om presfaktorer, fødetilgængelighed og dominerende arter, mens biomassen er et udtryk for størrelsen af dyrene og deres vægt.

1.3.2 Artsdiversitets indeks

Shannon-Wiener-indekset H' ⁴ er et matematisk udtryk for diversiteten i samfundet, som giver en større information om samfundets sammensætning end antallet af tilstedeværende arter, da den relative hyppighed af de forskellige arter indgår i udtrykket.

³ Hansen og Joefson. (2014). teknisk anvisning for marin overvågning, M19, Blødbundsfauna.

⁴ Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) The mathematical theory of communication. The University of Illinois Press, Urbana, 117pp.

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

Her er p_i antallet af dyr af hver art divideret med det samlede antal individer af alle arter i samfundet. Shannon-Wiener værdien bliver lav, hvis der er få arter, hvoraf nogle dominerer med et højt individantal. Hvis der derimod er mange arter i prøverne og disse har forholdsvis ens tæthed, bliver værdien høj. Værdien for H' ligger mellem 0 og 5, dog typisk mellem 1,5 og 3,5.

Pielou's evenness, J' er et udtryk for lighedsfordelingen.

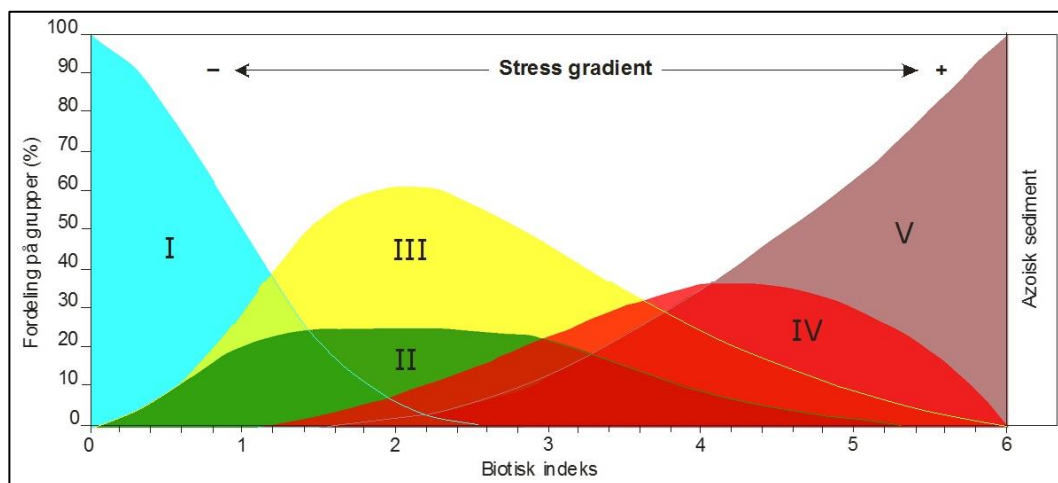
$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Her er H' den observerede værdi fra Shannon-Wiener mangfoldigheds indeks og $H'_{\max} = \ln(n)$, hvor n er antallet af arter. I tilfælde af helt ens hyppigheder af de præsenterede arter, er H og $H'_{\max}$ ens, hvilket giver en Pielou's evenness værdi på 1.

1.3.3 Økologiske indeks

AMBI-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 eutrofiering⁵. Dette indeks er afledt af den individuelle tæthed i fem økologiske faunagrupper (GI-GV), som er klassificeret efter arternes følsomhed/tolerance over for miljømæssige stressfaktorer (se nedenfor). Som tidligere nævnt kan AMBI-indekset ikke anvendes til sammenligning af forskellige lokaliteter, men derimod til at følge samfundets/lokalitetens udvikling over tid.



Figur 1-4. Teoretisk udvikling af de fem faunagrupper og AMBI-værdier over en stressgradient.

Faunagruppe GI: arter, der er meget følsomme overfor organiske betingelser og er tilstede under uforurenede forhold. Dette kan være specialiserede rovdyr eller bestemte rørboende børsteorme.

⁵ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pêrez 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.

Faunagruppe GII: arter, der er indifferente overfor næringsstofberigelse og altid tilstede i lave tætheder uden signifikante variationer over tid. Dette kan være suspensionsædere, ikke-specialiserede rovdyr og ådselsædere.

Faunagruppe GIII: arter, der er tolerante overfor massiv organisk berigelse. Disse arter kan optræde under normale omstændigheder, men stimuleres af organisk berigelse. Dette kan for eksempel være overfladedetritusædere, eksempelvis rørboende spionider.

Faunagruppe GIV: anden-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse. Dette drejer sig om arter, der er overfladedetritus- eller sedimentædere.

Faunagruppe GV: første-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold, eksempelvis lavt iltindhold.

På baggrund af fordelingen af arter kan en AMBI-værdi beregnes ud fra formelen:

$$AMBI = \frac{0 * \%GI + 1,5 * \%GII + 3 * \%GIII + 4,5 * \%GIV + 6 * \%GV}{100}$$

AMBI-værdien kan efterfølgende tolkes i henhold til Borja et al (2000) som både angiver bundsamfundets tilstand, samt i hvilken grad lokaliteten er forstyrret. Skalaen går fra normal til stærkt forurenet for bundsamfundet og fra uforstyrret til ekstremt forstyrret for lokaliteten (Tabel 1-3).⁶

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	
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Overgang til stærk forurening	Stærkt forstyrret
5,5 < AMBI ≤ 6,0	V	Meget stærkt forurenet	
Azoisk	Azoisk	Azoisk	Ekstremt forstyrret

Tabel 1-3. I følge Borja et al.⁷ kan AMBI-værdien tolkes på ovenstående måde.

DKI

Det danske kvalitetsindeks "DKI" er udviklet til at vurdere et vandområdes tilstand i henhold til EU's vandrammedirektiv⁸. DKI kombinerer bl.a. diversiteten (udtrykt som Shannon-Wieners diversiteten H) og graden af følsomhed i infaunasamfundet (AMBI). Herudover anvendes N (tætheden) og S (artsantallet). DKI-indekset kan, ligesom AMBI-indekset, ikke anvendes til sammenligning af forskellige lokaliteter, men derimod til at følge samfundets udvikling over tid på samme lokalitet/station.

I udregningen af DKI anvendes version 1, da saliniteten ikke er målt ved indsamlingen af prøver.

⁶ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pêrez 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.

⁷ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pêrez 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.

⁸ Naturstyrelsen. (2014). Retningslinjer for udarbejdelse af vandområdeplaner 2015-2021. ISBN 978-87-92256-43-0.

$$DKI = \left(\frac{\left(1 - \frac{AMBI}{7}\right) + \left(\frac{H'}{H'_{\max}}\right)}{2} \right) * \left(\frac{\left(1 - \frac{1}{N}\right) + \left(1 - \frac{1}{S}\right)}{2} \right)$$

For at vurdere hvilken tilstand et vandområde opnår i forhold til vandrammedirektivet, benyttes nedenstående grænseværdier (Tabel 1-4)⁹.

Dårlig	Ringe	Moderat	God	Høj
<0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	0,60-0,80	>0,80

Tabel 1-4. Oversigt over DKI grænseværdier for dårlig til høj økologisk tilstand i danske farvande.

1.3.4 Primer analyser

Bray-Curtis similaritetsindeks, MDS-analyse

Ligheder og forskelle i taxon-sammensætningen mellem de enkelte prøver og områder bliver analyseret ved hjælp af multidimensionel skalering ved Bray-Curtis similariteter (BC_{ij}) udregnet parvis for samtlige kombinationer af prøver. Hertil anvendes programmet PRIMER (Primer-E, version 7). Bundfaunadata bliver inden analysen kvadratrods transformeret for at nedvægte dominerende taxa.

$$BC_{ij} = 1 - \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Hvor C_{ij} er summen af den mindste værdi for de arter, der findes i begge prøver/områder. S_i og S_j er det totale antal arter, som er fundet i prøven/området.

Den beregnede Bray-Curtis-similaritetsmatrix vises som et MDS-plot (multi-dimensional-skalering), hvorved adskilte grupperinger kan identificeres. I tolkningen af data evalueres MDS-plottets stresstal. Ved en værdi på mindre end 0,1 er der ingen/lav misvisning i fortolkningen af data, hvorimod tolkningen er behæftet med større usikkerhed ved stressværdier større end 0,2.

ANOSIM (Analysis of Similarity)

Denne metode anvender Bray-Curtis similaritetsværdier, angiver en P-værdi (signifikansniveau) og en R-værdi (styrken). R-værdien er typisk mellem 0 og 1, men kan dog også være negativ ned til -1, selv om den oftest vil være tæt på 0. En R-værdi tæt på 1 indikerer en høj grad af adskillelse mellem prøver fra to prøvetagningsområder, mens R-værdier tæt på 0 indikerer ingen adskillelse mellem prøverne fra to prøvetagningsområder. R-værdien påvirkes således både af variationen (spredning), der er i artsfordelingen mellem prøver indenfor hvert prøvetagningsområde, samt variationen mellem prøverne fra to prøvetagningsområder.

I ANOSIM-analyser skal det først testes, om der er en signifikant forskel og herefter angive R-værdien. På denne måde kan der opleves en signifikant forskel, men at R-værdien er lav (f.eks. 0,2), og at kun en mindre del af forskellen kan forklares ved den testede faktor.

DistLM

Denne metode anvendes til at vurdere, hvor meget af den variation, som ses i de biologiske data, der kan forklares ud fra variationen i de målte miljøvariable, samt placeringen på kystprofilen. Den valgte metode var "en DistLM marginal test og en Best-model". Først udregnes det, om hver

⁹ Borja et al. (2007). Borja, A., Josefson, A.B., Miles, A., Muxika, I., Olsgaard, F., Phillips, G., Rodríguez, J.G., Rygg, B., 2007. An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European WaterFramework. *Marine Pollution Bulletin* 55, 42–52.

variable bidrager signifikant til at beskrive den variation, som er i bundfaunadata (vha. Bray-Curtis similaritetsværdier), hvorefter alle variable rangeres. I DistLM, marginal test testes hver variabel hver for sig i forhold til variationen i bundfauna data, mens distLM "Best solution" angiver den bedste kombination af miljøvariable til at beskrive variationen i bundfaunadata udfra et øget antal miljøvariable. Analysen medtager ikke prøver uden dyr.

1.4 Analyse af sedimentprøver og kornstørrelses

Sedimentanalyser udføres på et NCCs akkrediteret laboratorie (DANAK godkendt, Test Reg.nr. 271, Medlem af EA MLA). Der er analyseret for kornstørrelsesfordeling, tørstofindhold og askefri tørvægt (glødetab). Prøveforberedelse er udført efter DS/EN 932-2:1999, sigteanalysen er udført efter DS/EN 933-1:2013 og glødetabet er målt i henhold til prVI 99-9:2010. Glødetabet er udført ved 550C°.

Dataarkene for kornstørrelsesanalyserne fremgår af sidste afsnit i dette bilag.

2. DATA FRA TIDLIGERE UNDERSØGELSER

Bundfauna omfatter de dyr der lever på (epifauna) og i (infauna) sedimentet. Bundfaunaprøver taget som sedimentprøver med HAPS eller VAN VEEN og efterfølgende sigtet og artsbestemt omfatter fortrinsvis infauna, men kan også indeholde enkelte epifaunaarter.

2.1 Eksisterende forhold

Eksisterende forhold for bundfauna på lavt vand langs Vestkysten beskrives her med udgangspunkt i de tilgængelige data indhentet fra Miljøstyrelsen. Data fra miljøstyrelsen omfatter tre datasæt for bundfaunaundersøgelser på lavt vand (4-10 m):

- Jammerbugt (1104, 1106, 1110) 20 prøver pr dybde (1986-2009) fire, seks og ti meters dybde, i perioden 2010-2015 i alt 42 prøver på ti meters dybde
- Tannis Bugten (2204, 2206, 2210) 20 prøver pr dybde fra fire, seks og ti meters dybde
- Houvig nord for Ringkøbing fjord (Houvig transekt) tre prøver fra fire meters dybde
- DTU Aqua ud for Agger Tange (R2 sandfodret i 2002 og 2002 udfor Flade Sø, F sandfodret i 2002 ud for Agger Tange Nord og R1 ikke sandfodret ud for Agger tange syd) – 30-60 prøver fra 1-4 meter og 4-7 meters dybde.
DTU Aqua ud for "Fjaltring" (R2 sandfodret i 2003 udfor Vrist, F sandfodret i 2002 og 2003 udfor Vejlbj og R1 på grænsen ml Vrist/Vejlbj) ikke sandfodret - 30-60 prøver fra 1-4 meter og 4-7 meters dybde.

I nedenstående Tabel 2-1 er vist en oversigt over de fem mest dominerende arter i forhold til individ antal og biomasse fra Miljøstyrelsens stationer Jammerbugten, Tannis Bugt, Houvig og DTU Aquas data fra Agger Tange og Fjaltring.

Område (år) og dybde	Fem arter med højest antal individer og tilstede min. 50 % af alle år	Fem arter med den højeste biomasse (tørvægt) og tilstede min. 50 % af alle år
Jammerbugt_04m	Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Urothoe grimaldi</i> (S) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Bathyporeia elegans</i> (S)	Almindelig sømus <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) Almindelig tallerkenmusling <i>Angulus tenuis</i> (M) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Nephtys hombergii</i>
Jammerbugt_06m	<i>Magelona mirabilis</i> Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Spiophanes bombyx</i>	Almindelig sømus <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M)

Område (år) og dybde	Fem arter med højest antal individer og tilstede min. 50 % af alle år	Fem arter med den højeste biomasse (tørvægt) og tilstede min. 50 % af alle år
	<i>Urothoe grimaldi</i> (S) <i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (S)	Stribet venusmusling <i>Chamelea gallina</i> (M) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Lanice Lanice conchilega</i>
Jammerbugt_10m	<i>Magelona mirabilis</i> Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Urothoe grimaldi</i> (S) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Nephtys hombergii</i>	Almindelig sømus <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) Stribet venusmusling <i>Chamelea gallina</i> (M) Almindelig tallerkenmusling <i>Angulus tenuis</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i>
Tannis Bugten_04m	Hvælvet trugmusling <i>Spisula subtruncata</i> (M) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Bathyporeia elegans</i> (S) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Urothoe grimaldi</i> (S)	Hvælvet trugmusling <i>Spisula subtruncata</i> (M) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) Almindelig tallerkenmusling <i>Angulus tenuis</i> (M) <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Magelona mirabilis</i>
Tannis Bugten_06m	Hvælvet trugmusling <i>Spisula subtruncata</i> (M) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Urothoe grimaldi</i> (S) Almindelig sømus <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Magelona mirabilis</i>	Hvælvet trugmusling <i>Spisula subtruncata</i> (M) Almindelig sømus <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) Stribet venusmusling <i>Chamelea gallina</i> (M) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) Lille boresnegl <i>Polinices polianus</i> (SN)
Tannis Bugten_10m	Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i> Almindelig sømus <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Tellimya ferruginosa</i> (M) <i>Sigalion mathildae</i>	Hvælvet trugmusling <i>Spisula subtruncata</i> (M) Almindelig sømus <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) Stribet venusmusling <i>Chamelea gallina</i> (M) Stribet tallerkenmusling <i>Fabulina fabula</i> (M) Lille boresnegl <i>Polinices polianus</i> (SN)
Hovvig_04m	<i>Bathyporeia elegans</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S) Amerikansk knivmusling <i>Ensis leei</i> (M) <i>Nephtys caeca</i> <i>Scolecopsis squamata</i>	Amerikansk knivmusling <i>Ensis leei</i> (M) <i>Nemertini indet.</i> (SB) <i>Nephtys caeca</i> <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Bathyporeia elegans</i> (S)
Agger Tan-ge_2002_2m	<i>Scolecopsis squamata</i> Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> (M) <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Gastrosaccus spinifer</i> (S)	N/A
Agger Tan-ge_2002_5m	<i>Magelona mirabilis</i> Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Nephtys hombergii</i>	N/A
Agger Tan-ge_2003_2m	Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Mysidae sp. (juvenile)</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S)	N/A
Agger Tan-ge_2003_5m	Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Magelona mirabilis</i>	N/A
Agger Tan-ge_2004_2m	Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i>	N/A

Område (år) og dybde	Fem arter med højest antal individer og tilstede min. 50 % af alle år	Fem arter med den højeste biomasse (tørvægt) og tilstede min. 50 % af alle år
	<i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S)	
Agger Tan-ge_2004_4,5m	<i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Scolecipis squamata</i> Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Nephtys longosetosa</i>	N/A
Fjaltring _2002_2m	<i>Scolecipis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S) <i>Mysidae sp. (juvenile)</i> (S)	N/A
Fjaltring _2002_5m	Amerikansk knivmusling <i>Ensis leei</i> (M) <i>Spiofanus bombyx</i> <i>Magelona mirabilis</i> <i>Scolecipis squamata</i> <i>Spio filicornis</i>	N/A
Fjaltring _2003_2m	<i>Scolecipis squamata</i> Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S) <i>Ophelia borealis</i>	N/A
Fjaltring _2003_5m	Amerikansk knivmusling <i>Ensis leei</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Scolecipis squamata</i> <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Lanice Lanice conchilega</i>	N/A
Fjaltring _2004_2m	<i>Scolecipis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) Sandgravende tangloppe <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S)	N/A

Tabel 2-1. Oversigt over de fem mest dominerende arter fra områderne Jammerbugt, Tannis Bugt, Hovvig, Agger Tange og Fjaltring på forskellige dybder og for Agger Tange og Fjaltring også i forskellige år. Klasseforkortelser: M: muslinger, S: storkrebs, SP: søpindsvin, SN: snegle, SB: slimbændler. Alle arter uden efterfølgende parentes er tilhørende klassen Havbørsteorme.

2. DATA FRA FELTUNDERSØGELSEN I 2018

I det følgende præsenteres databehandling og statistiske analyser for bundfaunadata fra prøvetagning af bundfauna samt parallelle sedimentprøver ved Lønstrup i oktober 2018.

2.1.1 Sedimentprøver og kornstørrelsesfordeling

Feltundersøgelser i oktober 2018 og eksisterende data viser, at sedimentet i prøvetagningsområderne fra strækningen ved Lønstrup bliver finere med stigende afstand fra kysten. Middelkornstørrelsen er generelt noget højere på forstranden og ret ens på revlen og det ydre strandplan havværts for revlen. Fra nul til seks meters dybde er sandet generelt af typen fint sand til medium sand (middelkornstørrelser mellem 0,19 til 0,37 mm). Sedimentet har et meget lavt indhold af organisk stof, illustreret ved et lavt glødetab (0,3-0,6 %) og en lav andel af silt/ler (0-0,3 %). Sedimentanalyserne fremgår af sidste afsnit i dette bilag.

Sedimentprøverne udgør et øjebliksbillede, men middelkornstørrelserne mellem 0,19 til 0,37 mm, svarende til fint sand til medium sand, ligger indenfor middelkornstørrelserne fra en undersøgelse af sedimentet langs med Vestkysten i 1999¹⁰.

¹⁰ Kystinspektoratet, 1999. Sedimentanalyse, Vestkysten 1999. Kystinspektoratet, Trafikministeriet.

2.1.2 Bundfauna

Ud af de 21 bundfaunaprøver fra prøvetagningsområdet var tre prøver helt uden dyr. Figur 1-2 side 4 viser, hvor prøverne er indsamlet, mens Figur 2-1 og Figur 2-2 side 15 viser hvilke prøver, som var uden dyr samt arts- og individantal i de enkelte bundfaunaprøver.

For prøvetagningsområdet Lønstrup blev der i alt bestemt 128 dyr (526 individer pr. m²) fordelt på 17 arter (Tabel 1-2 side 5 og Tabel 2-3). Individttætheden var stærkt domineret af havbørste-ormearten *Malacoceros tetracerus* (42%) og storkrebsen *Urothoe poseidonis* (19%) som tilsammen udgjorde 61% af alle observerede individer. Biomassen blev domineret af almindelig sømus (*Echinocardium cordatum*), hvor ét individ alene udgjorde 94% af biomassen (tørvægten) (Tabel 2-2).

Område	Konserve- ring	Prøveredskab	Delprøver Areal (m ²)		Arter			
Lønstrup	Ethanol	Haps	21		17			
Klasse/art	Sum af art	Sum af våd- vægt	Sum af tår- vægt	Gnm.s n. våd/tø r	An- tal/m ²	Våd- vægt g/m ²	Tør- vægt g/m ²	AM- BI- vær- di
Bivalvia	7	0,696	0,426	1,704	23,310	2,317	1,417	
Fabulina fabula	2	0,460	0,272	1,723	6,660	1,533	0,906	1
Angulus tenuis	3	0,222	0,146	1,565	9,990	0,738	0,487	1
Mytilus edulis	2	0,014	0,007	1,944	6,660	0,046	0,024	3
Echinoidea	1	19,000	12,432	1,528	3,330	63,269	41,399	
Echinocardi- um cordatum	1	19,000	12,432	1,528	3,330	63,269	41,399	1
Malacostraca	51	0,232	0,038	6,837	169,830	0,773	0,125	
Pantocrates altamarinus	1	0,000	0,000	4,000	3,330	0,001	0,000	2
Bathyporeia elegans	10	0,013	0,002	8,339	33,300	0,042	0,005	1
Urothoe pose- idonis	30	0,097	0,015	6,631	99,900	0,323	0,049	1
Synchelidium haplocheles	2	0,005	0,001	6,917	6,660	0,016	0,002	1
Haustorius arenarius	8	0,117	0,020	5,778	26,640	0,391	0,068	1
Nemertini	5	0,106	0,029	3,923	16,650	0,353	0,096	
Nemertini indet.	5	0,106	0,029	3,923	16,650	0,353	0,096	3
Polychaeta	94	1,263	0,248	5,836	313,020	4,206	0,827	
Magelona mirabilis	6	0,089	0,022	4,458	19,980	0,297	0,073	1
Nephtys cirrosa	6	0,328	0,045	7,319	19,980	1,093	0,151	2
Ophelia borea- lis	1	0,035	0,013	2,703	3,330	0,115	0,043	1
Scolecopsis bonnieri	12	0,524	0,117	5,349	39,960	1,746	0,389	3
Eteone longa	1	0,004	0,001	6,500	3,330	0,013	0,002	3
Malacoceros tetracerus	67	0,261	0,047	7,157	223,110	0,867	0,157	3
Neanthes virens	1	0,023	0,003	6,647	3,330	0,075	0,011	3
Grand Total	158	21,297	13,172	5,558	526,141	70,919	43,863	

Tabel 2-2. Bundfaunadata fra strækningen ved Lønstrup. Ud af de 21 prøver var tre prøver helt uden dyr, to på lavt vand (LS_03, LS_09; 0,8-1,1 meters dybde) og én på revlen (LS_05, 2,4 meters dybde). AMBI-værdierne for arterne er inkluderet i tabellen¹¹.

Resultatet af udregningerne af artsdiversitets- og økologiske indeks udført på bundfaunadata indsamlet på strækningen ved Lønstrup er præsenteret i Tabel 2-3.

¹¹ 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.

Parameter	Lønstrup
Antal prøver	21
Prøver uden dyr	3
Antal (pr. m²)	526
Antal arter (pr. 0,30 m²)	17
Vådvægt (g/m²)	70,92
Tørvægt (g/m²)	43,86
Shannon H	1,96
Evenness J	0,69
AMBI	1,74
DKI	0,71

Tabel 2-3. Dataoversigt for bundfauna i prøvetagningsområdet Lønstrup.

Shannon Wiener diversiteten (artsdiversiteten) er beregnet til 1,96, hvilket er inden for normalområdet for de danske farvande, som typisk er 1,5-3,5. For at anvende indekset er det vigtigt, at der sammenlignes med prøver taget i samme miljø, da diversitetsindeks ikke kan tage højde for ændringer i eksempelvis substrat eller miljømæssige faktorer.

AMBI- og DKI-indekset er udviklet til at afspejle økologisk kvalitet af makrofauna. Det er vigtigt, at resultaterne præsenteret i denne rapport ikke sammenlignes med resultater fra områder med andre miljøforhold (f.eks. fysiske forhold, grad af forstyrrelse, næringsstof-belastning). Indeksene anvendes derfor primært til at se på forskelle indenfor samme område samt ændringer over tid.

AMBI udtrykker forholdet mellem følsomme og robuste arter og bruger dette forhold til, at klassificere hvor forstyrret et område er og til at beskrive bundfaunasamfundets tilstand. Beskrivelsen af hver faunagruppe (G1-GV) går fra G1: arter, som er meget følsomme overfor organisk berigelse, er tilstede under uforurenedede forhold, omfatter rovdyr samt bestemte rørboende børsteorme til GV: første-ordens opportunistiske arter der er hurtigtvoksende, tilpasset organiskberigelse og belastede forhold f.eks. lavt iltindhold. Se mere om hver faunagruppe under afsnit 1.3.3. Områdeklassifikationen "uforstyrret" indeholder både et bundfaunasamfund som er normalt samt forarmet, mens en let forstyrret områdeklassifikation kun omfatter et bundfaunasamfund i ubalance (se Tabel 1-3 side 8).

Den beregnede AMBI-værdi for prøvetagningsområdet Lønstrup (Tabel 2-3) indikerer, at infaunasamfundet er i ubalance, og at området er let forstyrret¹². Klassificeringen af området som let forstyrret skal ses som et udtryk for, at faunasammensætningen domineres af særligt en havbørsteormart (*Malacoceros tetracerus*) som tolererer en vis grad af forurening. Bundfaunasamfundet klassificeres som let forstyrret primært pga. den høje forekomst af selv samme art tilhørende gruppe III arter (Tabel 2-2). *Malacoceros tetracerus* er en lille generalist (op til 40 mm lang), som forekommer over et bredt spektrum af forhold (surface deposit feeder). Deres tilstedeværelse i prøvetagningsområdet er altså ikke nødvendigvis et udtryk for forurening med f.eks. organisk stof (glødetabet i Lønstrup prøvetagningsområdet er meget lavt), men mere et udtryk for at arten trives under en bred vifte af forhold, herunder også på en stærkt dynamisk kyst.

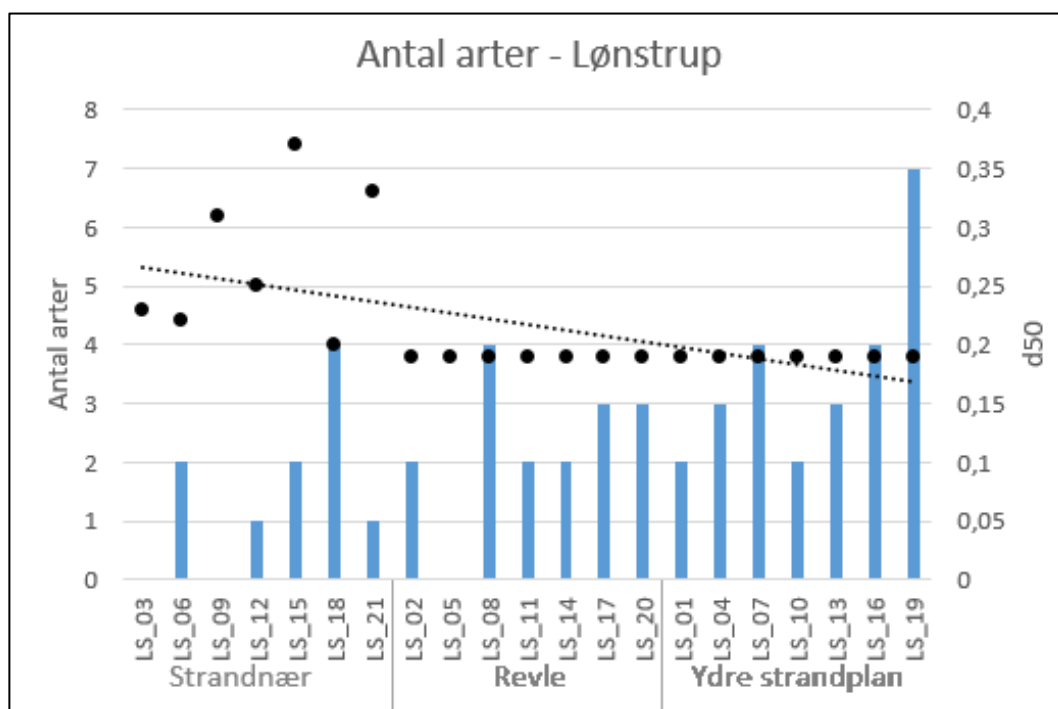
DKI-indeks værdien beregnet for prøvetagningsområdet Lønstrup indikerer, at vandområdet kan kategoriseres som værende i god økologisk tilstand. Dette indeks er udregnet ved brug af AMBI-værdien for området, der viser den overordnede sundhed af infaunasamfundet og graden af forstyrrelsen af området, kombineret med diversiteten i form af Shannon-Wiener-indekset, der angiver den overordnede økologiske tilstand af området.

¹² 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

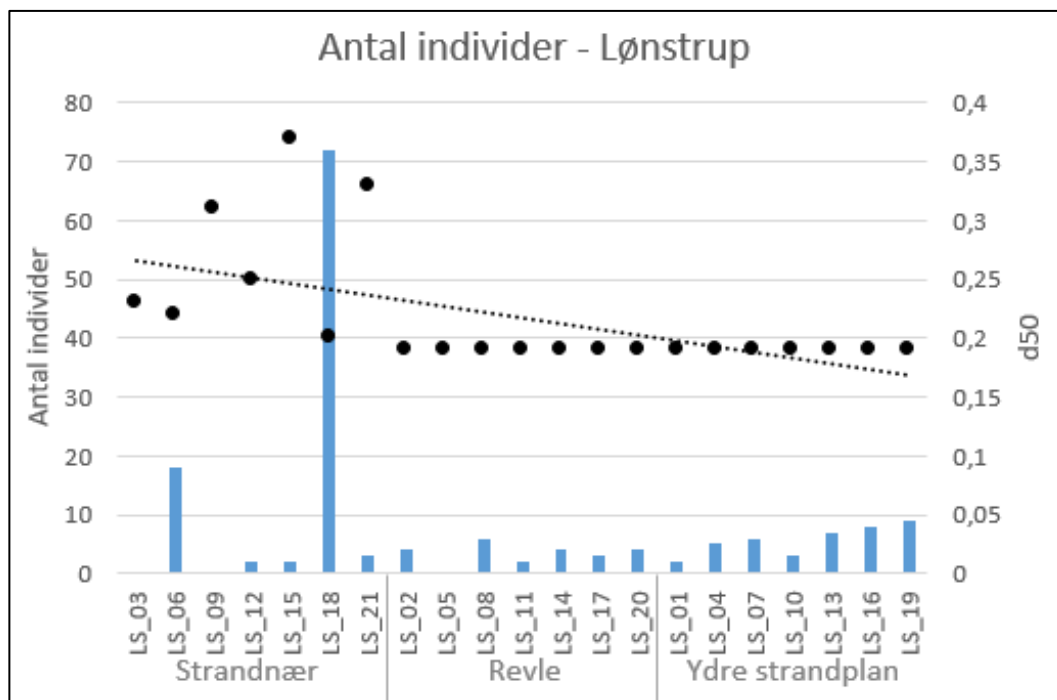
Parallelt med de indsamlede bundfaunaprøver blev der for samtlige bundfaunaprøver også indsamlet en sedimentprøve. Afstanden mellem de parallelle bundfauna- og sedimentprøver var gennemsnitligt ca. otte meter. Alle sedimentprøver er indsamlet parvist på samme del af kystprofilen som bundfaunaprøverne. Sedimentprøverne blev analyseret for D50 (middelkornsstørrelsen), sorteringsgraden (D60/D10), ler/silt % og organisk indhold (glødetab %). Herudover blev det vurderet ud fra dybdeforhold og ortofotos, hvor på kystprofilen hver prøve var indsamlet. Kystprofilen blev til denne sammenligning opdelt i (fra vandkant og ud): Forstrand, strandnær zone, trug, revle, ydre strandplan (Figur 1-3, side 5). Analyser af de vigtigste miljøvariable for sammensætningen af bundfaunasamfundet kan ses under afsnit 2.1.3.

Figur 2-1 viser artsantallet og D50 i de enkelte prøver i prøvetagningsområdet Lønstrup. Der blev ikke observeret dyr i to prøver indsamlet i den strandnærezone samt én prøve indsamlet på revlen. Prøverne i den strandnære zone er alle indsamlet indenfor høfderne. Det var grundet kystprofilens udformning ikke muligt at indsamle prøver i truget på indersiden af revlen.

D50 var større i den strandnære zone ($D50\ 0,27\pm0,06$) end på revlen ($D50\ 0,19\pm0,04$) og det ydre strandplan ($D50\ 0,19\pm0,00$). D50 var ens på revlen og det ydre strandplan, ligesom der ingen variation var i prøver som blev indsamlet på revlen og det ydre strandplan. Der var i gennemsnit $1,4\pm1,4$ arter pr. delprøve i den strandnære zone; $2,3\pm1,3$ arter pr. delprøve på revlen og $3,6\pm1,7$ arter pr. delprøve på ydre strandplan (se Figur 2-1). Antallet af individer var i gennemsnit $13,9\pm26,4$ pr. delprøve i den strandnære zone; $3,3\pm1,9$ pr. delprøve på revlen og $5,7\pm2,6$ individer pr. delprøve på det ydre strandplan.



Figur 2-1. Artsantal i de enkelte bundfaunaprøver indsamlet ved Lønstrup i 2018 (blå søjler). Under prøve-nummeret fremgår det, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er D50 (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen (sort stiplede linje) for D50 er tilføjet.



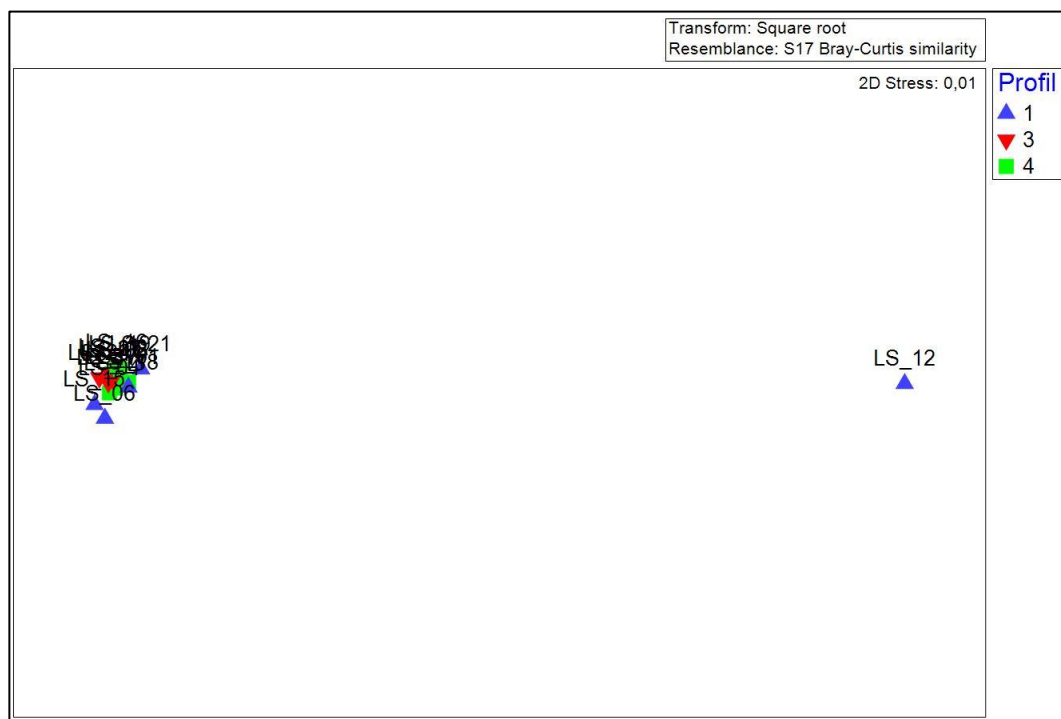
Figur 2-2. Individantallet i de enkelte bundfaunaprøver indsamlet ved Lønstrup i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret fremgår det, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen for d50 (sort stiple linje) er tilføjet.

2.1.3 Primer analyser Lønstrup

Primer analyser og model er udført for at undersøge, om variationen i bundfaunaen kan forklares ud fra variationen i miljøet langs den undersøgte strækning ved Lønstrup. Prøver uden dyr indgår ikke i analysen. To prøver indsamlet i den strandnære zone og en på revlen var uden dyr (LS_03, LS_09 og LS_05).

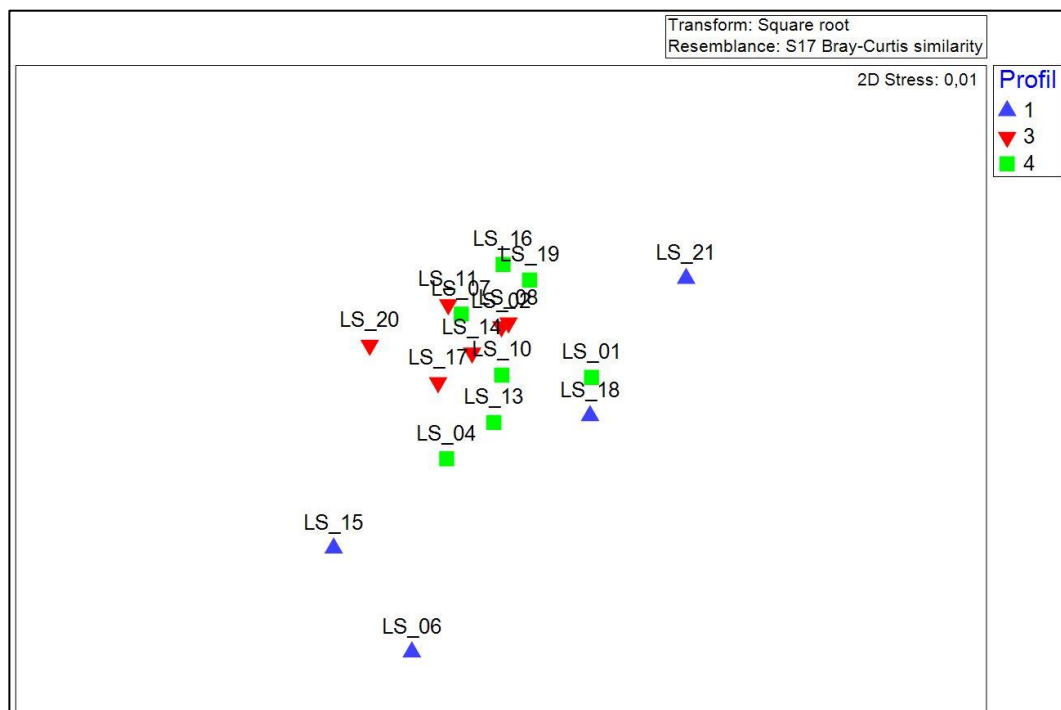
Antal af arter og diversitetsindekset afslører ikke, om sammensætningen af bundfauna ændrer sig mellem, hvor på kystprofilet prøverne er indsamlet. Der anvendes derfor Bray-Curtis-similaritetsindeks til at identificere adskilte grupper. Bray-Curtis-similaritetsindeks kan afbildes på MDS-plot (multi-dimensionel-skalering) (se Figur 2-3).

Figur 2-3 viser MDS plottet for prøverne indsamlet ved Lønstrup grupperet (forskellige farver) i forhold til deres placering på profilet. Prøven LS_12 adskiller sig her fra de øvrige prøver og indeholder som den eneste prøve blåmuslinger (*Mytilus edulis*) samt ingen øvrige arter.



Figur 2-3. MDS-plot som giver en visuel præsentation af forskellighederne mellem prøver og deres placering på profilet (1: Strandnær zone, 3: revle og 4: ydre strandplan) ved hjælp af analyser lavet ud fra Bray-Curtis similaritetsindex, som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfaunaprøver.

Ved at zoome ind på punktskyen til venstre, ses nogen grad af adskillelse i prøverne forhold til placeringen på profilet.



Figur 2-4. Zoom af punktsky (Figur 2-3).

En tilhørende statistisk test, i form af en ANOSIM viste statistiske forskelle i bundfaunasammensætningen ud fra hvor på profilet bundfaunaprøverne var indsamlet ($p < 0,01$), og at adskillelsen i bundfaunasamfundet i nogen grad var bestemt af hvor på profilet prøven var indsamlet (Global $R = 0,33$). Den parvise test viste samtidigt, at det var bundfaunasammensætningen i den strandnære zone, der var signifikant forskelligt fra sammensætningen på revlen og det ydre strandplan (Tabel 2-4).

Placering i profilet	R	Signifikans niveau
1, 3	0,58	0,002*
1, 4	0,44	0,004*
3, 4	0,08	0,22

Tabel 2-4. ANOSIM parvis sammenligning mellem placering på profilet. * angiver signifikant forskel. 1: strandnær zone, 3: revle, 4: ydre strandplan.

Det blev derefter undersøgt, hvor meget de indsamlede miljøvariable og prøvernes placering på kystprofilet kunne forklare af den observerede forskel mellem forekomst af bundfaunaarter og antal individer i bundfaunaprøverne (DistLM, Primer 7). Denne analyse medtager ikke prøver uden dyr.

De inkluderede miljøvariable var:

- Sorteringsgrad (D60/D10)
- Middelkornstørrelsen D50
- Silt/ler fraktionen (%)
- Glødetab (%)
- Bundfaunaprøvernes placering på kystprofilet (opdelt i Forstrand, Strandnær zone, Trug, Revle og Ydre strandplan)

Fire af de seks "miljøvariable", var signifikante og havde samlet set en forklaringsgrad (korrelationskoefficienten) på 55,5% af variation i bundfaunadata. Placeringen på profilet var den variable, som alene havde den højeste forklaringsgrad (16,1%), herefter kom sedimentets sorteringsgrad (15,0%) og middelkornstørrelsen (14,9 %) (DistLM marginaltest, hver variabel testet hver for sig, se Tabel 2-5).

Variabel	Bidrag (%)	Signifikans niveau (P)
Placering på kystprofilet (PK)	16,1	0,002*
D60/d10	15,0	0,003*
D50	14,9	0,006*
Dybde (m)	13,6	0,01*
Ler/silt %	7,7	0,19
Glødetab	7,4	0,24

Tabel 2-5. Resultaterne for marginal test. Bidrag i % (prop. %) af de medtagede miljøvariable i forhold til Bray-curtis similaritetsindex, som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfaunaprøver. * angiver at variablen bidrager signifikant til at beskrive variationen i bundfaunadata.

Hvis der i stedet ses på den overordnede Best-solution model (den bedste model ved kombination af flere variable), var placeringen på profilet fortsat den variable, som alene havde den højeste forklaringsgrad (16,1%) i forhold til de enkelte arters tilstedeværelse og deres antal i prøverne. Den bedste model med to variable inkluderede placeringen på profilet og dybde (34,8%). Mens den bedste model med tre variable inkluderede placeringen på profilet, dybde og glødetabet (41,1%) (DistLM Best, Primer 7). Resultaterne for DistLM kan ses i Tabel 2-5 og Tabel 2-6 for henholdsvis "marginal test" (forklaring som følge af én variabel ad gangen) og "Best model med øget antal variable" (forklaring som følge af en kombination af flere variable sammen).

Variabel	R ²	Antal variable
Placering på kystprofilen (PK)	16,1	1
PK, Dybde (m)	34,8	2
PK, Dybde (m), Glødetab (%)	41,1	3
PK, Dybde (m), D50, D60/d10	48,4	4
PK, Dybde (m), D50, D60/d10, Glødetab (%)	54,5	5
PK, Dybde (m), D50, D60/d10, Glødetab (%), Ler/silt %	55,5	6

Tabel 2-6. Resultaterne for "Best solution" modellen. R² angiver "forklaringsgrad" af de medtagne miljøvariable i forhold til Bray-curtis similaritetsindex, som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfaunaprøver.

3. KOORDINATLISTE FOR FELTINDSAMLING

Positioner Lønstrup		
	Position N (DDM)	Position Ø (DDM)
LS_01	57°28,480	9°47,043
LS_02	57°28,429	9°47,180
LS_03	57°28,348	9°47,480
LS_04	57°28,544	9°47,129
LS_05	57°28,505	9°47,270
LS_06	57°28,415	9°47,547
LS_07	57°28,619	9°47,251
LS_08	57°28,581	9°47,366
LS_09	57°28,507	9°47,636
LS_10	57°28,718	9°47,331
LS_11	57°28,662	9°47,479
LS_12	57°28,585	9°47,691
LS_13	57°28,763	9°47,477
LS_14	57°28,727	9°47,554
LS_15	57°28,633	9°47,757
LS_16	57°28,810	9°47,592
LS_17	57°28,796	9°47,640
LS_18	57°28,698	9°47,848
LS_19	57°28,858	9°47,711
LS_20	57°28,864	9°47,657
LS_21	57°28,759	9°47,956

4. LABORATORIEDATA FOR KORNSTØRRELSES- FORDELING

Orbicon
Linnés Allé 2
2630 Taastrup

Rapport nr.: 0318-1
Ordre nr.: K5328
Init.: ANEHAN
Dato: 14.12.2018
Side: 1 af 22

Att.: Jan F. Nicolaisen

Prøvningsrapport

Rekvirent Orbicon

Materiale modtaget: Dato: 31.10.2018 og 06.11.2018

Metodereferencer: Prøveforberedelse DS/EN 932-2:1999
Sigteanalyse DS/EN 933-1:2013
Glødetab* prVI 99-9:2010

Bemærkninger: Prøveudtagning er foretaget af rekvirenten
*Glødetab er udført ved 550 °C (jf. metode 2)

Prøvningen udført: I perioden 31.10.2018 - 26.11.2018

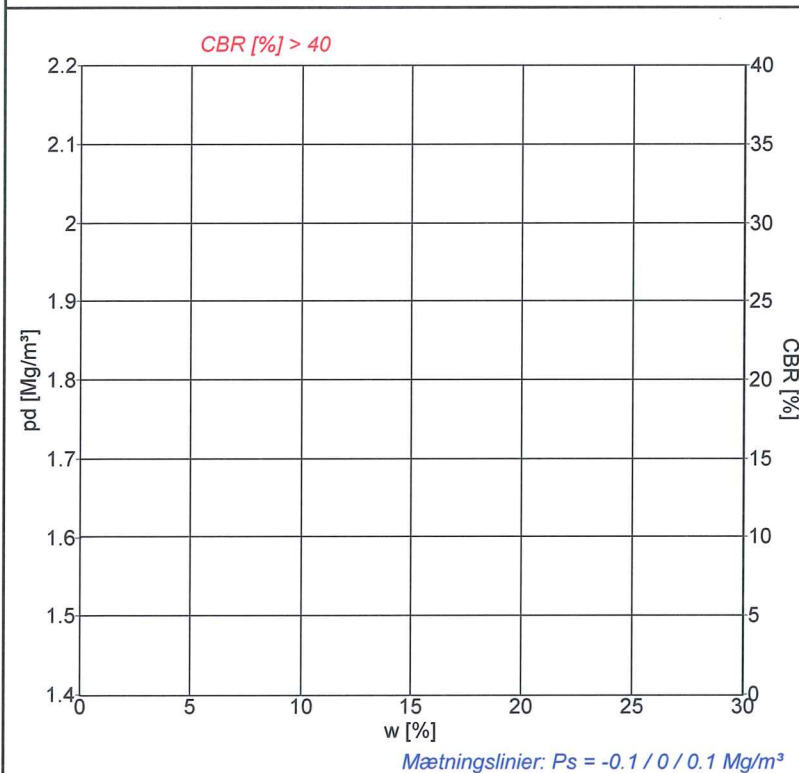
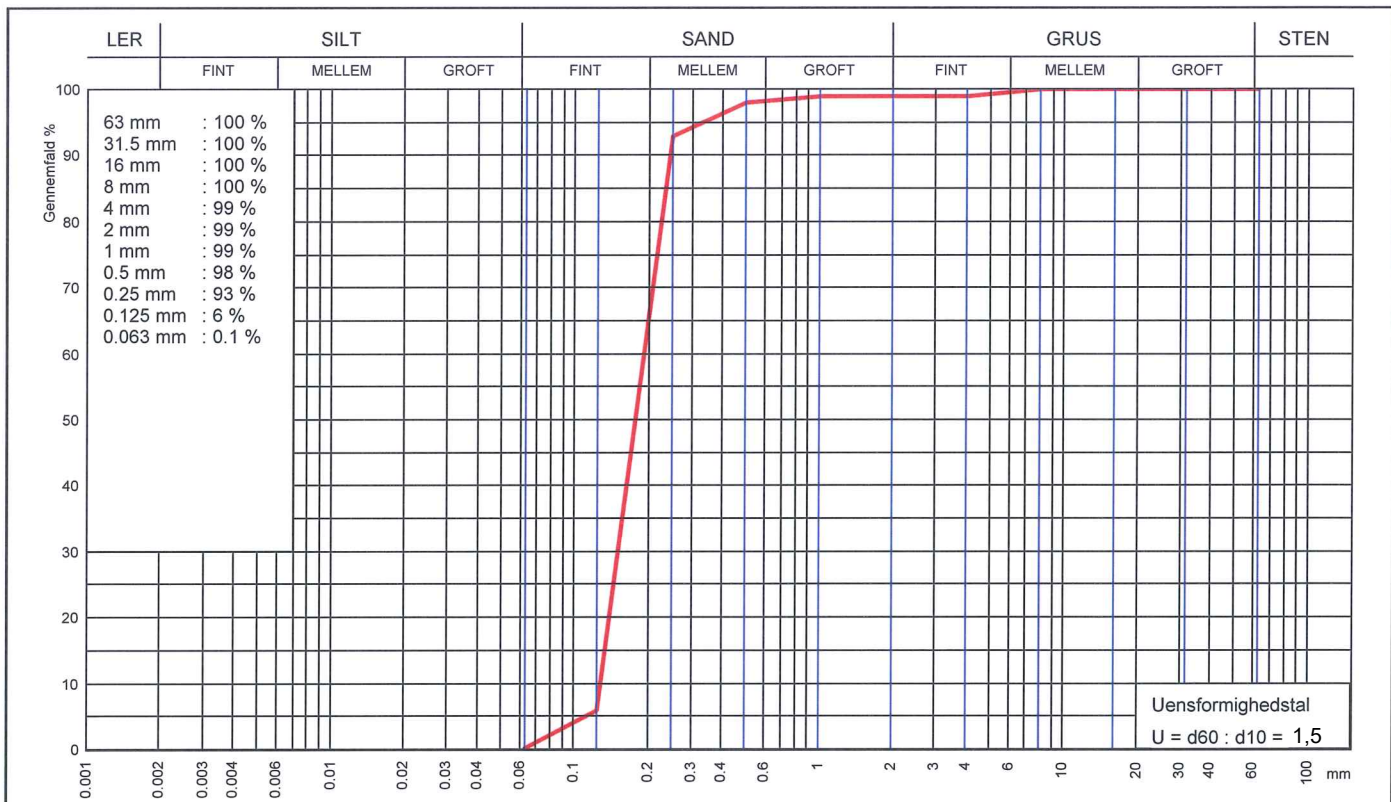
Prøvningsresultat: Fremgår af side 2 til 22

Med venlig hilsen



Annette H. Hansen

Med mindre anden aftale foreligger, vil resterende prøvemateriale blive bortkastet efter 14 dage.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner.
Prøvningsrapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden laboratoriets skriftlige godkendelse.



Signaturer			
Form	10 cm	15 cm	
Forsøg	Komprimering		CBR
Proctor	○	◇	□
Modificeret Proctor	●	◆	■
Mætningslinje	m. vandl.		
Proctorforsøg			
Indstampning	Proctor	Modificeret Proctor	
ρ _{d,max} Mg/m ³			
w _{opt} %			
ρ _{d,max} korr. Mg/m ³			
w _{opt} korr. %			
Vibrationsforsøg			
ρ _{d,max} Mg/m ³			
w %			

Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.4 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: Lønstrup

Udt. d.: 12-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S
Laboratoriet

Tegn.: Inaman

Godk. 4/12-18

Station / Boring

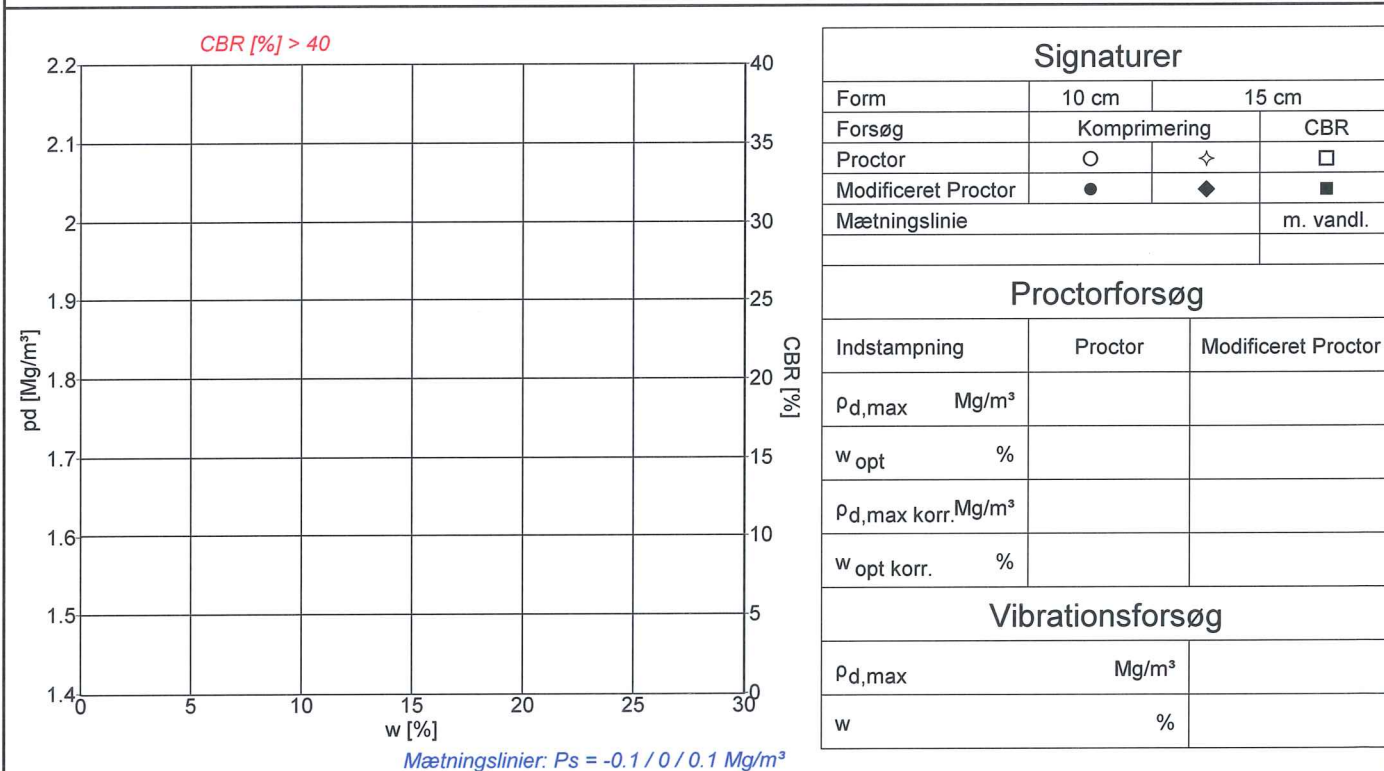
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: LS 01

Lab. nr.: 84

Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.6 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: Lønstrup

Udt. d.: 12-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S
Laboratoriet

Tegn.: Inaman

Godk. 14/12-18

Station / Boring

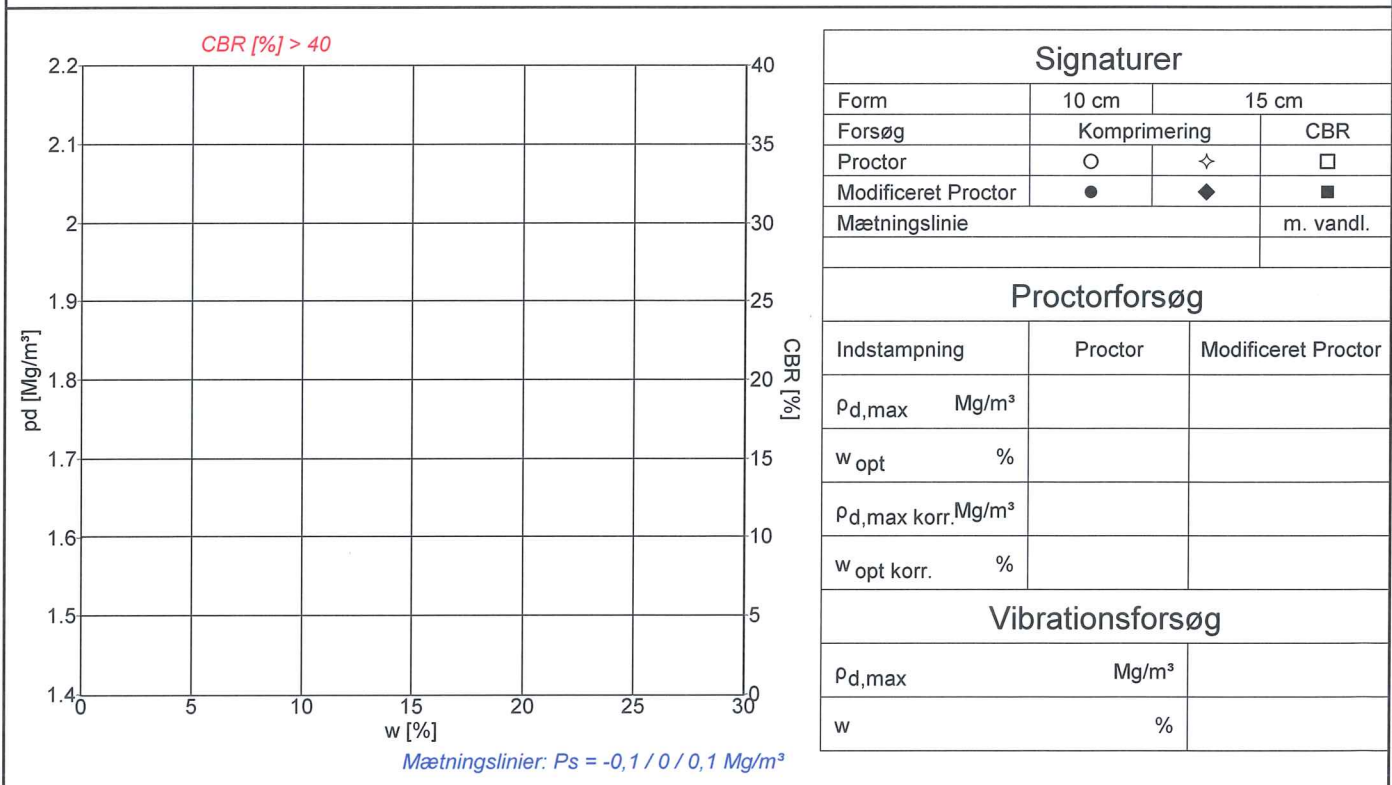
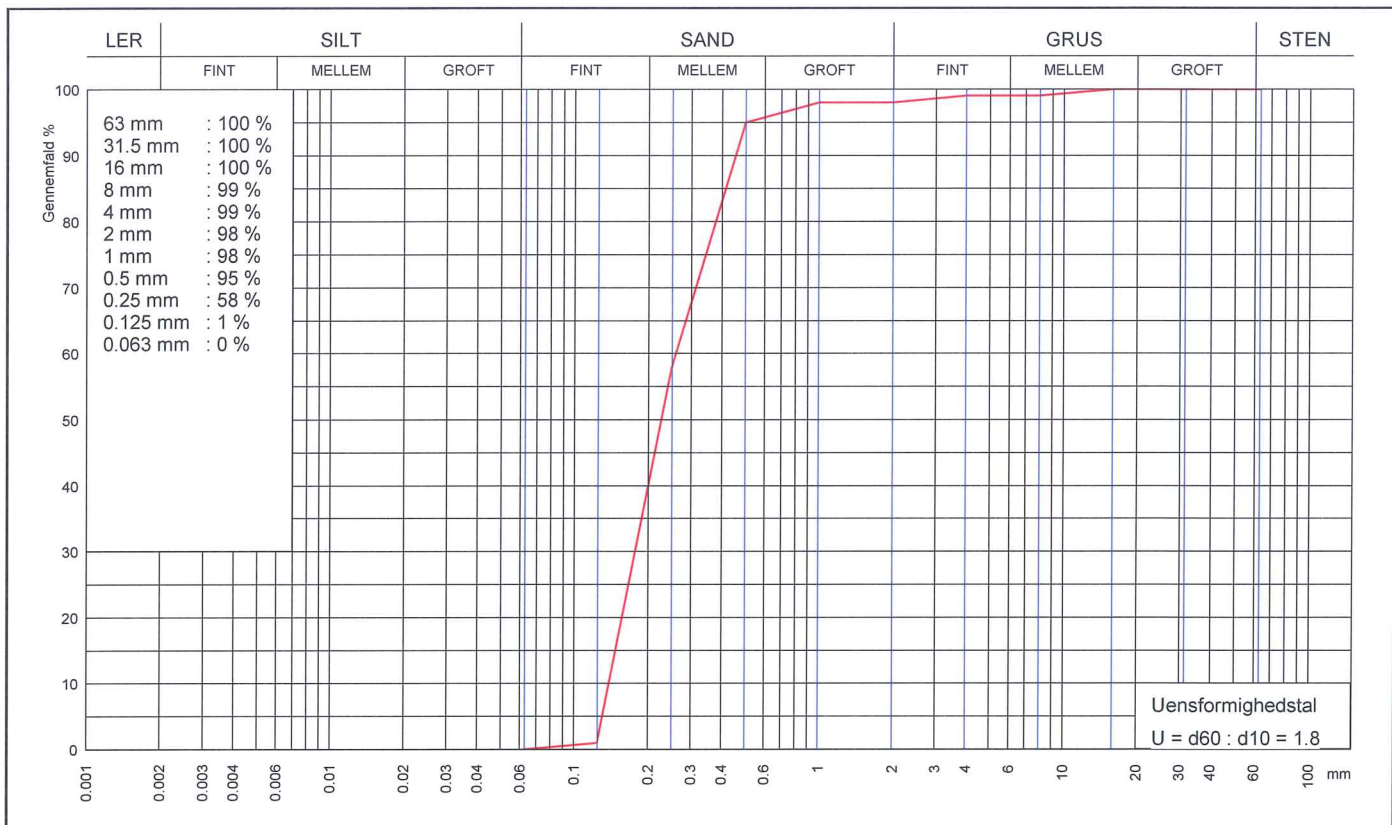
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.:LS 02

Lab. nr.: 85

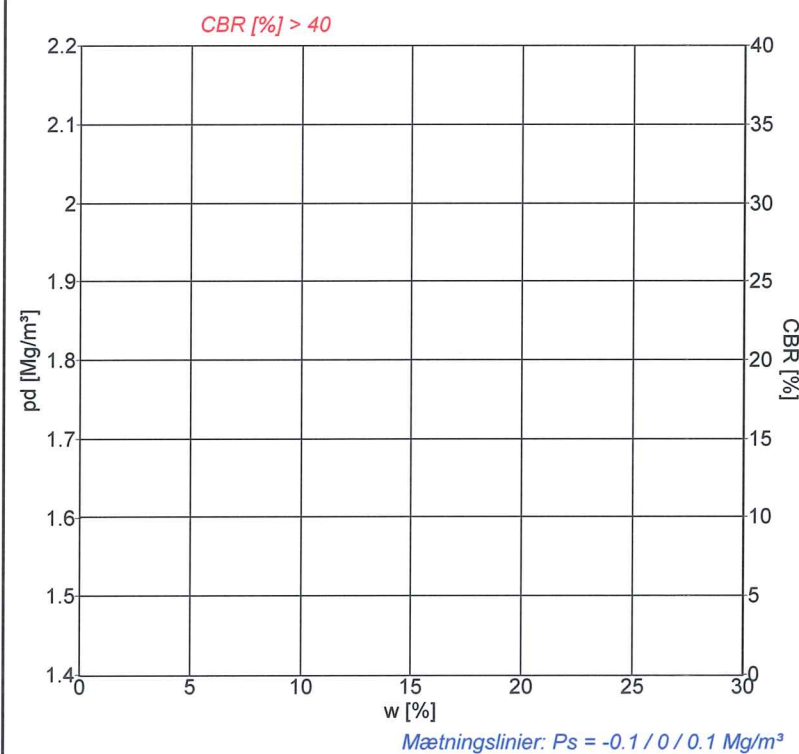
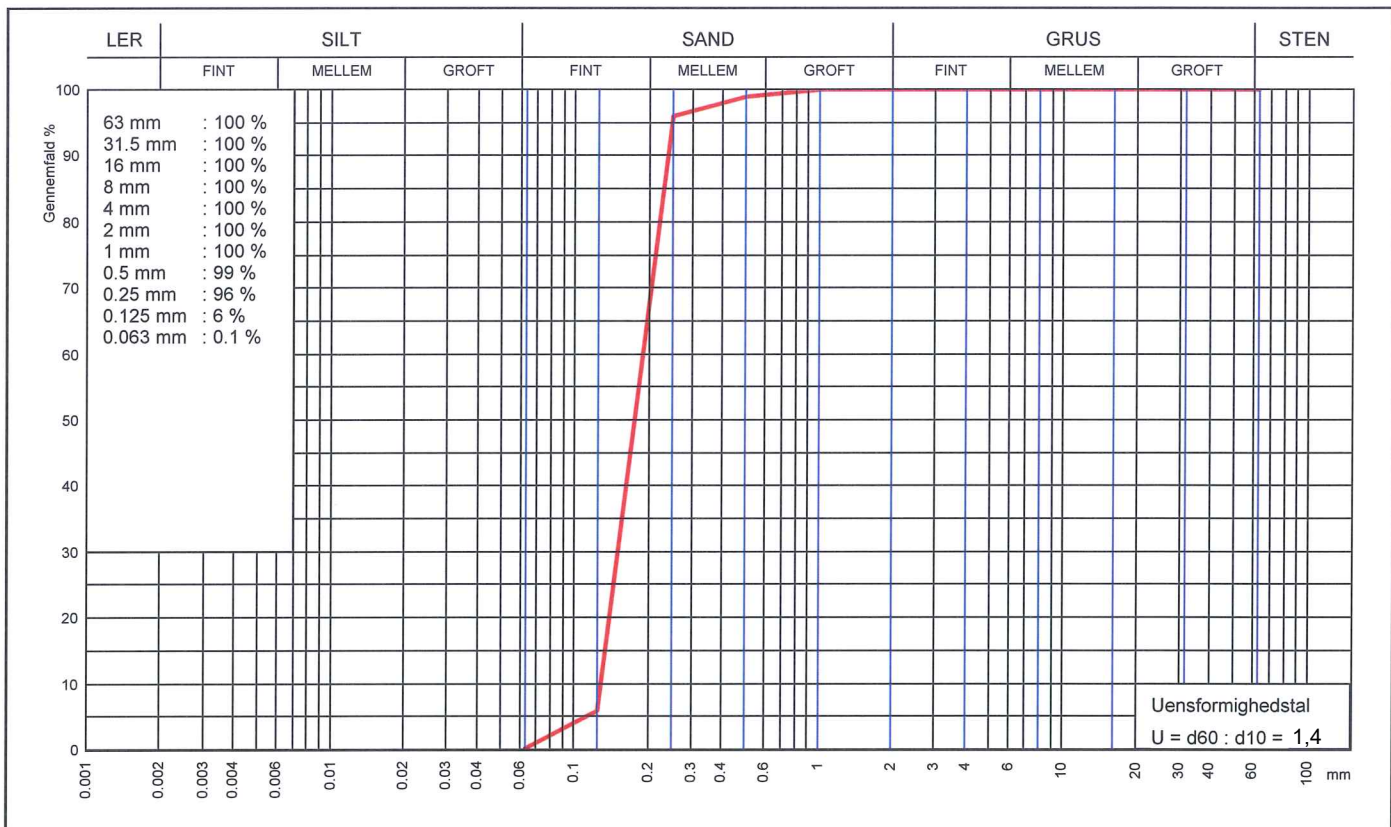
Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L		Plasticitetsgrænse w_P			Plasticitetsindeks I_P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s		Mg/m³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.5 %	Glødetab reduceret gl_{red}		%	d50	0,23
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S Laboratoriet	Station / Boring	Mrk.:LS 03
Sted: Lønstrup		Dybde / Kote	Lab. nr.: 86
Udt. d.: 31-10-2018	Modt. d.: 06-11-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 26/11-18
		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:

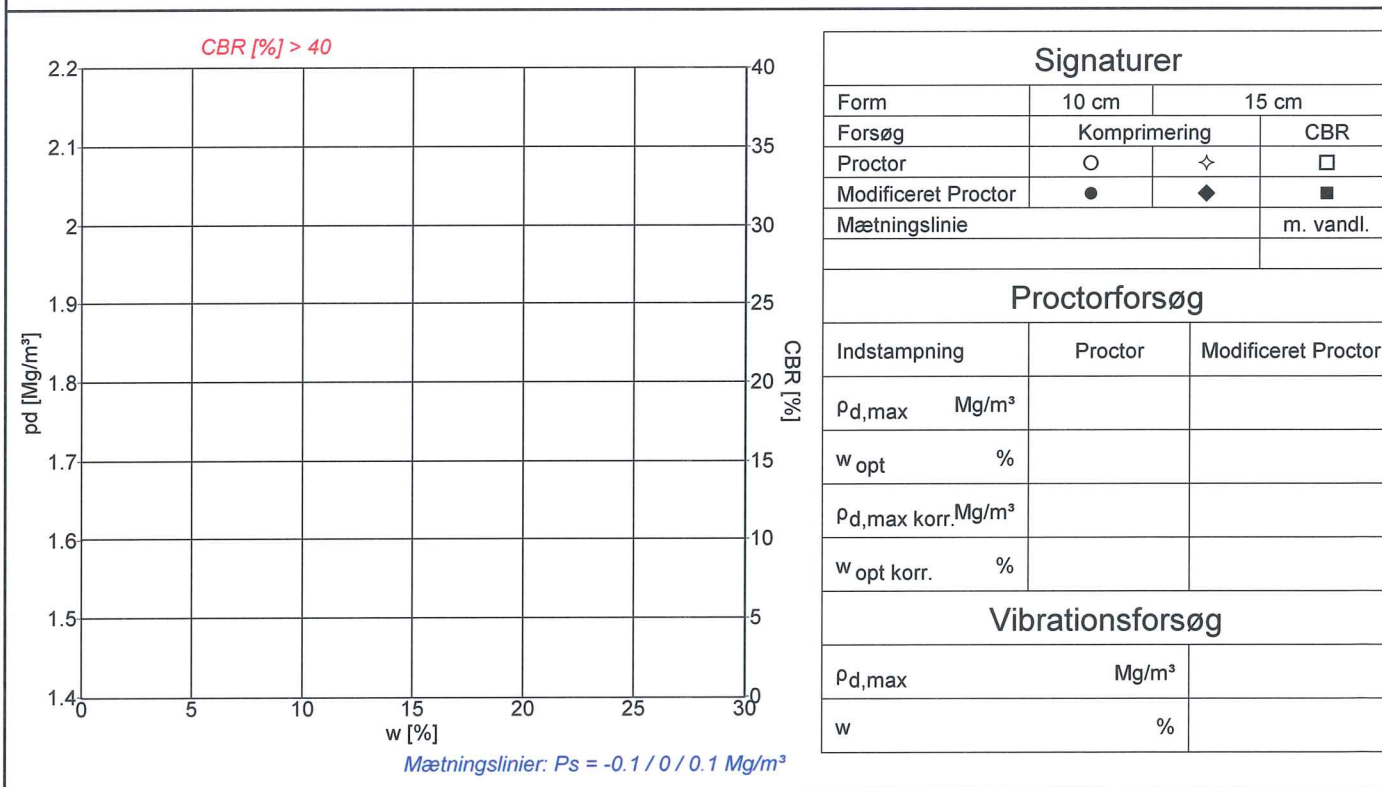


Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modificeret Proctor	●	◆
Mætningslinie	m. vandl.	
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modificeret Proctor
p _{d,max} Mg/m ³		
w _{opt} %		
p _{d,max} korr. Mg/m ³		
w _{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
p _{d,max} Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.6 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

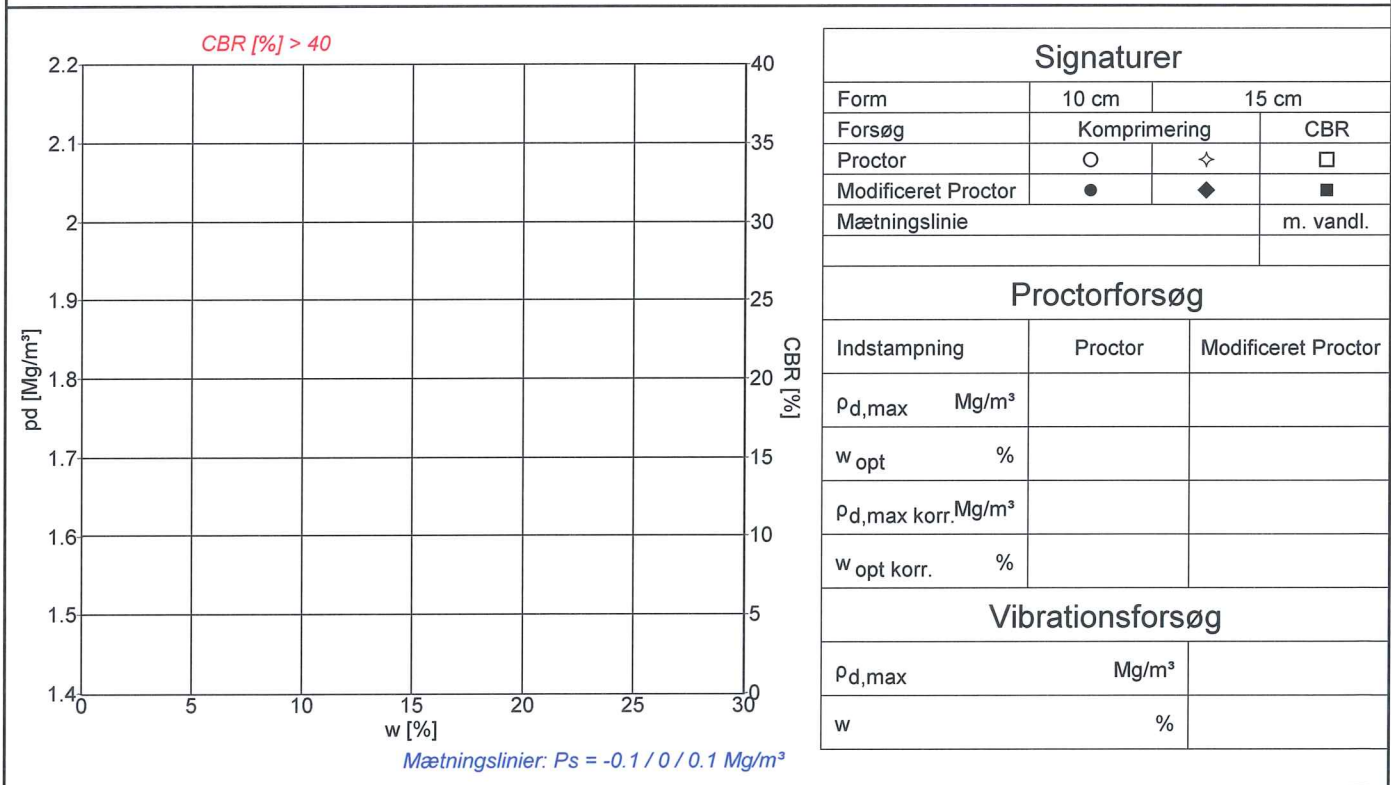
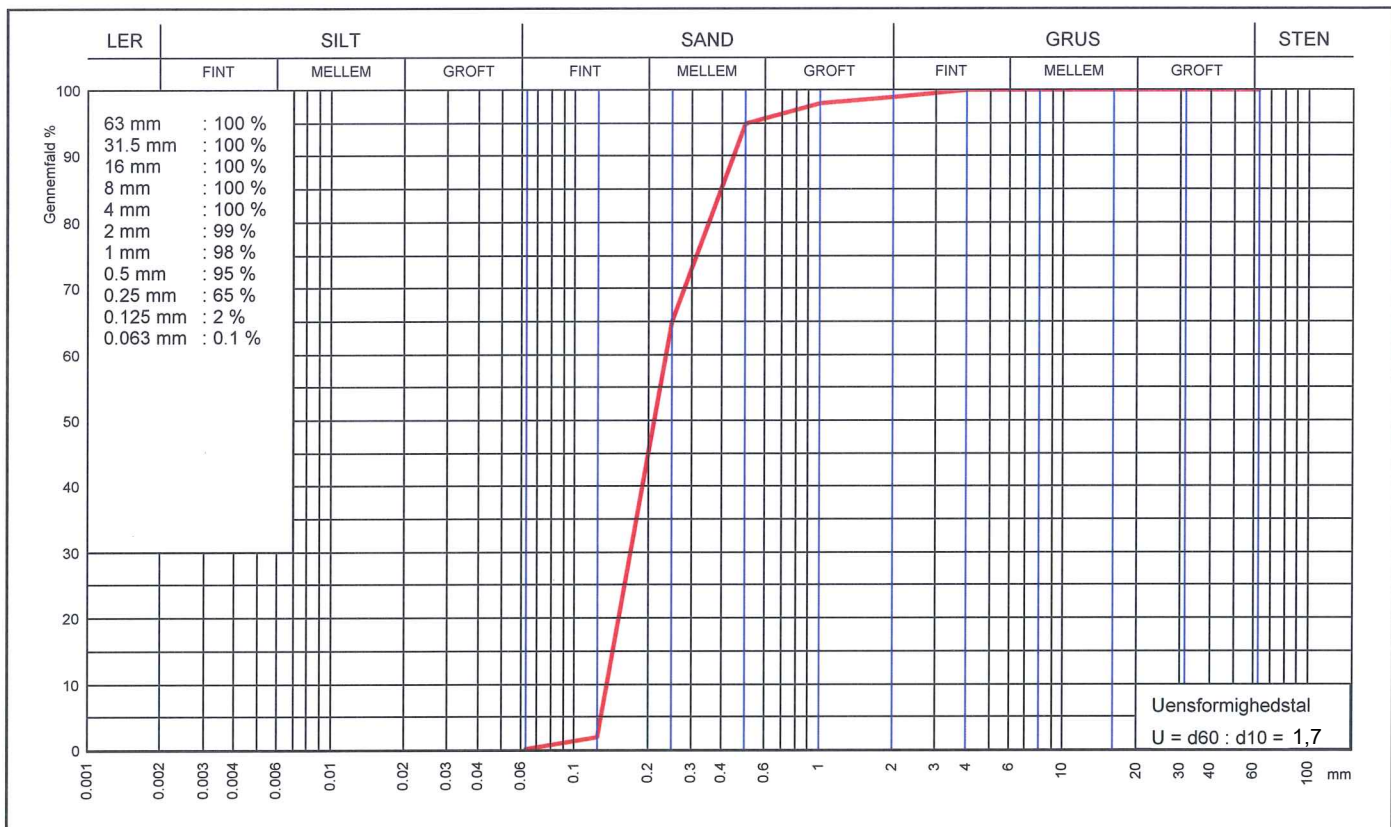
Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S Laboratoriet	Station / Boring	Mrk.:LS 04
Sted: Lønstrup		Dybde / Kote	Lab. nr.: 87
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 11/12-18
		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



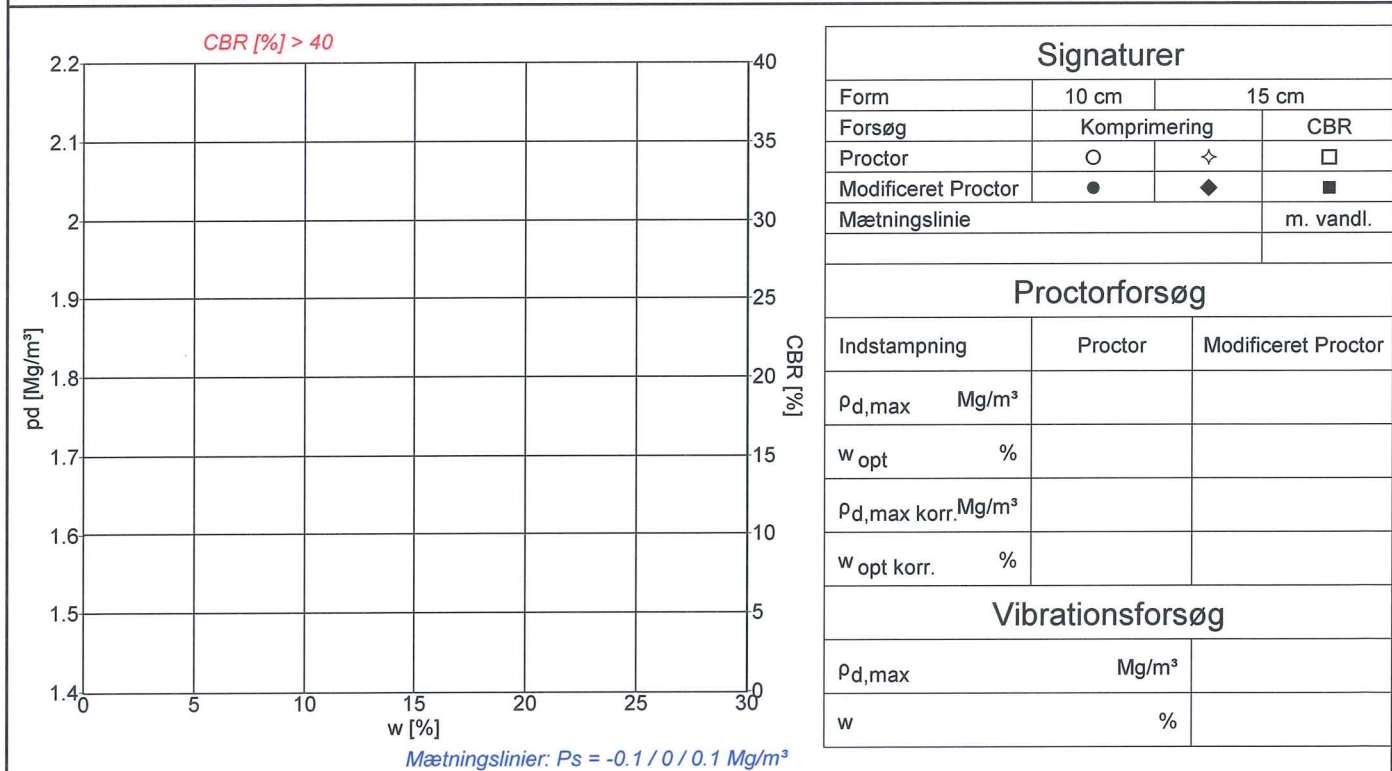
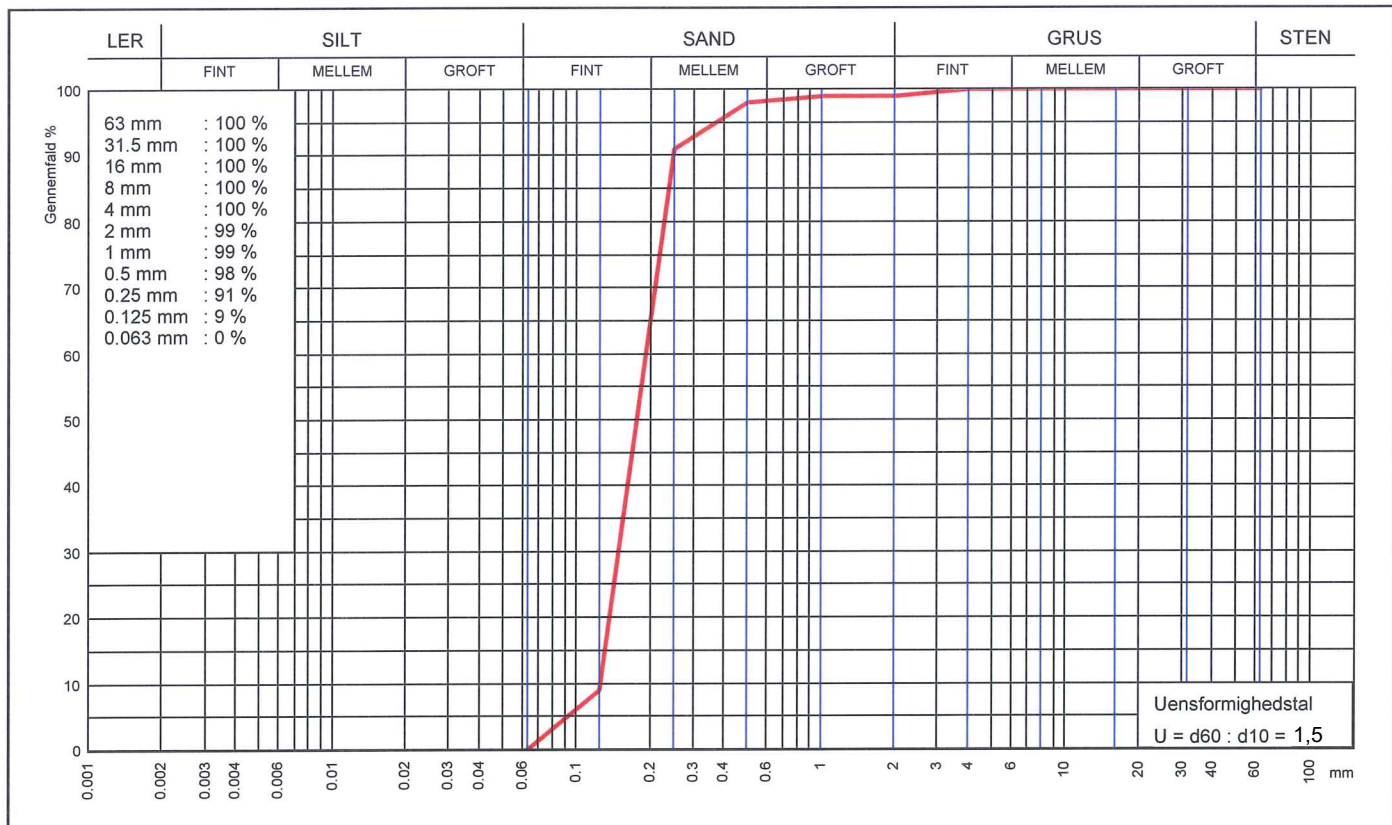
Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%		
Flydegrænse	w _L	Plasticitetsgrænse	w _P		Plasticitetsindeks	I _P		
Korndensitet(0-0.063mm)	ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm)	ρ _s	Mg/m³	Korndensitet, filler	ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm)	ka	%	Kalkindhold(0-16mm)	ka	%	Kalkindhold(>16mm)	ka	%
Glødetab	gl	0.6 %	Glødetab reduceret	gl _{red}	%	d50	0,19	
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold						
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ	w _{nat}	%				

Prøvebeskrivelse: SAND					
Rekvirent: ORBICON		 NCC Industry A/S Laboratoriet		Station / Boring	Mrk.:LS 05
Sted: Lønstrup				Dybde / Kote	Lab. nr.: 88
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Godk. 	Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.5 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,22
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

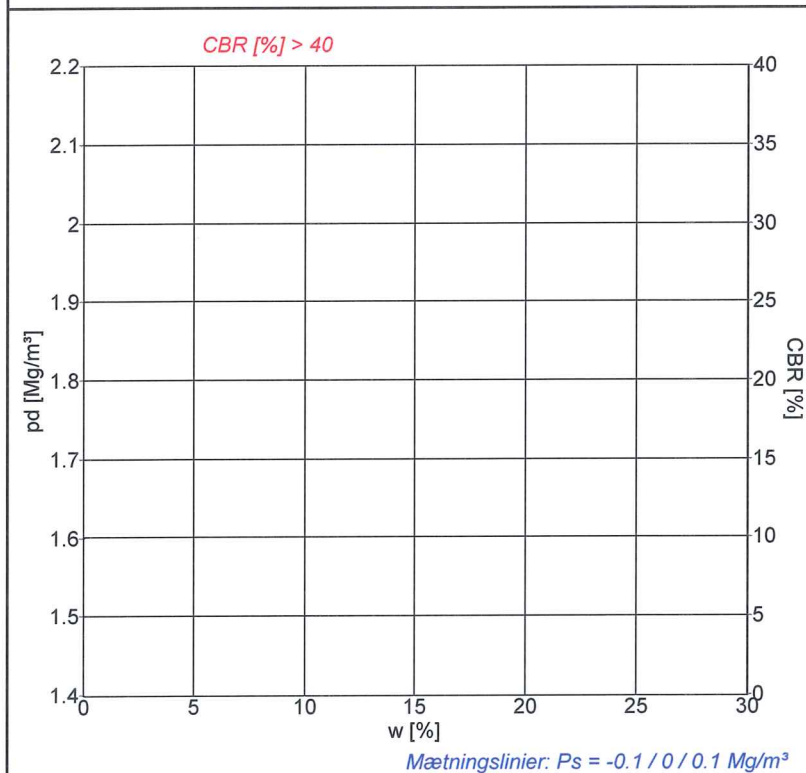
Prøvebeskrivelse: SAND					
Rekvirent: ORBICON		 NCC Industry A/S Laboratoriet		Station / Boring	Mrk.:LS 06
Sted: Lønstrup				Dybde / Kote	Lab. nr.: 89
Udt. d.: 31-10-2018	Modt. d.: 06-11-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 	Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s	Mg/m³		Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%		Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.6 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%		d 50	0,19
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S Laboratoriet	Station / Boring	Mrk.:LS 07
Sted: Lønstrup		Dybde / Kote	Lab. nr.: 90
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Godk. 12-18
		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modificeret Proctor	●	◆
Mætningslinier	m. vandl.	
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modificeret Proctor
ρ _{d,max} Mg/m³		
w _{opt} %		
ρ _{d,max} korr. Mg/m³		
w _{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
ρ _{d,max} Mg/m³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	0.2 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.5 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: Lønstrup

Udt. d.: 12-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S
Laboratoriet

Tegn.: Inaman

Godk. 4/12-18

Station / Boring

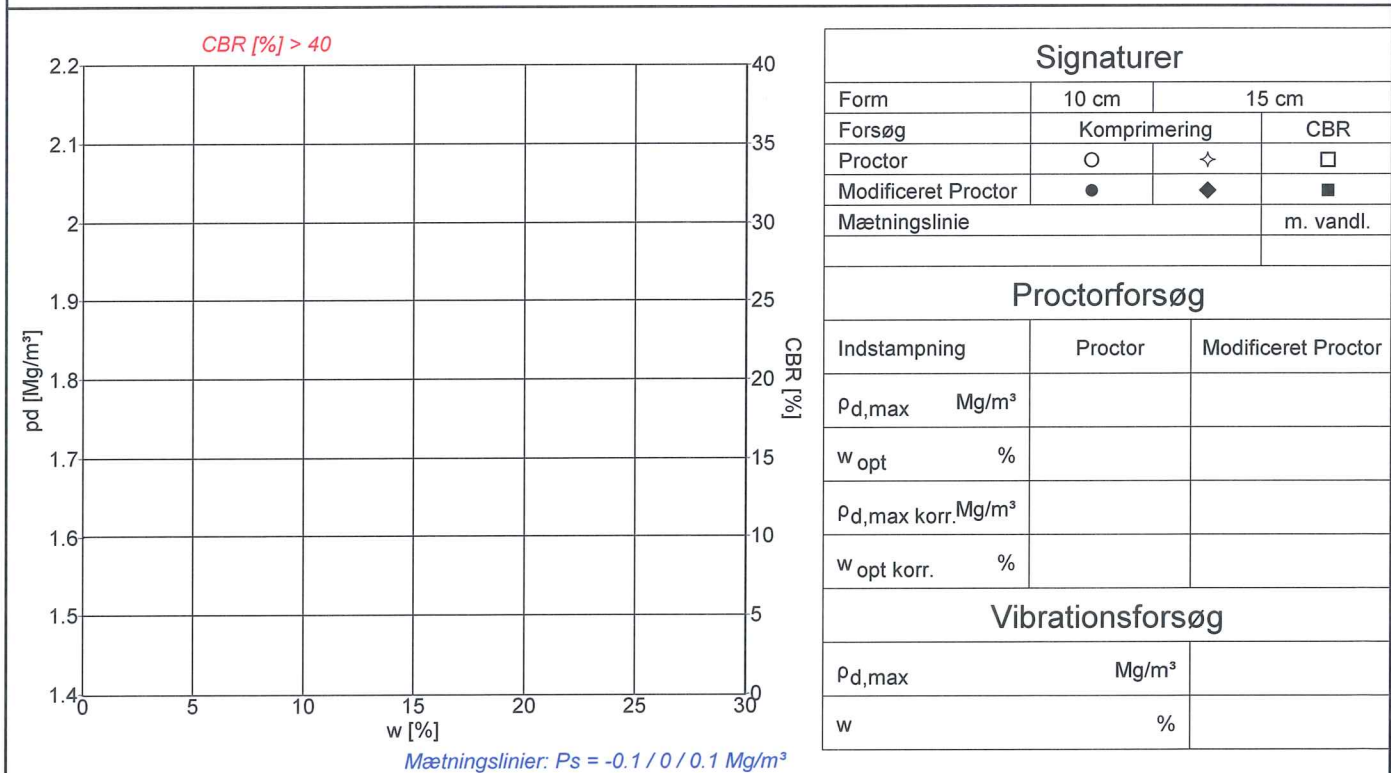
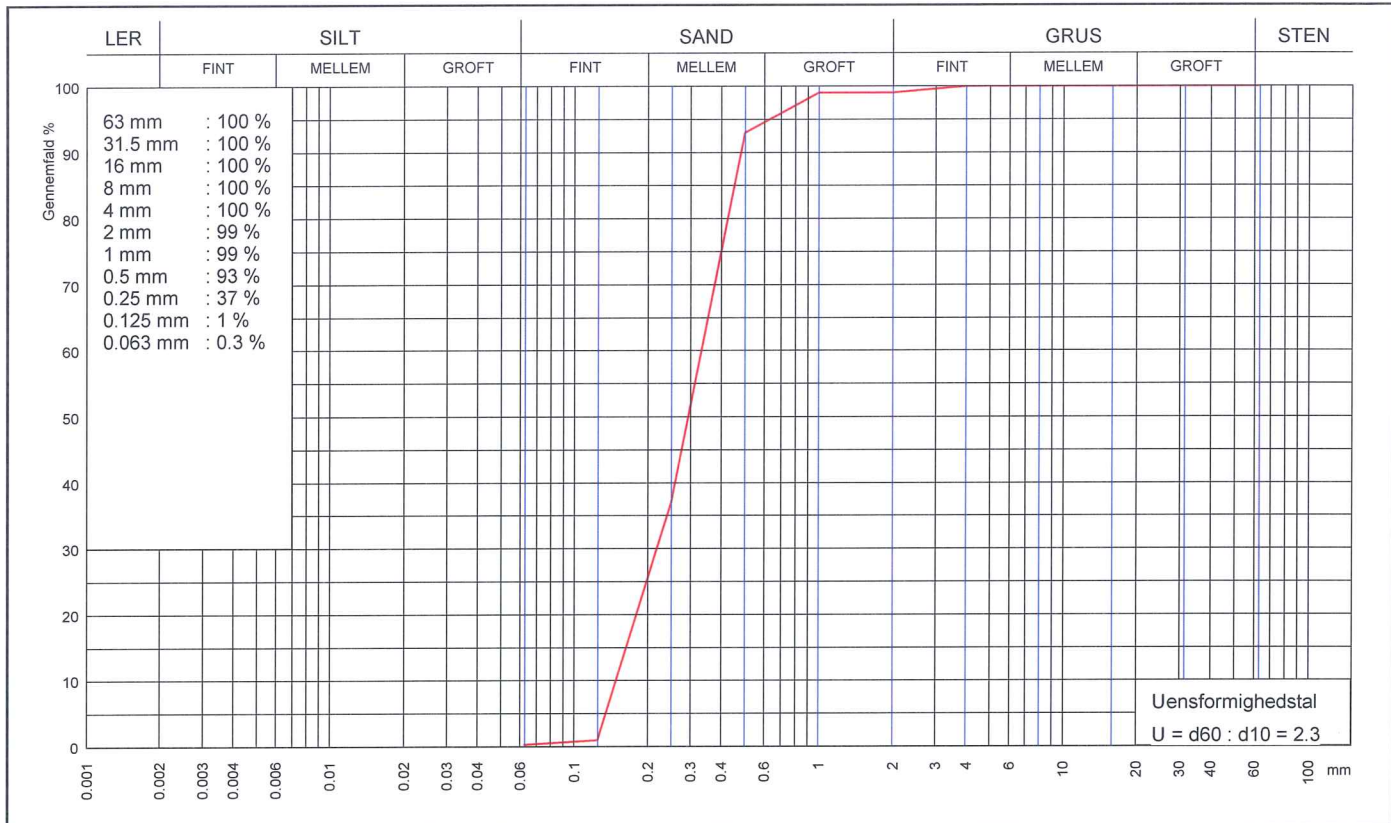
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: LS 08

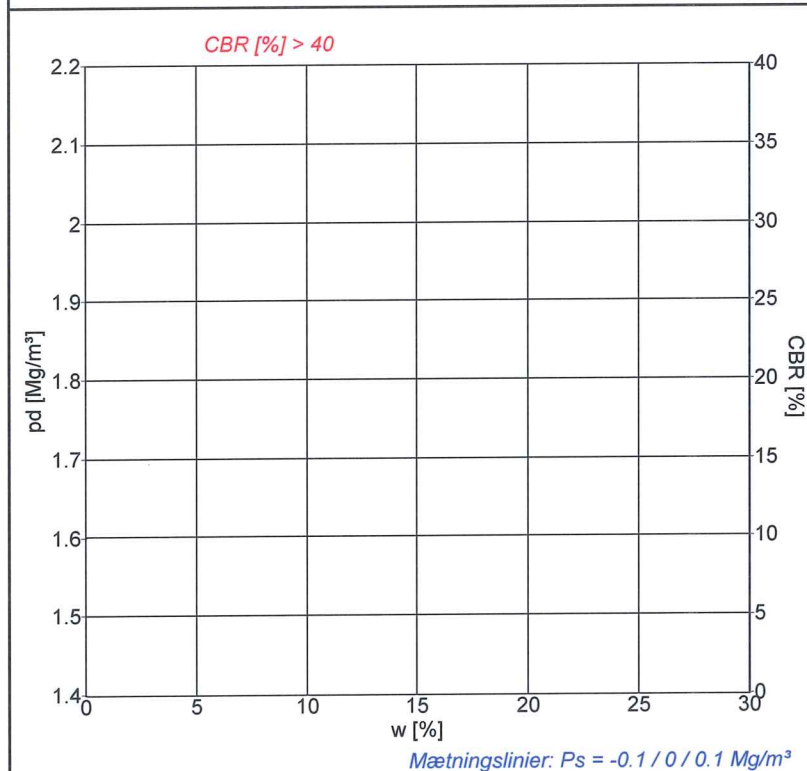
Lab. nr.: 91

Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.3 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse	w _L	Plasticitetsgrænse	w _P		Plasticitetsindeks	I _P
Korndensitet(0-0.063mm)	ρ _s	Korndensitet(0-16mm)	ρ _s	Mg/m³	Korndensitet, filler	ρ _f
Kalkindhold(0-1mm)	ka	Kalkindhold(0-16mm)	ka	%	Kalkindhold(>16mm)	ka
Glødetab	gl	Glødetab reduceret	gl _{red}	%	d50	0,31
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ	w _{nat}	%		

Prøvebeskrivelse: SAND			
Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S Laboratoriet	Station / Boring	Mrk.:LS 09
Sted: Lønstrup		Dybde / Kote	Lab. nr.: 92
Udt. d.: 31-10-2018		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:
Modt. d.: 06-11-2018	Tegn.: Inaman	Godk.	



Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modificeret Proctor	●	◆
Mætningslinje		m. vandl.

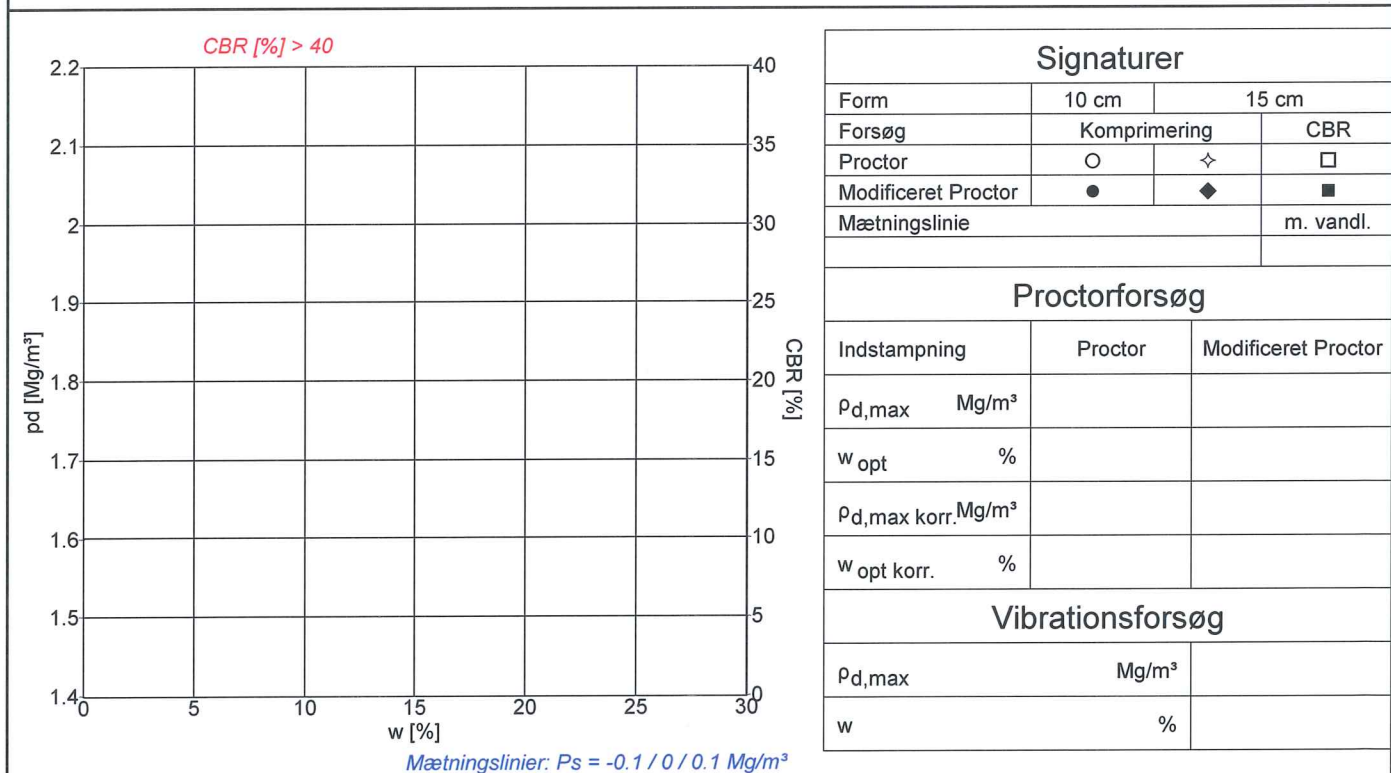
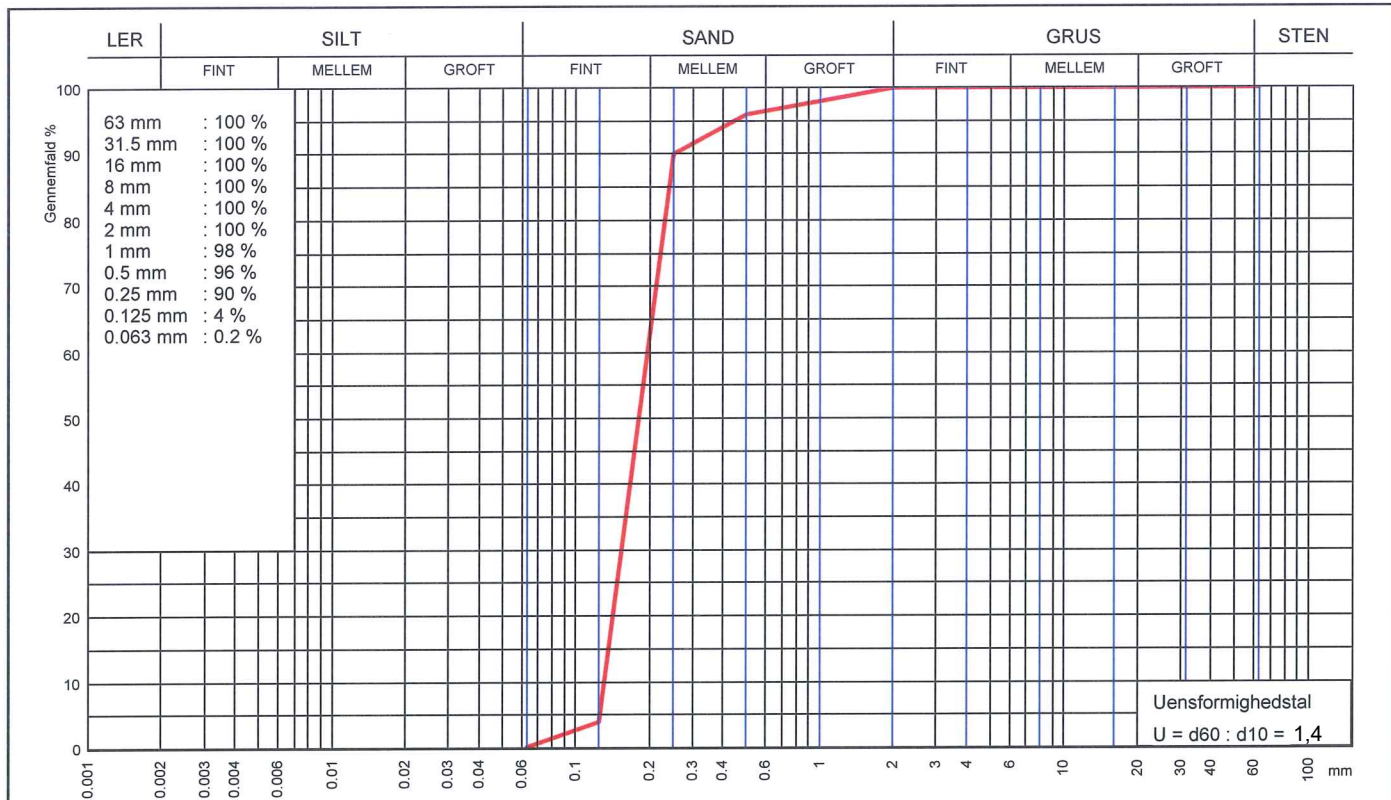
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modificeret Proctor
P _{d,max} Mg/m ³		
w _{opt} %		
P _{d,max} korr. Mg/m ³		
w _{opt} korr. %		

Vibrationsforsøg		
P _{d,max}	Mg/m ³	
w	%	

Gennemfald 0.063 mm	0 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.4 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S	Station / Boring	Mrk.: LS 10
Sted: Lønstrup	Laboratoriet	Dybde / Kote	Lab. nr.: 93
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Sag nr.: K5328
		Godk.: 14/12-18	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.2 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.5 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d50	0,19
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: Lønstrup

Udt. d.: 12-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S
Laboratoriet

Tegn.: Inaman

Godk.: 14/12-18

Station / Boring

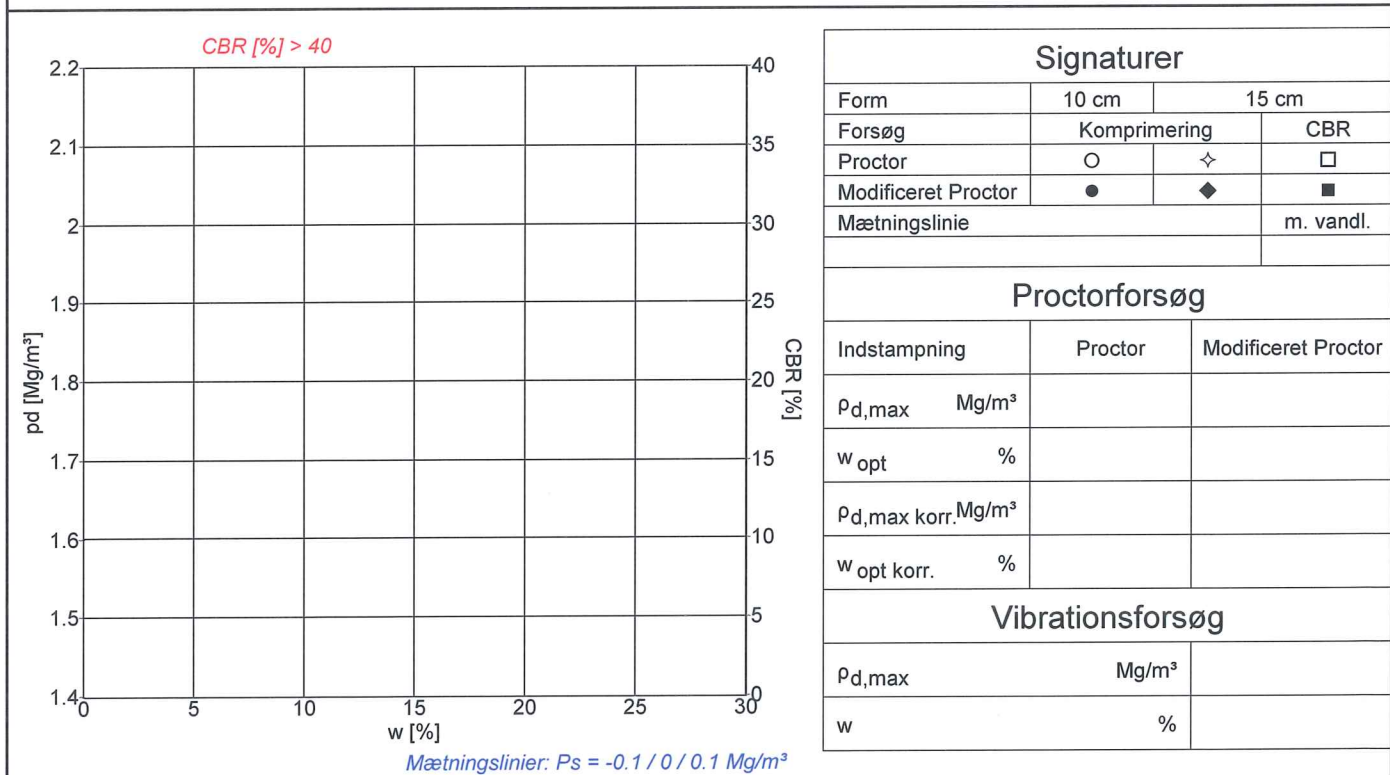
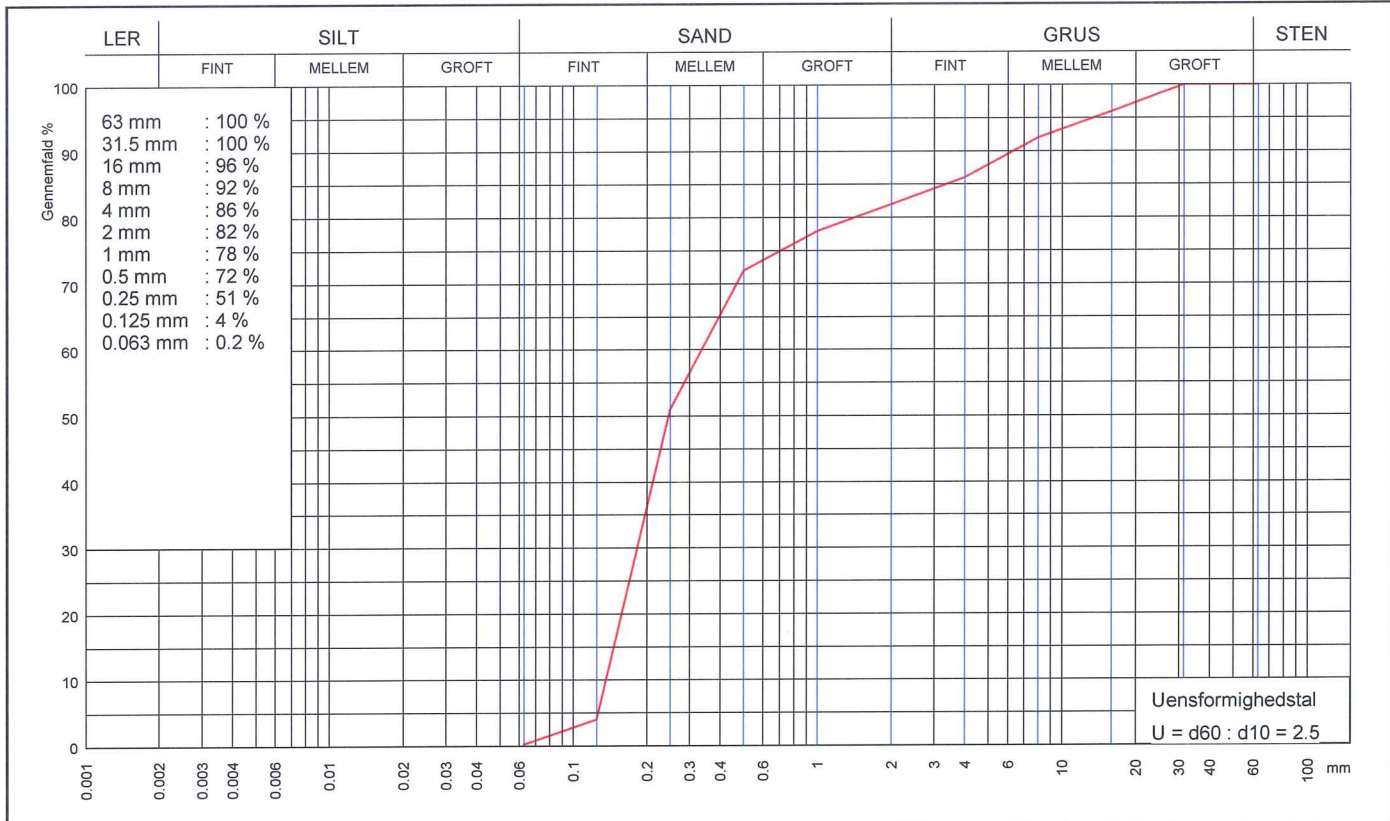
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.:LS 11

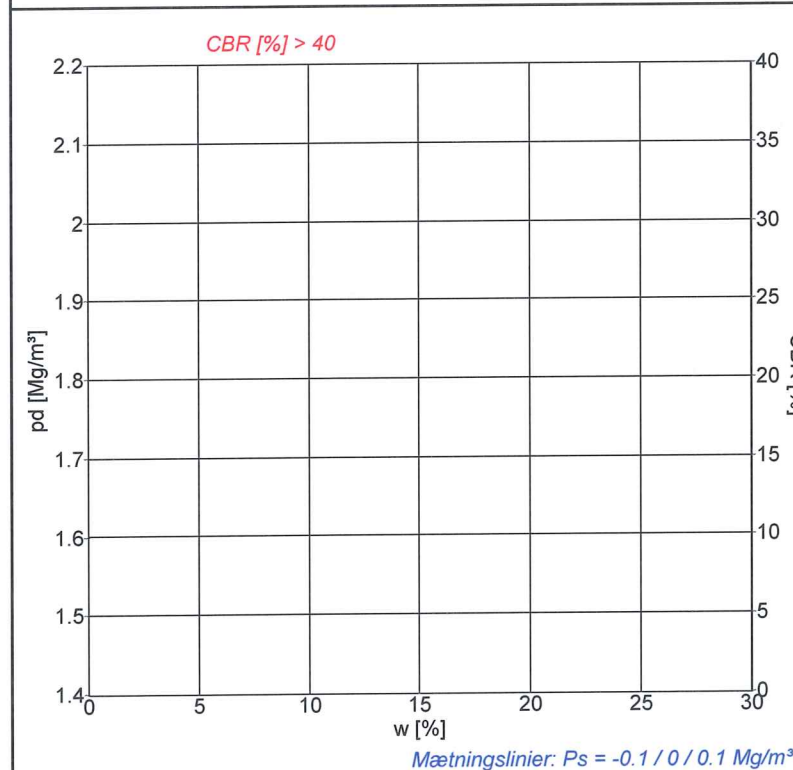
Lab. nr.: 94

Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.2 %	Frasigtet > 16 mm	s	4 %	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse	w _L	Plasticitetsgrænse	w _P		Plasticitetsindeks	I _P
Korndensitet(0-0.063mm)	ρ _s	Korndensitet(0-16mm)	ρ _s	Mg/m³	Korndensitet, filler	ρ _f
Kalkindhold(0-1mm)	ka	Kalkindhold(0-16mm)	ka	%	Kalkindhold(>16mm)	ka
Glødetab	gl	Glødetab reduceret	gl _{red}	%	d50	0,25
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ	w _{nat}	%		

Prøvebeskrivelse: SAND					
Rekvirent: ORBICON		 NCC Industry A/S Laboratoriet		Station / Boring	Mrk.:LS 12
Sted: Lønstrup				Dybde / Kote	Lab. nr.: 95
Udt. d.: 31-10-2018	Modt. d.: 06-11-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 26/11-18 	Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modificeret Proctor	●	◆
Mætningslinie	m. vandl.	
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modificeret Proctor
Pd,max Mg/m ³		
w _{opt} %		
Pd,max korr. Mg/m ³		
w _{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
Pd,max	Mg/m ³	
w	%	

Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _p			Plasticitetsindeks I _p	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.5 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: Lønstrup

Udt. d.: 12-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S
Laboratoriet

Tegn.: Inaman

Godk.: 15-15

Station / Boring

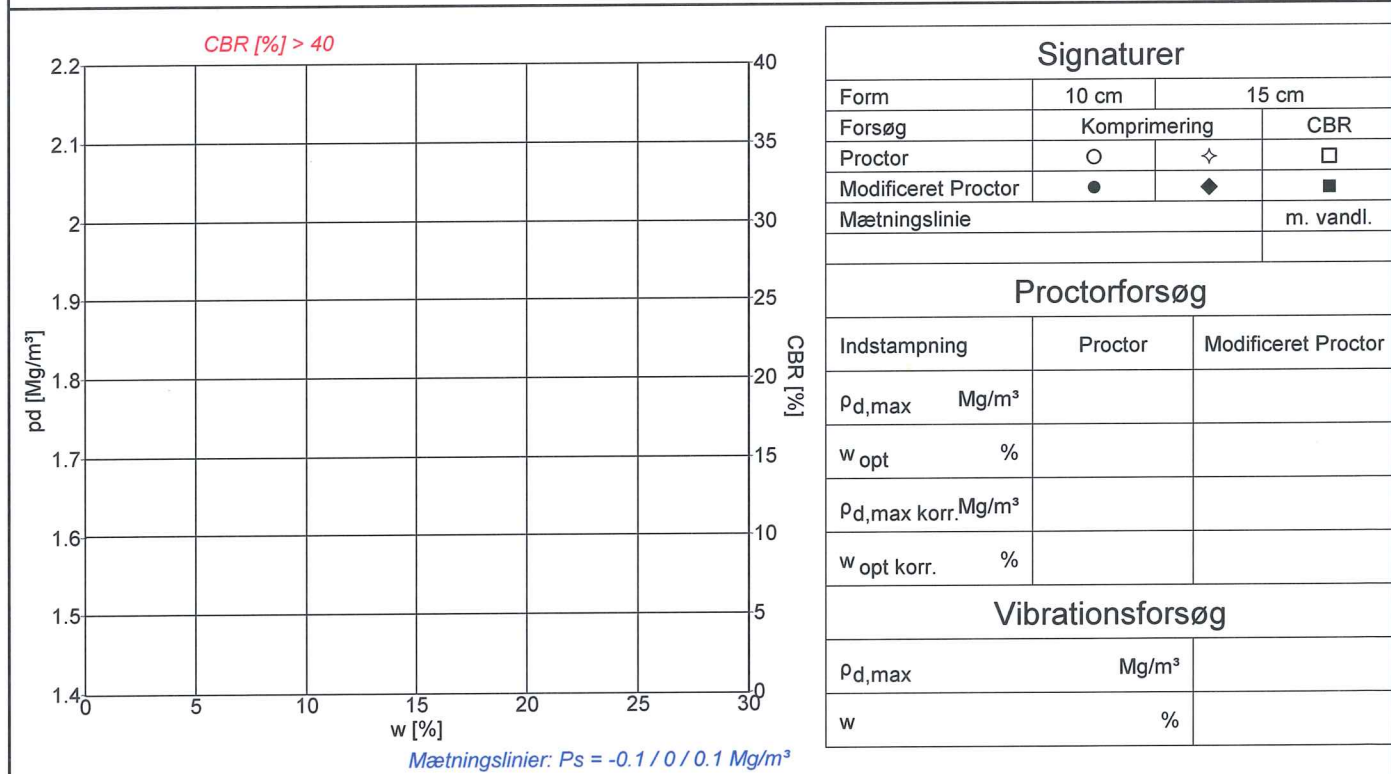
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.:LS 13

Lab. nr.: 96

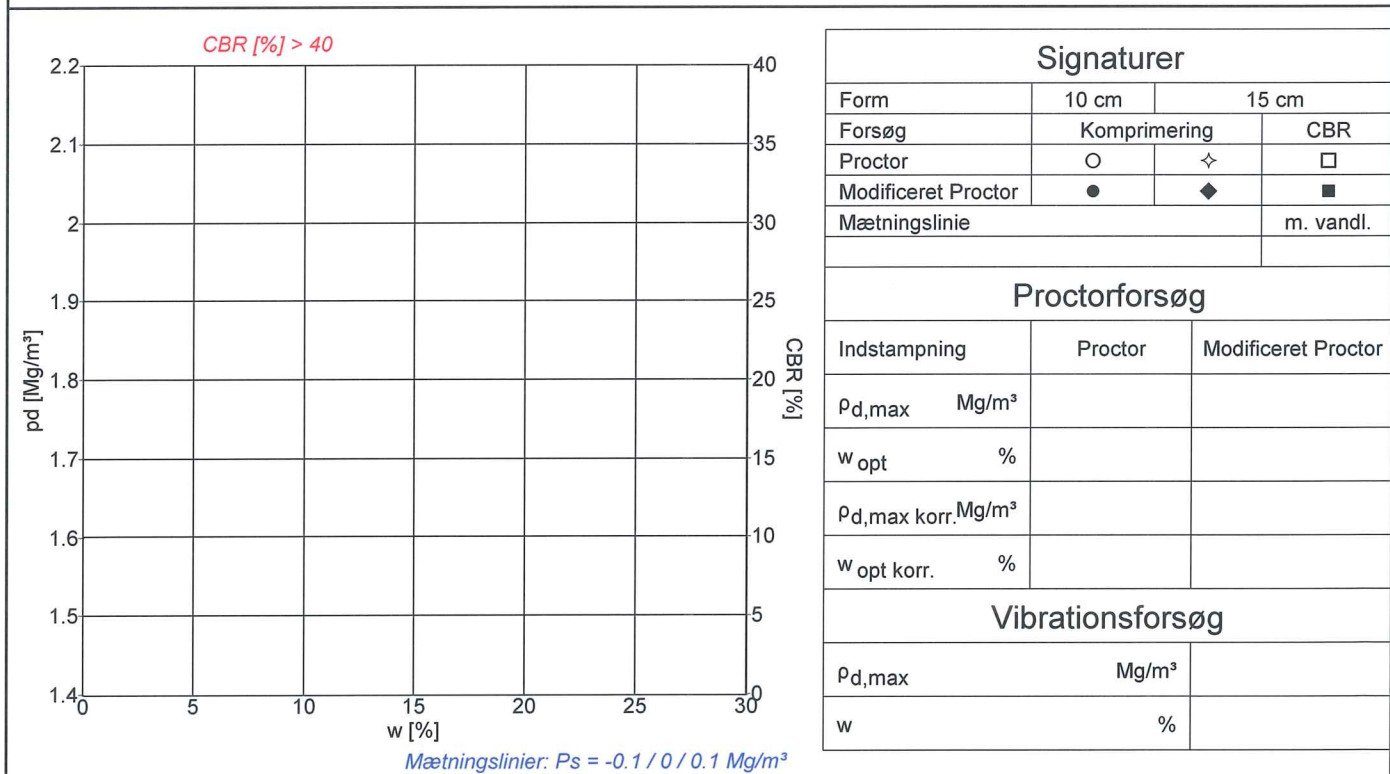
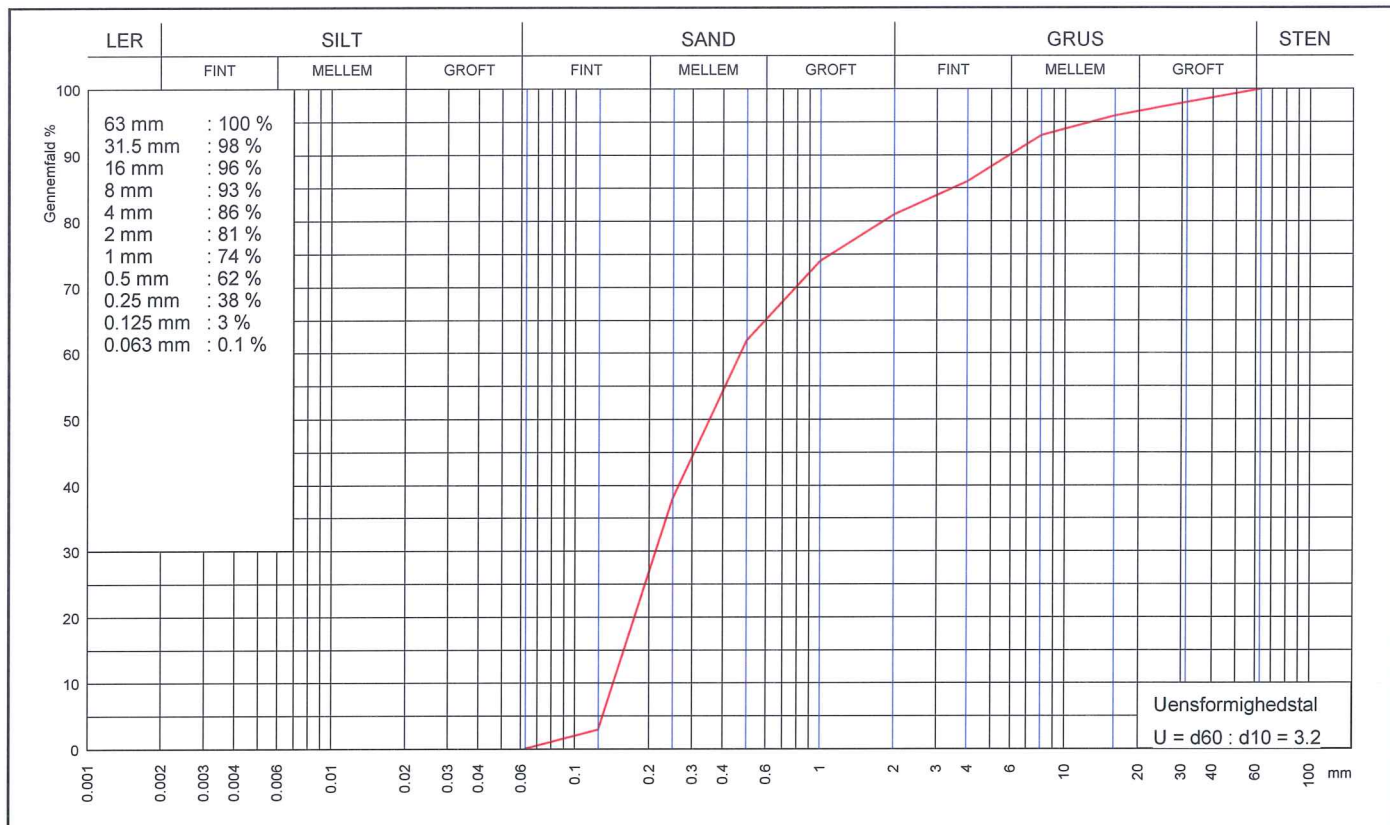
Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.5 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d50	0,19
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

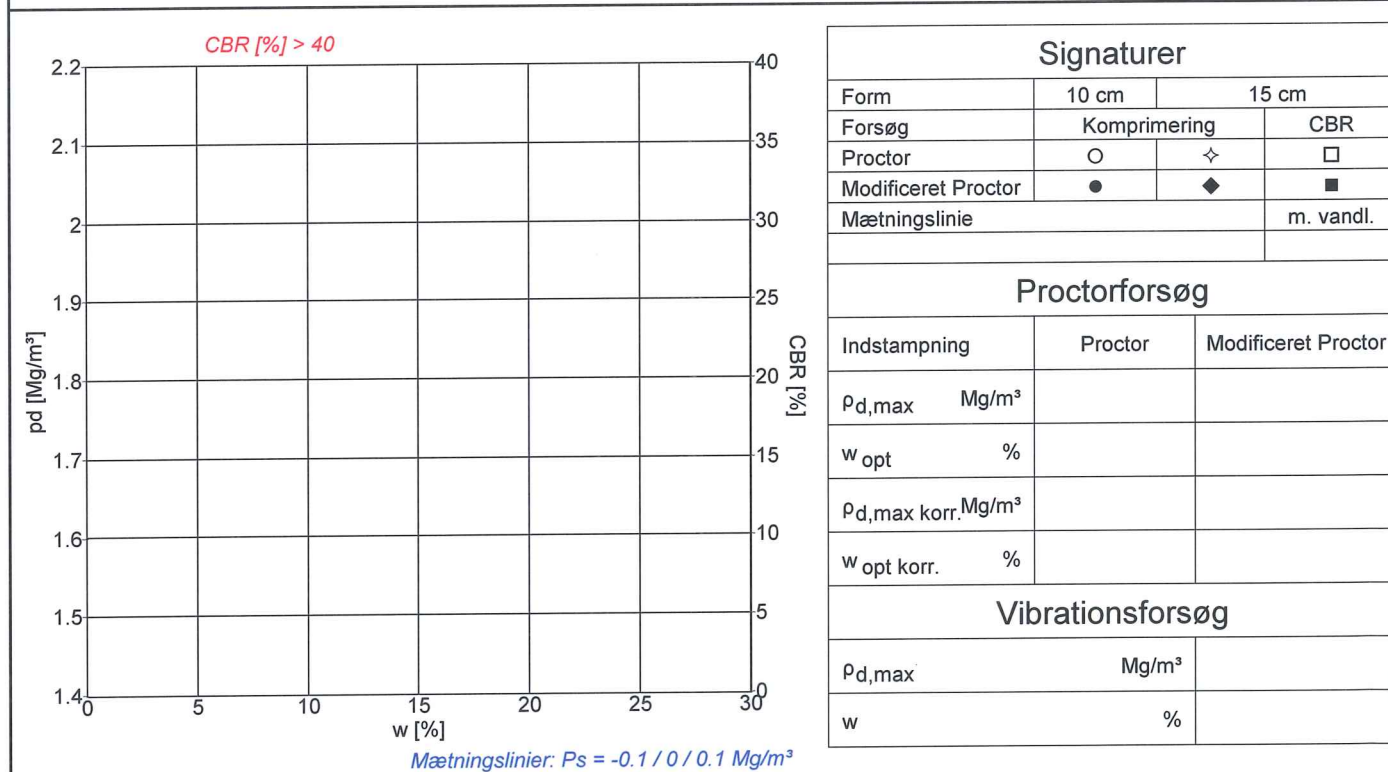
Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S	Station / Boring	Mrk.:LS 14
Sted: Lønstrup	Laboratoriet	Dybde / Kote	Lab. nr.: 97
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 14/12-18
		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	4 %	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L		Plasticitetsgrænse w_P			Plasticitetsindeks I_P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³		Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%		Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.4 %	Glødetab reduceret gl_{red}	%		d50	0,37
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%			

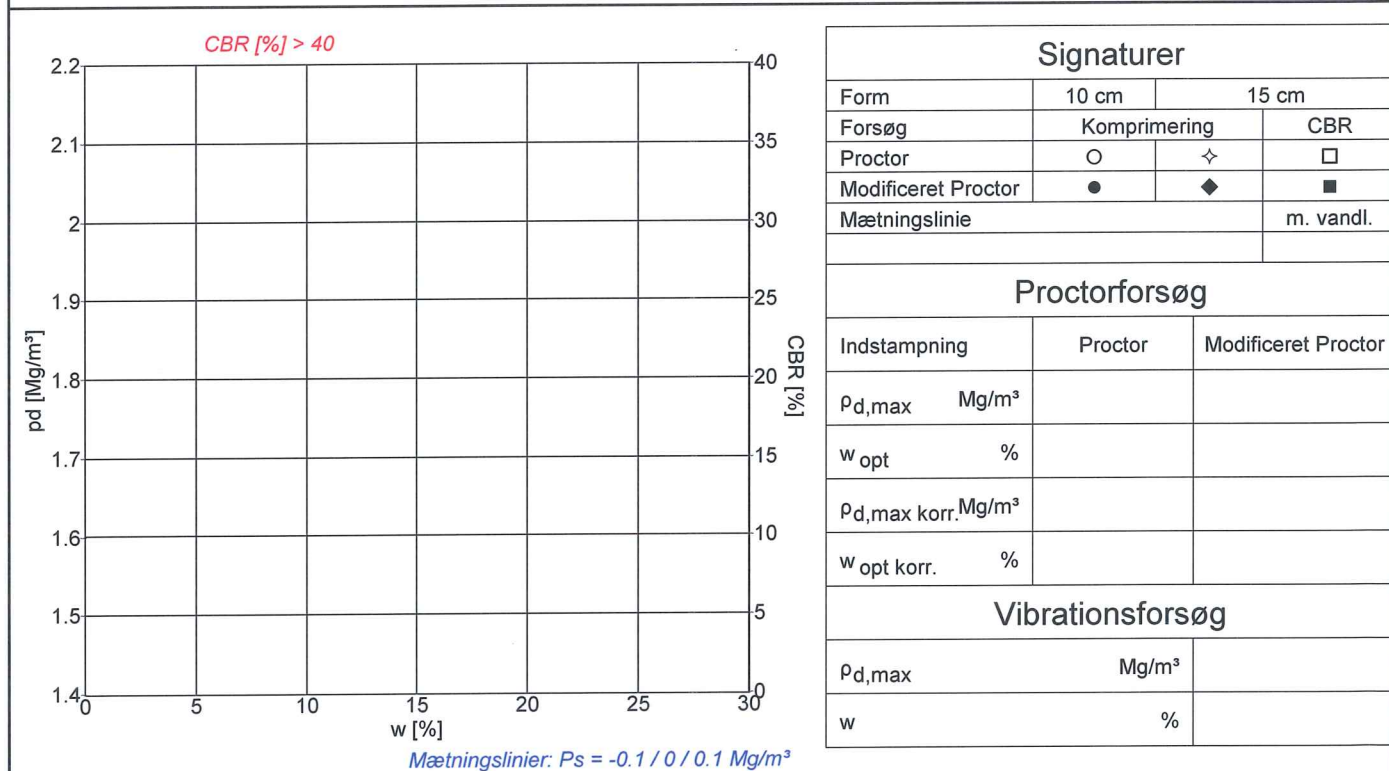
Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S	Station / Boring	Mrk.:LS 15
Sted: Løngstrup	Laboratoriet	Dybde / Kote	Lab. nr.: 98
Udt. d.: 31-10-2018	Modt. d.: 06-11-2018	Tegn.: Inaman	Godk. 26/11-18
		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _p			Plasticitetsindeks I _p	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.3 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

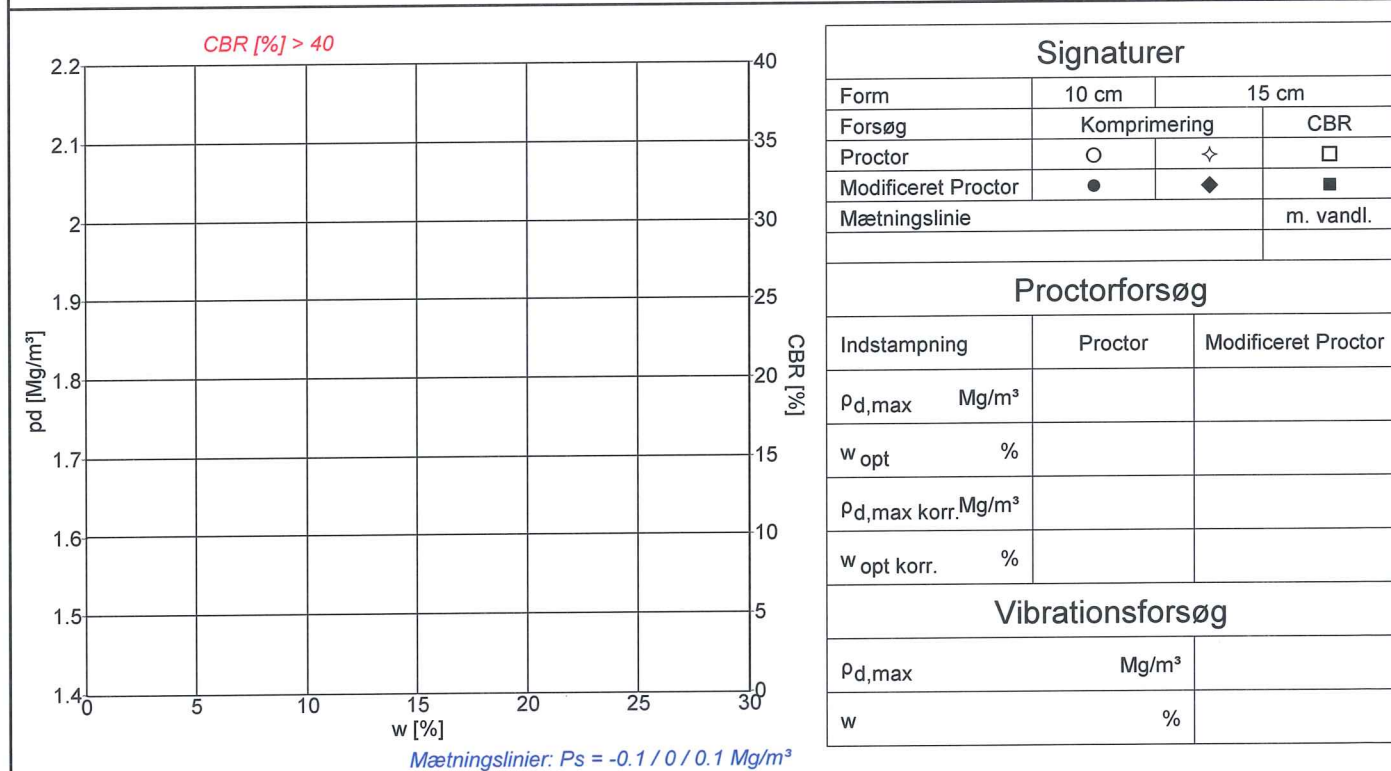
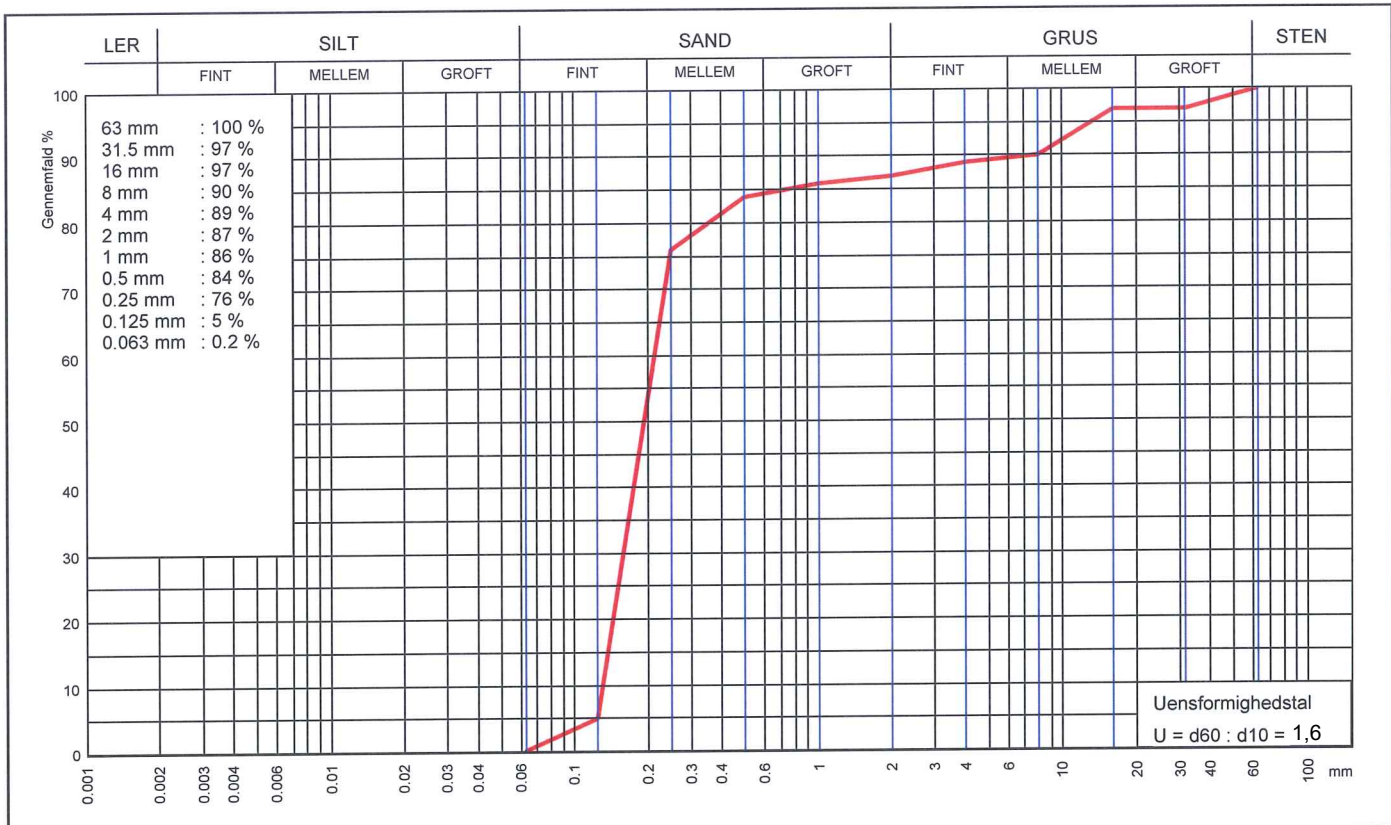
Prøvebeskrivelse: SAND					
Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S Laboratoriet			Station / Boring	Mrk.:LS 16
Sted: Lønstrup				Dybde / Kote	Lab. nr.: 99
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 12-10-2018	Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s	Mg/m ³		Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%		Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.4 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%		d ₅₀	0,19
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S	Station / Boring	Mrk.:LS 17
Sted: Lønstrup	Laboratoriet	Dybde / Kote	Lab. nr.: 100
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Sag nr.: K5328
		Godk. 14/12-18	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.2 %	Frasigtet > 16 mm	s	3 %	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _p			Plasticitetsindeks I _p	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.4 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%	%	d ₅₀	0,2
Sandækivalent (0-4mm) SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: Lønstrup

Udt. d.: 31-10-2018

Modt. d.: 06-11-2018



NCC Industry A/S
Laboratoriet

Tegn.: Inaman

Godk. 11/12-18

Station / Boring

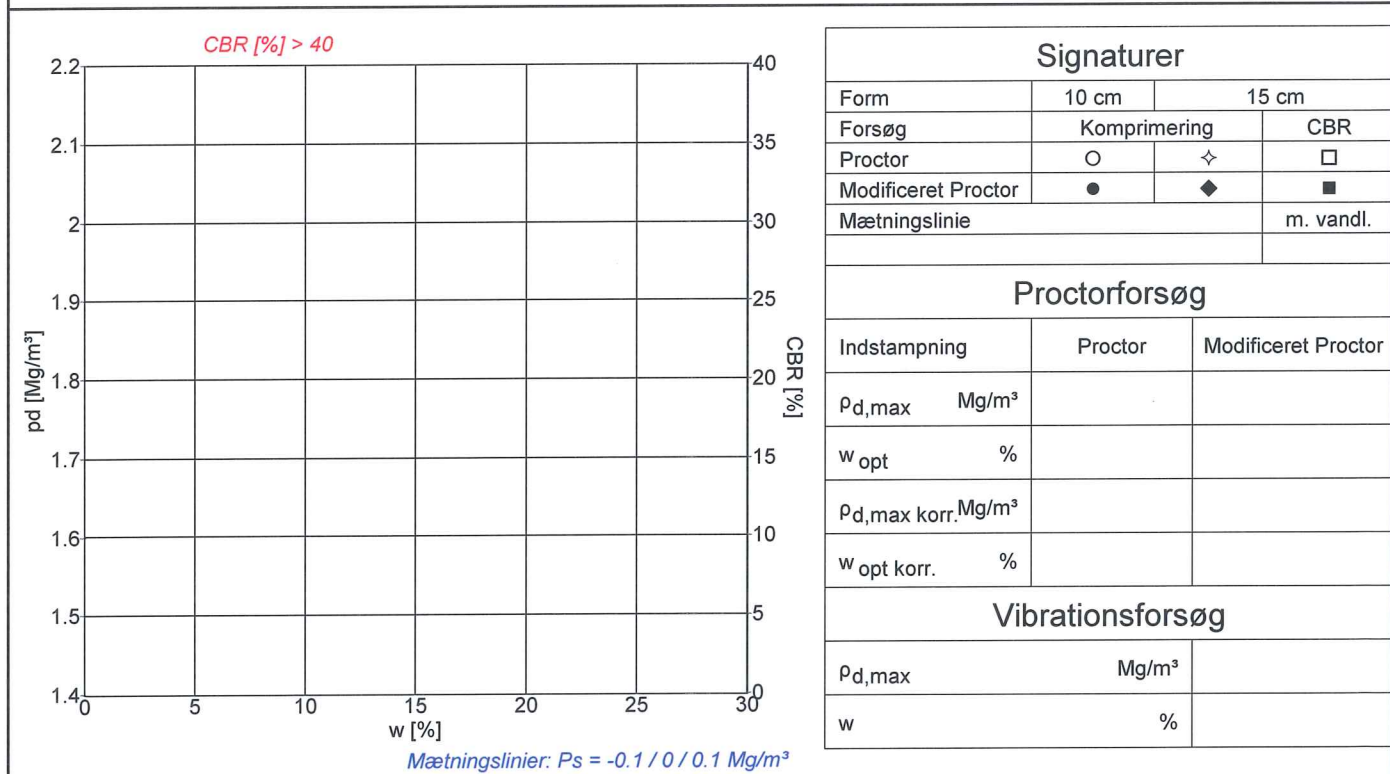
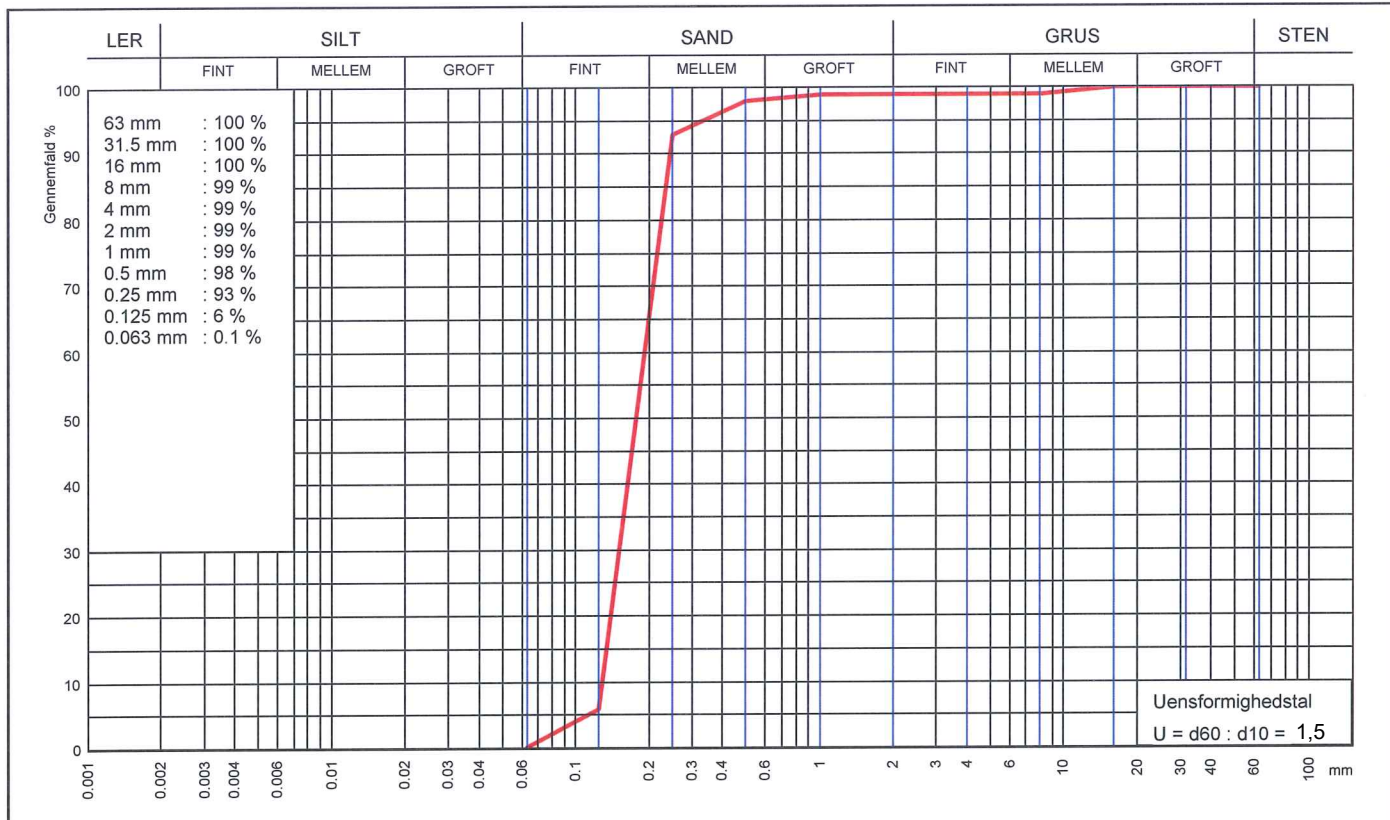
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: LS 18

Lab. nr.: 101

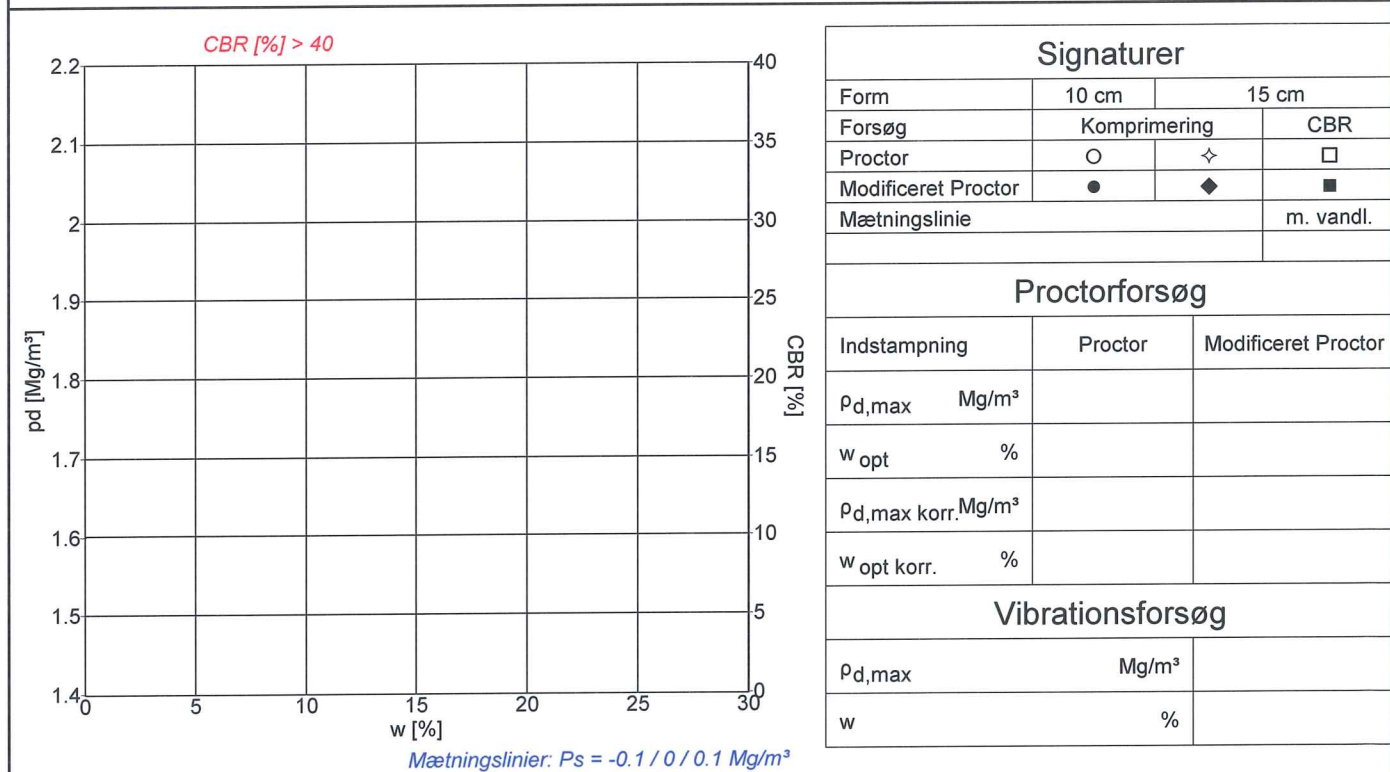
Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.3 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d ₅₀	0,19
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

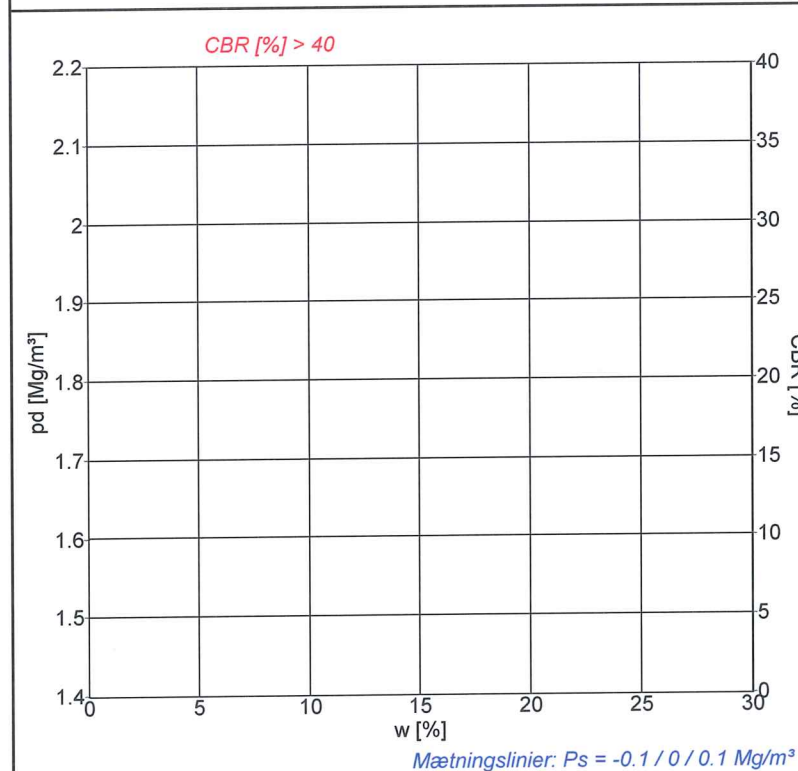
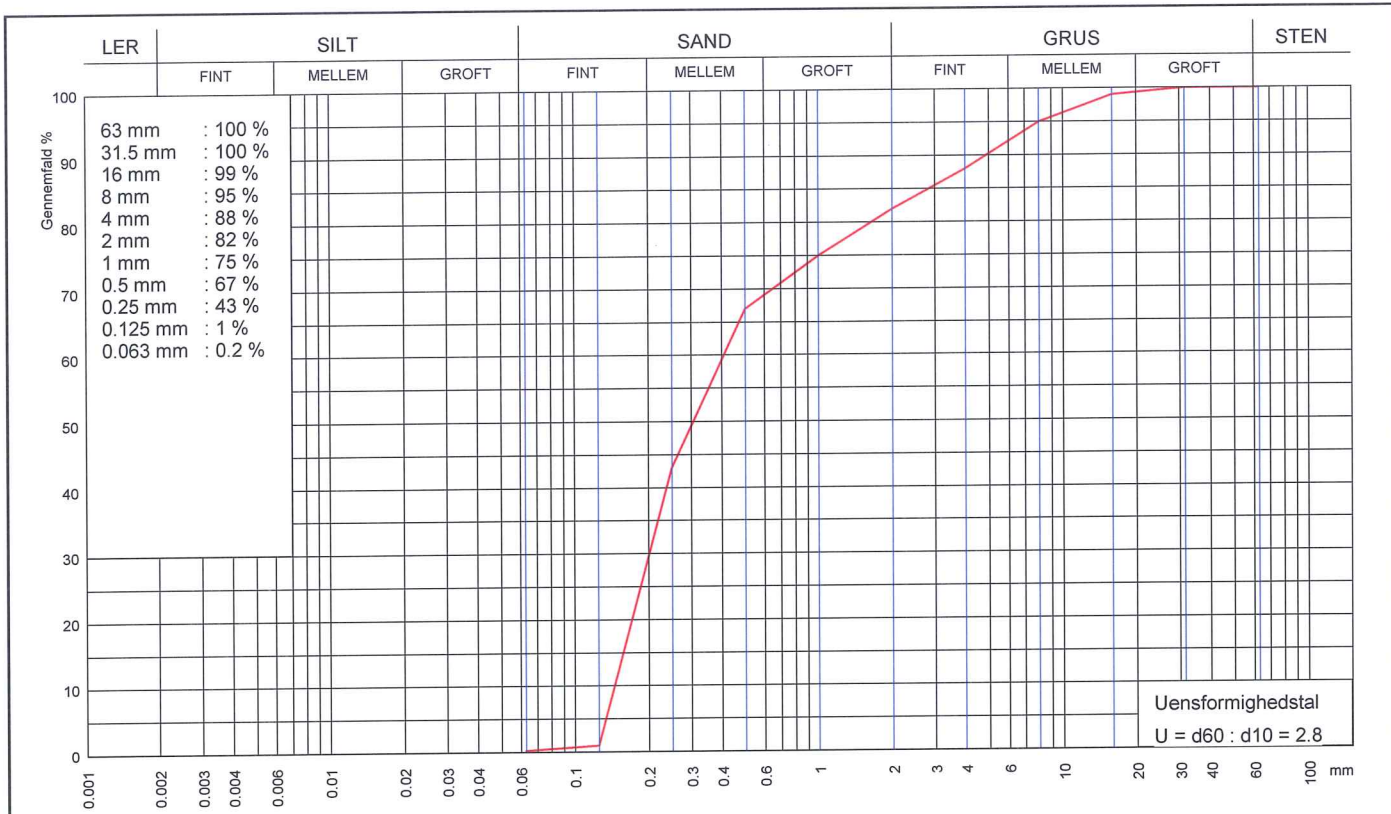
Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S Laboratoriet	Station / Boring	Mrk.:LS 19
Sted: Lønstrup		Dybde / Kote	Lab. nr.: 102
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 11/12-18
		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Gennemfald 0.063 mm	0.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _p			Plasticitetsindeks I _p	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s		Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka		%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.3 %	Glødetab reduceret gl _{red}		%	d50	0,19
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}		%		

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON	NCC Industry A/S Laboratoriet	Station / Boring	Mrk.:LS 20
Sted: Løngstrup		Dybde / Kote	Lab. nr.: 103
Udt. d.: 12-10-2018	Modt. d.: 31-10-2018	Tegn.: Inaman	Godk.: 14/12-18
		Sag nr.: K5328	Bilag/side nr.:



Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modificeret Proctor	●	◆
Mætningslinje	m. vandl.	

Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modificeret Proctor
Pd,max Mg/m³		
w opt %		
Pd,max korr. Mg/m³		
w opt korr. %		

Vibrationsforsøg		
Pd,max	Mg/m³	
w	%	

Gennemfald 0.063 mm	0.2 %	Frasigtet > 16 mm	s	1 %	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L		Plasticitetsgrænse w _P			Plasticitetsindeks I _P	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s	Mg/m³		Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%		Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.3 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%		d50	0,33
Sandækvivalent (0-4mm) SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: Lønstrup

Udt. d.: 31-10-2018

Modt. d.: 06-11-2018

NCC NCC Industry A/S
Laboratoriet

Tegn.: Inaman

Godk. 21/11-18

Station / Boring

Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: LS 21

Lab. nr.: 104

Bilag/side nr.:

BILAG 9

ARTSBESKRIVELSE MARINE
FORHOLD, FISK



9.1 Indledning

I dette notat beskrives de fiskearter, der er vurderet at være mest relevante ift. kystbeskyttelsesprojekterne langs strækningerne Lodbjerg - Nymindegab, Blåvand, Lønstrup og Skagen. Der er udarbejdet et baggrundsdokument for alle strækninger, da fiskefaunaen er stort set den samme.

Derudover er udbredelsen for arterne beskrevet, samt deres ynglebiologi og primære føde.

For hver art er der kort redegjort for følsomheden overfor de direkte miljøbelastninger sandfodring kan have på fiskene. Der er således beskrevet følsomheden overfor sedimentspredning, både forøgede sedimentkoncentrationer og sedimentation, samt følsomhed overfor tilstedeværelsen af skibe (undervandsstøj). Der er kun beskrevet følsomhed for de livsstadier af hver art, der vurderes at kunne forekomme i langs strækningen, hvor der sandfodres indenfor seks til otte meters dybdekurven.

9.2

Atlantisk laks

Navn: Atlantisk laks (*Salmo salar*)

Type: Pelagisk i adult fase; pelagisk, også demersal og bentisk i juvenile faser, anadrom

Listeart: Rødlistet, Bilag II+V.²³

9.2.1

Bestandsudbredelse

Atlantisk laks er vidt udbredt i lande grænsende op til Nordatlanten, med talrige genetisk unikke stammer beskrevet indenfor enkelte områder. Gydebestande med relevans for undersøgelsesstrækningen findes i Storå, Skjern å, Varde å, Sneum å, Kongeå, Ribe å, Brede å og Vidå²⁴. I Danmark er arten underlagt omfattende udsætninger i vandløbene, med det formål at styrke bestandene. Det vides med rimelig sikkerhed, at laksen har haft unikke gydebestande i Storå, Skjern Å, Varde Å, Sneum Å, Kongeå, og Ribe Å, og muligvis har der også været unikke bestande i Brede Å og Vidå²⁵. Det vurderes på grundlag af genetiske undersøgelser, at oprindelige unikke bestande stadig er repræsenteret i Skjern Å, Varde Å, Ribe Å og Storå, og i de resterende vandløb sættes der i dag kun laks ud med vestjysk oprindelse. I hvert af de vandløb, hvor der stadig findes oprindelige laksebestande bliver størrelsen af laksebestandene undersøgt hvert andet eller tredje år. For de øvrige laksevandløb, Sneum Å, Kongeå, Brede Å og Vidå, hvor der ikke længere er oprindelige bestande, bliver lakseopgangens størrelse vurderet ud fra tal om udsætninger og erfaringstal. Laksefangsterne i de danske laksevandløb har efter storstilede indsatser været inde i en meget positiv udvikling gennem de sidste ti år. De mest betydningsfulde årsager er optimering af avls- og udsætningsarbejdet, omfattende fiskerireguleringer i fjordene og Vadehavet, samt at der i flere af vandløbene er sket omfattende habitatforbedringer²⁶. Lystfiskeriet på laks har stor værdi for samfundet. F.eks. er det beregnet at laksefiskeriet bare i Skjern Å skaber et lokaløkonomisk forbrug på 14,6 mio. kr. om året og en årlig værditilvækst på 6,8 mio. kr.²⁷. Ud over den nuværende økonomiske betydning af laksefiskeriet i Skjern Å er det økonomiske potentiale i fiskeriet også undersøgt. Beregninger viser, at der er en direkte sammenhæng mellem antallet af laks i Skjern Å og den lokaløkonomiske værdi. Det vil sige, at jo flere laks i bestanden, jo højere lokaløkonomisk værdi giver det²⁸.

Den atlantiske laks optræder langs strækningen som voksen og juvenil. Arten er anadrom, hvilket betyder at æg gydes i ferskvand, mens opvækst og fødesøgning primært foregår i havet. For danske bestande sker gydning i oktober-februar; typisk med maksimum i december. Havmigrerende juvenile (smolt) trækker ud af vandløbene efter 1-4 år. Denne udvandring sker typisk i forårsmånederne marts-maj, men strækker sig over store dele af året. Internationale studier viser betydelige udtræk både i foråret og i efteråret, og styrken af efterårs-udtræk undersøges pt. for danske laks²⁹. Fri passage mellem gydepladser og hav er et krav. De juvenile laks har et kort vindue, på 2-4 uger, hvor de tilpasses saltvand (smoltifikation). Når de ikke havet inden for dette vindue kan de gå til grunde³⁰.

²³ Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

²⁴ <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

²⁵ Koed, A., Sivebæk, F. & Nielsen, E.E. (2017). Status for laksen og dens forvaltning i Danmark 2017. DTU Aqua-rapport nr. 322-2017. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 49 pp.

²⁶ Koed, A., Sivebæk, F. & Nielsen, E.E. (2017). Status for laksen og dens forvaltning i Danmark 2017. DTU Aqua-rapport nr. 322-2017. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 49 pp.

²⁷ Koed, A., Sivebæk, F. & Nielsen, E.E. (2017). Status for laksen og dens forvaltning i Danmark 2017. DTU Aqua-rapport nr. 322-2017. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 49 pp.

²⁸ Koed, A., Sivebæk, F. & Nielsen, E.E. (2017). Status for laksen og dens forvaltning i Danmark 2017. DTU Aqua-rapport nr. 322-2017. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 49 pp.

²⁹ www.denstorelakseundersogelse.dk

³⁰ Fiskepleje.dk, 2019, <https://www.fiskepleje.dk/Fiskebiologi/oerred/smolt/smoltifikation#Smolt-vinduet>

Juvenile fisk der er trukket til havs (post-smolt) migrerer til fødeområder i Nordatlanten (udenfor undersøgelsesområdet)³¹. Der er ikke viden om danske post-smolts vandringsadfærd, men udenlandske undersøgelser viser, at udtræk mod Nord foregår målrettet og hurtigt³².

Efter 1½ til fire år i havet vender laksen tilbage til gydepladserne i vandløbet, hvor den blev klækket eller udsat. Gydemodne laks trækker fra hav til gydepladserne i ferskvand. Opgang fra hav til vandløb foregår i alle årets måneder, men med hoved-optræk i forår-sommer (marts-august). Store laks migrerer generelt tidligere på året end mindre laks. Vandløbets vandføring har stor betydning for opgangstidspunktet, som dermed kan variere meget for de enkelte år, alt efter nedbørsforhold. Efter opgangen opholder laksene sig i vandløbet indtil gydning, som i visse tilfælde kan foregå et helt år efter opgang. Efter gydning migrerer en del laks tilbage ud i havet, for at vende tilbage igen som gengangs-gydere ('gengangere'), enten i samme kalenderår, eller efter flere år i havet. Fri passage mellem hav og gydepladser er et krav³³.

Laksens fødevalg afhænger af livsstadie, og er primært bestående af plankton og invertebrater i de yngre livsstadier. Jo større fisken bliver, består mere en større andel af føden af krebsdyr og mindre fisk. Byttefisk er primært pelagiske arter, men inkluderer også bundlevende arter, såsom tobiser³⁴.

Livsstadium				
Strækning	Æg	Strækning	Æg	Strækning
Skagen	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Lønstrup	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Agger Tange – 1	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Harboøre Tange – 2	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Trans – Thorsminde – 4	Ikke relevant	+	Ikke relevant	+ (Thorsminde udløb)
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	Ikke relevant	+	Ikke relevant	+ (Thorsminde udløb)
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	Ikke relevant	(+)	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Ndr. Holmsland Tange – 7	Ikke relevant	+	Ikke relevant	+ (Hvide Sande udløb)
Sdr. Holmsland Tange – 8	Ikke relevant	+	Ikke relevant	+ (Hvide Sande udløb)

³¹ <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

³² Mork, K. A., Gilbey, J., Hansen, L. P., Jensen, A. J., Jacobsen, J. A., Holm, M., Holst, J. C., O' Maoileidigh, N., Vikebø, F., McGinnity, P., Melle, W., Thomas, K., Verspoor, E., and Wennevik, V. 2012. Modelling the migration of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Northeast Atlantic. – ICES Journal of Marine Science, 69: 1616–1624.

³³ <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

³⁴ DTU, 2018, Fiskepleje <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

Livsstadium				
Strækning	Æg	Strækning	Æg	Strækning
Blåvand	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)

Tabel 0-1. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af Atlantisk laks på strækningerne.

9.2.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Effekter af sedimentbelastning, som udtrykkes som koncentration af suspenderet stof (SSC), er primært undersøgt i laksens ferskvandshabitater og for andre arter laksefisk, og specifik viden om effekter af marine sedimenter er ikke dokumenteret. Sedimentniveauer >15-20 mg/L udløser undvigeadfærd hos en række laksearter fra Stillehavet³⁵ og niveauer af > 15-25 mg/L anses for tærskelværdi for, hvornår laksefisk påvirkes negativt af suspenderet sediment³⁶. Newcombe og Jensen har gennemført et omfattende litteraturstudie³⁷ og har vurderet, at laks er blandt de mest følsomme arter ift. øgede sedimentkoncentrationer. Newcombe har sammenstillet ældre undersøgelser, til en modelleret matrice, der viser påvirkninger af voksne laks. Matricen er for adfærdsmæssige reaktioner baseret på resultater fra Noggle 1978 (læst i Newcombe og Jensen 1996) og Updegraff and Sykora, 1976³⁸ på coho laks (syn. Sølv laks, *Oncorhynchus kisutch*). Matricerne viser, at der forekommer en flugtreaktion ved 7 mg/l, når laksen udsættes for denne koncentration i én time. Newcombe et al. har i 1996 derudover udarbejdet en matrice for juvenile laks, der først angiver en undvigereaktion ved 20 mg/l (1 times varighed). Ved en nærmere gennemgang af baggrundslitteraturen og med fokus på at fastsætte en grænseværdi på adfærd hos juvenile laks, dvs. smolt, kan der argumenteres for at 20 mg/l vil være en realistisk grænseværdi for, hvornår det må antages, at laksesmolt vil undvige sedimentfaner. Vurderingen er baseret på en nyere undersøgelse, der er foretaget på atlantisk laks (*Salmo salar*), dvs. den art, der forekommer langs Vestkysten. Forsøgene med atlantisk laks, der er foretaget af Robertson og Clarke i 2007³⁹, viser at juvenile laks først udviste signifikant undvigeadfærd ved 60 mg/l. Dog sås de første reaktioner ved 20 mg/l.

DTU Aqua har imidlertid vurderet at grænseværdien samlet skal være 10 mg/l inklusive baggrundskoncentration⁴⁰ med den begrundelse at den faktiske grænse for, hvornår en sedimentfane ikke vil påvirke atlantisk laks, ikke kendes, men vurderes at ligge et sted mellem 0 og 20 mg/l. Derfor anvendes en tolerancetærskel for laksesmolt på 10 mg/l SSC inklusive baggrundskoncentration i den videre vurdering.

³⁵ Birtwell IK (1999) The effects of sediment on fish and their habitat. Department of Fisheries and Oceans Canada, Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 99/139, ISSN 1480-4883, Ottawa, Canada, pp 34

³⁶ Araujo, HA, et al. 2015, Modeling population responses of Chinook and coho salmon to suspended sediment using a life history approach. Theoretical Population Biology, Volume 103, pp. 71-83.

³⁷ Newcombe, Charles P. & Jensen, Jorgen O.T. (1996) Channel Suspended Sediment and Fisheries: A Synthesis for Quantitative Assessment of Risk and Impact, North American Journal of Fisheries Management, 16:4, 693-727, DOI: 10.1577/1548-8675(1996)016

³⁸ Updegraff, K. F. and J. L. Sykora, 1976. Avoidance of lime neutralized iron hydroxide solution by coho salmon in laboratory. Environmental Sciences and Technology, 10:51-54

³⁹ Robertson, M. J., and Clarke, K. D., 2007, Seasonal Effects of Suspended Sediment on the Behaviour of Juvenile Atlantic Salmon

⁴⁰ DTU-Aqua, 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 18. december, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

9.2.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Laksens hørelse er begrænset til frekvenser under ca. 380 Hz, og over ca. 150 Hz er sensitiviteten lav⁴¹. Juvenile laks udviser undvigeadfærd ved lavfrekvente lyde⁴². Laks klassificeres som havende lav følsomhed for støj⁴³.

9.2.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af atlantisk laks er middel til begrænset. Vurderingen begrundes i manglende viden om fordeling, migrationsadfærd og fouragering i de specifikke kystnære områder. Vidensgrundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der er væsentlige virkninger på atlantisk laks med hensyn til undervandsstøj. Vidensgrundlaget for påvirkninger fra SSC er ikke tilstrækkeligt specifikt for laks, og vurderingen foretages derfor på baggrund af en antaget grænse for SSC på 10 mg/l, som er fastlagt af DTU Aqua⁴⁴ af hensyn til forsigtighedsprincippet for habitatarter.

⁴¹ Knudsen FR, Enger S, & Sand O. (1992) Awareness reactions and avoidance responses to sound in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Biology* 40,523-534.

⁴² Knudsen FR, Enger S, & Sand O. (1992) Awareness reactions and avoidance responses to sound in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Biology* 40,523-534.

⁴³ (Nedwell 2004) Nedwell, J.R., Edwards B., Turnpenny A.W.H., and Gordon J. "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustech, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

⁴⁴ DTU-Aqua, 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 18. december, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

9.3

Havlampret

Navn: Havlampret (*Petromyzon marinus*)

Type: Demersal, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag II⁴⁵

9.3.1

Bestandsudbredelse

Havlamprettens udbredelse er generelt dårligt beskrevet men arten forekommer i store dele af Nordeuropa. Havlampret gyder i ferskvand og vokser op i havet. I havet er havlampretten både pelagisk og bentisk på dybder op til 200 meter, men ellers er viden om den marine udbredelse udelukkende baseret på sporadiske fangster. Havlampret er primært forekommende i kystnære områder, men udbredelsen dækker et meget bredt habitatområde, inklusive det åbne hav⁴⁶. Havlampret lever parasitisk på hvirveldyr. Under marine forhold er byttet ofte torskefisk, men kan også være bruskfisk og pattedyr. Havlampretten dræber ikke sin vært. Gydeindvandring fra havet sker stort set året rundt (marts til december) med hovedopgang i april-maj måned^{47 48 49}. I Danmark sker selve gydningen formentlig fra april til juli (maksimum gydning sandsynligvis i juni-juli)⁵⁰. Efter gydningen dør lampretterne. Havlamprets gydesteder er primært udbredt i de vest- og nordjyske vandløb, hvor den er fundet i 26 vandsystemer, herunder i Uggerby å, Liver å, Storå, Skjern å, Ribe å, Varde å, Kongeå, Sneum å, Tim å⁵¹. Fri passage mellem gydeområder i ferskvand og opvækstområder i havet er et krav. Udvandring af juvenile til havet sker efter 3-8 år i vandløbet; antageligt primært i efterår-vinter⁵². Dog viser et studie fra Rhinen at udtræk forekommer året rundt; primært om foråret (marts-maj), og i mindre grad i efterår-vinter⁵³. Dermed gør de tidsligt vidt udbredte migrationsmønstre det svært at finde tidsspecifikke afværgetiltag ved migrationsbarrierer, der tillader tilstrækkelig naturlig vandringsadfærd for bestanden som helhed⁵⁴. Habitatkrav og migration af juvenile i havet er dårligt beskrevet. Ynglen vandrer om efteråret ud i saltvand. Juvenile har bentisk levevis i havet.

I habitatområder med lampretter er de en del af udpegningsgrundlaget. Her skal myndighederne derfor være opmærksom på gunstige levebetingelser. Havlampretten indgår i udpegningsgrundlaget i 19 danske habitatområder (Natura 2000). Havlampretten forekommer i en lang række nordatlantiske lande og er rødlistet af IUCN. Arten er kun sporadisk registreret, og antal observationer viser sammenhæng med gydevandløbs størrelse. De større danske vandsystemer forventes derfor at bidrage forholdsvis mest til bestanden. Havlampret har sandsynligvis ugunstig bevaringsstatus i Danmark, uden at det dog kan konkluderes endeligt, hverken nationalt eller lokalt.

⁴⁵ Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

⁴⁶ Olesen TM, Carl H, Aarestrup K (2009) Havlampret (*Petromyzon marinus* Linnaeus 1758) i danske vandløb 1869-2009. Flora og Fauna 115(2-3): 45-60.

⁴⁷ Guo, Z, D. Andreou & J. R. Britton (2017) Sea Lamprey *Petromyzon marinus* Biology and Management Across Their Native and Invasive Ranges: Promoting Conservation by Knowledge Transfer, Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 25:1, 84-99, DOI: 10.1080/23308249.2016.1233166

⁴⁸ M. & J. Freyhof (2007) Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp

⁴⁹ Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, s. 73-83.

⁵⁰ Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, s. 73-83.

⁵¹ Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, s. 73-83.

⁵² Olesen TM, Carl H, Aarestrup K (2009) Havlampret (*Petromyzon marinus* Linnaeus 1758) i danske vandløb 1869-2009. Flora og Fauna 115(2-3): 45-60.

⁵³ Baer, J, Hartmann, F, & Brinker, A (2018) Abiotic triggers for sea and river lamprey spawning migration and juvenile outmigration in the River Rhine, Germany. ECOLOGY OF FRESHWATER FISH. 27: 988-998.

⁵⁴ Baer, J, Hartmann, F, & Brinker, A (2018) Abiotic triggers for sea and river lamprey spawning migration and juvenile outmigration in the River Rhine, Germany. ECOLOGY OF FRESHWATER FISH. 27: 988-998.

Årsagen er mangel på undersøgelser af arten (med få, uregelmæssige og spredte registreringer), ligesom der ikke er udarbejdet konkrete kriterier til at vurdere artens bevaringsstatus.⁵⁵

Livsstadium				
Strækning	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Lønstrup	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Agger Tange – 1	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Harboøre Tange – 2	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Trans – Thorsminde – 4	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+
Blåvand	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	+	+

Tabel 0-2. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af havlampret på hovedstrækningerne.

9.3.2

Følsomhed overfor sedimentbelastning

Der findes ingen dokumentation for havlampretens adfærd og respons på sedimentbelastning. Sedimentbelastning kunne forstyrre og forsinke voksne fisk under vandring fra havet til gydepladser i ferskvand i maj-juni, samt muligvis forstyrre yngel under udvandring til havet om efteråret. Gydnings foregår i vandløbet og æggene påvirkes således ikke af sandfodring. Havlampretten lever som juvenil nedgravet i vandløbsbunden og den er tilpasset til at grave. Forsøg med blinde voksne havlampretter viser at de migrerer op i vandløb i samme rate som ikke-blinde individer⁵⁶, hvilket indikerer at dårlig sigt 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 fødevandløbet⁵⁷. På baggrund af ovenstående vurderes det at havlampret har lav følsomhed overfor sedimentation og forhøjede sedimentkoncentrationer.

⁵⁵ Olesen TM, Carl H, Aarestrup K (2009) Havlampret (*Petromyzon marinus* Linnaeus 1758) i danske vandløb 1869-2009. Flora og Fauna 115(2-3): 45-60.

⁵⁶ 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

⁵⁷ 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

9.3.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Der findes begrænset dokumentation for havlamprets adfærd og respons på generel støj, men undvigeadfærd er indirekte indikeret ved lavfrekvente lyde (150-180Hz)⁵⁸. Der er dog ingen tegn på, at støj påvirker migrationsadfærden hos voksne havlampretter⁵⁹. Støjbelastning kan muligvis forstyrre og forsinke voksne fisk under vandring fra havet til gydepladser i ferskvand i maj-juni, samt under tilbagemigration til havet. Yderligere kunne støjbelastning forstyrre yngel under udvandring til havet om efteråret. Støj kunne påvirke voksne og juveniles fødesøgning via byttedyrs eventuelle undvigeadfærd.

9.3.4 Vurdering af viden og data:

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af havlampret er middel til begrænset. Vurderingen begrundes i manglende viden om migrationsadfærd og fouragering i de berørte kystnære områder for både juvenile og adulte fisk. Vidensgrundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der er væsentlige virkninger på havlampret.

⁵⁸ Klingler, G., and K. Mullett. 2001. Using sound to guide lampreys: pilot study results. U.S. Fish and Wildlife Service, Marquette, Michigan.

⁵⁹ Miehl, SM, Johnson, NS, Hrodey, PJ (2017) Test of a Nonphysical Barrier Consisting of Light, Sound, and Bubble Screen to Block Upstream Movement of Sea Lampreys in an Experimental Raceway. NORTH AMERICAN JOURNAL OF FISHERIES MANAGEMENT 37: 660-666 DOI: 10.1080/02755947.2017.1308892

9.4

Stavsild

Navn: Stavsild (*Alosa fallax*)

Type: pelagisk-neritisk, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag II og V⁶⁰

9.4.1

Bestandsudbredelse

Stavsild er en sildefisk der lever som stime- og vandrefisk i både kystnære farvande og brakvand, hvor den søger føde. Stavsilden yngler i brakvandsområder og større floders nedre løb over sand eller grusbund. Danske forekomster registreres sporadisk, primært som bifangster og i det rekreative fiskeri og primært i Vestjylland. Stavsild er en stimefisk i kystnære havområder, hvor dens føde er plankton og småfisk. I maj-juni vandrer de kønsmodne stavsild op i større brakke fjorde og vandløb, hvor de gyder⁶¹.

Internationale studier har dokumenteret at arten har hjeminstinkt ('homing'), og altså vender tilbage til sit oprindelsesvandløb for at gyde⁶². Stavsild bliver gydemodne omkring 4-6-årsalderen og gyder flere gange i løbet af livet. Vandringen er afhængig af, at vandtemperaturen når 10-12 grader og foregår for nordlige bestande i maj-juni⁶³ ⁶⁴. Der er ikke kendskab til specifikke danske gydepladser, og det er ikke med sikkerhed påvist at arten reelt yngler i danske vandløb⁶⁵. Stavsild træffes dog relativt hyppigt i vore farvande, og et studie viste, at stavsild fanget i gydetiden i Ringkøbing Fjord, Nisum Fjord og Vadehavet var enten gydemodne eller netop udgydte, hvilket indikerer at gydning foregår i danske farvande⁶⁶. 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 gydemoden⁶⁷. Der er flere registreringer af stavsild fanget med garn nord for Hirtshals i forbindelse med Nøglefiskerprojektet 2010⁶⁸, samt lystfiskerfangster i Hirtshals Havn⁶⁹. Fri passage mellem gydeområder i ferskvand og opvækstområder i havet er et krav. Ynglen vandrer om efteråret ud i saltvand. Habitatkrav og migration af juvenile er dårligt beskrevet. Kottelat & Freyhof angiver at juvenile er mere kystbundne end adulte fisk⁷⁰. Stavsildens føde er plankton, hesterejer, mysis og småfisk⁷¹.

⁶⁰ Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

⁶¹ Carl, H. & Møller, P.R., 2012, Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

⁶² Jolly, MT, et al., 2012, Population genetic structure of protected allis shad (*Alosa alosa*) and twaite shad (*Alosa fallax*) MARINE BIOLOGY 159: 675-687.

⁶³ Aprahamian, Miran W., et al., 2003, Biology, status, and conservation of the anadromous Atlantic twaite shad *Alosa fallax fallax*. American Fisheries Society Symposium 35: 103-124.

⁶⁴ Claridge, P. N., and D. C. Gardner, 1978, "Growth and movements of the twaite shad, *Alosa fallax* (Lacépède), in the Severn Estuary." Journal of Fish Biology

⁶⁵ Carl, H. & Møller, P.R., 2012, Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

⁶⁶ 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.

⁶⁷ Møller, P. R., 2019, Pers. Kom.

⁶⁸ Støttrup, J.G., et al., 2012, Registrering af fangster i de danske kystområder med standardredskaber, Nøglefiskerreporten for årene 2008-2010 DTU Aqua-rapport nr. 252-2012.

⁶⁹ Fugleognatur.dk, besøgt 20. marts 2019, <https://www.fugleognatur.dk/art2.aspx?mode=obs&id=4763>

⁷⁰ Kottelat, M. and J. Freyhof, 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.

⁷¹ Claridge, P. N., and D. C. Gardner., 1978, "Growth and movements of the twaite shad, *Alosa fallax* (Lacépède), in the Severn Estuary." Journal of Fish Biology 12.3 203-211.

Strækning	Æg	Livsstadium		
		IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Lønstrup	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Agger Tange – 1	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Limfjord
Harboøre Tange – 2	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Nisum Fjord
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Nisum Fjord
Trans – Thorsminde – 4	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord
Ndr. Holmsland Tange – 7	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord
Sdr. Holmsland Tange – 8	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord
Blåvand	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	(+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord & Vadehavet

Tabel 0-3. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af stavsild på hovedstrækningerne.

9.4.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Der findes ingen dokumentation for stavsildens adfærd og respons på sedimentbelastning. Sedimentbelastning kunne forstyrre og forsinke voksne fisk under vandring fra havet til gydepladser i ferskvand i maj-juni, samt under tilbagemigration til havet..

Flere steder i stavsildens udbredelsesområde i langs de vesteuropæiske kyster ser man stavsild trække gennem tidevandszoner i flodmundinger med høj turbiditet, som f.eks. i Severn hvor SSC værdier op til 50 g/l observeres ved flodmundingen under lavvande^{72 73}.

Stavsildens hjeminstinkt gør, at bestande af arten er i stand til at tilpasse sig lokale forhold. Det er dog ikke undersøgt om lokale bestande, der ikke er tilpasset til høje koncentrationer af SSC også vil vandre gennem sedimentfaner med høj SSC, hvis det skulle forekomme i deres lokale udbredelsesområde. DTU Aqua vurderer at vidensniveauet for stavsild ikke er tilstrækkeligt til at kunne vurdere den præcise betydningen af overskridelse af SSC samt varigheden af en overskridelse på de lokale bestande af stavsild langs strækningen for sandfodring⁷⁴. DTU Aqua vurderer samtidig at tærskelværdien for SSC på 10 mg/l inklusive baggrundskoncentration for sild ikke kan overføres direkte til stavsild, da arterne har væsentlige forskelle i gydeadfærd og valg af habitater for gydeområder. Sild er tilpasset det marine miljø med lavere SSC end stavsild, som vandrer fra havet til ferskvand gennem områder med høj SSC. Der kan derfor argumenteres for at stavsilds tolerance for SSC er højere end hos sild, men dette er ikke dokumenteret gennem sedimentbelastningsstudier.

På grund af mangel på viden om stavsildens adfærd og respons på sedimentbelastning antages stavsilds følsomhed for SSC derfor at være høj ligesom hos sild og øvrige sildefisk, og

⁷² Aprahamian, MW. 1988. The biology of the twaite shad, *Alosa fallax fallax* (Lacépède), in the Severn Estuary. Journal of Fish Biology, 33:141-152.

⁷³ Manning, AJ., Langston, WJ., Jonas PJC. A review of sediment dynamics in the Severn Estuary: Influence of flocculation. Marine Pollution Bulletin, 61:37-51.

⁷⁴ DTU-Aqua, 23. maj 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 21. april, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

tærskelværdien antages at være sammenlignelig med den vurderede værdi på 10 mg/l inklusive baggrundskoncentration for sild og øvrige sildefisk, se afsnit 9.10. Antagelserne vurderes at være forenelig med forsigtighedsprincippet for vurderinger for habitatarter.

9.4.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Der findes ingen dokumentation for stavsildens adfærd og respons på støj. Støjbelastning kan forstyrre og forsinke voksne fisk under vandring fra havet til gydepladser i ferskvand i maj-juni, samt under tilbagemigration til havet. Yderligere kan støjbelastning forstyrre yngel under udvandring til havet om efteråret. Fisk i slægten *Alosinae*, hvilket omfatter stavsild kan høre lyde op til 100 Hz⁷⁵. Clupeider⁷⁶, såvel som arter fra slægten *Alosa*⁷⁷ vurderes derfor at have høj følsomhed overfor støj.

9.4.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af Stavsild er begrænset. Vurderingen begrundes i manglende viden om migrationsadfærd og fouragering i de berørte kystnære områder for både juvenile og adulte fisk. Vidensgrundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der er væsentlige virkninger på stavsild med hensyn til undervandsstøj. Vidensgrundlaget for påvirkninger fra SSC er ikke tilstrækkeligt specifikt for stavsild, og vurderingen foretages derfor på baggrund af en antaget grænse for SSC på 10 mg/l, som er fastlagt af DTU Aqua⁷⁸ af hensyn til forsigtighedsprincippet for habitatarter.

⁷⁵ FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

⁷⁶ Nedwel JR, Edwards B, Turnpenny AWH, Gordon J. Fish and Marine Mammal Audiograms: A summary of available information. Subacoustech Rep ref 534R0214. 2004;

⁷⁷ Mann, D.A., D.M. Higgs, W.N. Tavalga, M.J. Souza and A.N. Popper, 2001. Ultrasound detection by clupeiform fishes. J. Acoust. Soc. Am. 109:3048-3054.

⁷⁸ DTU-Aqua, 23. maj 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 21. april, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

9.5

Majsild

Navn: Majsild (*Alosa alosa*)

Type: Pelagisk-neritisk, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag II og V⁷⁹

9.5.1

Bestandsudbredelse

Majsilden er en anadrom sildefisk, som er fåtalligt registreret i Danmark. Der er dårlig dokumentation af udbredelsen af majsild i danske farvande. Majsilden er kun registreret med nogle få individer i dansk farvand i de sidste 20 år og med nogle få usikre registreringer i Ribe Vesterå, Skals Å og Simested Å fra hhv. 1878 og 1879. Forveksling med den morfologisk lignende stavsild et potentielt problem for registreringer af arten. Majsild er en pelagisk stimefisk i kystnære havområder, hvor dens føde er plankton og småfisk for adulte fisk. I maj-juni vandrer de kønsmodne majsild op i større brakke estuarier og vandløb, hvor de gyder. Der er meget få registreringer af majsild fra danske farvande og det vides ikke om arten gyder i landet. Fri passage mellem gydeområder i ferskvand og opvækstområder i havet er et krav. Ynglen vandrer om efteråret ud i saltvand. Habitatkrav og migration af juvenile er dårligt beskrevet.⁸⁰ Det menes at juvenile er mere kystbundne end adulte fisk⁸¹. Majsildens føde er plankton og småfisk.⁸²

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Lønstrup	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Agger Tange – 1	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Harboøre Tange – 2	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Trans – Thorsminde – 4	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Ndr. Holmsland Tange – 7	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Sdr. Holmsland Tange – 8	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant
Blåvand	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant

Tabel 0-4. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af majsild på hovedstrækningerne.

⁷⁹ Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

⁸⁰ Carl, H. & Møller, P.R., 2012, Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

⁸¹ Kottelat, M. and J. Freyhof, 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.

⁸² Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

9.5.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Der findes ingen dokumentation for Majsildens adfærd og respons på sedimentbelastning. Sedimentbelastning kunne forstyrre og forsinke voksne fisk under vandring fra havet til gydepladser i ferskvand i maj-juni, samt muligvis forstyrre yngel under udvandring til havet om efteråret. Det formodes at majsild har høj følsomhed overfor sediment ligesom sild og øvrige sildefisk, se afsnit 9.10.

9.5.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Der findes ingen dokumentation for majsildens adfærd og respons på støj. Støjbelastning kunne forstyrre og forsinke voksne fisk under vandring fra havet til gydepladser i ferskvand i maj-juni, samt under tilbagemigration til havet. Yderligere kunne støjbelastning forstyrre yngel under udvandring til havet om efteråret. Fisk i slægten *Alosinae*, hvilket omfatter majsild kan høre lyde op til 100 Hz⁸³. Clupeider⁸⁴, såvel som arter fra slægten *Alosa*⁸⁵ vurderes at have høj følsomhed overfor støj.

9.5.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af majsild er begrænset. Vurderingen begrundes i manglende viden om migrationsadfærd og fouragering i de berørte kystnære områder for både juvenile og adulte fisk. Vidensgrundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der er væsentlige virkninger på majsild.

⁸³ FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

⁸⁴ Nedwell, J.R., et al. 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustech, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

⁸⁵ Mann, D.A., 2001, Ultrasound detection by clupeiform fishes. J. Acoust. Soc. Am. 109:3048-3054.

9.6 Europæisk ål

Navn: Europæisk ål (*Anguilla anguilla*)

Type: Demersal/bentisk i undersøgelsesområdet (pelagisk under gydemigration), katadrom

Listeart: Røddlistet, kritisk truet⁸⁶.

9.6.1 Bestandsudbredelse

Den europæiske ål er vidt udbredt og vokser op langs Atlanterhavets kyster og indlandsvande fra Nordafrika i syd til Rusland i nord (sjældent i Barentshavet og Hvidehavet) samt fra Azorerne mod vest til de østligste dele af Middelhavet (er fåtallig i Sortehavet)⁸⁷. Ålen er på IUCN's liste over rødlistede arter angivet som kritisk truet, hvilket er det højeste trussels-niveau. Det er dog stadig, med begrænsninger, tilladt at fange ål i Danmark. Ål fiskes med ruser, bundgarn og vod, og var førhen en af de økonomisk vigtigste fiskearter i Danmark. Siden 1950'erne er fangsten faldet i takt med dramatiske fald i bestandsstørrelsen, og som følge af fiskerireguleringer. Der findes kun én samlet gydebestand af arten. Udsætninger af glasål indfanget i Sydeuropa anvendes som bestandsophjælpningsværktøj. I Danmark er der således i 2018 udsat mere end en million ål på kyster, i fjorde, søer og vandløb⁸⁸. Gydeområdet er i Sargassohavet.

Ålelarver gydt i Sargassohavet vandrer til Europa og ankommer som glasål til de danske kyster i februar-juni (med maksimum i april-maj). Fra havet vandrer de ind i bugter, fjorde, vandløb og søer. Ål der vandrer ind i ferskvand bliver typisk til hunner. Nogle ål bliver på kysten og trækker aldrig op i ferskvand. Disse ål bliver typisk til hanner. DTU Aqua monitorer åleyngel i enkelte vestjyske vandløb; Slette Å, Nors Å, Klitmøller Å og Vester Vedsted Bæk⁸⁹. Ålen er udbredt på kysten og i vandsystemer over hele Danmark. Juvenile ål i havet udnytter primært områder med bundvegetation⁹⁰. Ål der lever i havet kan foretage vintervandringer. Fænomenet kendes bl.a. fra Vadehavet, hvor gul-ålene om efteråret vandrer ind i de nedre dele af vandløbene for at overvintrere. Ål har et meget bredt fødevalg og æder orme, snegle, muslinger, krebsdyr og insekter; større ål æder også fisk. 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. Disse såkaldte blankål tager ikke føde til sig. Ålen dør efter gydning i Sargassohavet.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	Ikke relevant	+	+	+
Lønstrup	Ikke relevant	+	+	+
Agger Tange – 1	Ikke relevant	+	+	+
Harbøre Tange – 2	Ikke relevant	+	+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	Ikke relevant	+	+	+
Trans – Thorsminde – 4	Ikke relevant	+	+	+

⁸⁶ Council Regulation (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel.

⁸⁷ Bornarel, V., et al., Modelling the recruitment of European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its European range. – ICES Journal of Marine Science, 75: 541–552.

⁸⁸ Ålehandlingsplan, 2018, DTU Aqua, Silkeborg.

⁸⁹ DTU, 2018, Fiskepleje <http://www.fiskepleje.dk>

⁹⁰ Appelberg, M; Holmqvist, M and Lagenfelt, I, 2005, Øresundsforbindelsens inverkan paa fisk och fiske. Underlagsrapport 1992-2005. 2005, pp. 1-230.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	Ikke relevant	+	+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	Ikke relevant	+	+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7	Ikke relevant	+	+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8	Ikke relevant	+	+	+
Blåvand	Ikke relevant	+	+	+

Tabel 0-5. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af europæisk ål på hovedstrækningerne.

9.6.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Der er ikke dokumentation for europæisk åls respons på suspenderet sedimentbelastning. Undersøgelser fra andre ålearter viser ingen undvigelse-adfærd eller påvirkning af fourageringsadfærd⁹¹ og følsomheden vurderes at være lav.

9.6.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Et norsk studie har vist at ål har en øvre grænse for hørbare frekvenser på 300 Hz⁹². Ålen vurderes at have moderat følsomhed overfor støj⁹³.

9.6.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af europæisk ål er middel til begrænset. Årsagen er manglende data for adfærdsmæssig respons på forstyrrelser, for bestandstætheder og for fourageringstryk i de berørte områder.

⁹¹ 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

⁹² Jerko H., Turunen-Rise, I., Enger P.S., and Sand O., 1989, Hearing in the eel (*Anguilla anguilla*), J Comp Physiol A

⁹³ Nedwell, J.R., et al., 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustic, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

9.7

Snæbel

Navn: Snæbel (Nordsøsnæbel) (*Coregonus oxyrinchus*)

Type: Benthopelagisk, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag IV⁹⁴

9.7.1

Bestandsudbredelse

Snæbel er en laksefisk, som er tæt beslægtet med den mere almindelige helt (*Coregonus lavaretus*). Snæbel var oprindeligt en udbredt gydefisk i hele Vadehavet fra Holland til Danmark, og tilhørende vandsystemer. I dag har snæbel sit sidste naturlige levested i Danmark og er således endemisk for landet⁹⁵. På grund af ringe bestandstilstande har snæbel tidligere været genstand for støtteudsætninger i Varde å, Sneum å, Kongeå, Ribe å, Brede å og Vidå⁹⁶. De seneste bestandsestimater viser meget små eller helt manglende bestande i alle vandløb ud over Vidå, hvor bestanden er faldende. Snæbel er totalfredet. Gydning foregår i ferskvand i november-december. Efter gydning trækker snæblerne tilbage ud i Vadehavet i december-april⁹⁷. Fri passage mellem opvækstområderne i Vadehavet og gydeområderne i ferskvand er et krav. Efter klækning af æggene i vandløbet, vandrer eller føres ynglen med strømmen ud i Vadehavet. Fri passage fra gydeområder til havet er et krav. Habitatkrav og migration af juvenile er dårligt beskrevet. Habitatkrav og migration af juvenile er dårligt beskrevet. Snæblens føde udgøres af dyreplankton som filtreres fra vandet, samt for adulte fisk benthiske invertebrater. Fouragering udenfor Vadehavet er dårligt belyst. Et hollandsk studie af udsatte snæblers ørestens-kemi tyder på at snæbler er i stand til at migrere i Nordsøen udenfor Vadehavets brakke forhold, men dette er ikke valideret⁹⁸. Gydevandring og gydning gentages over flere år.⁹⁹

Lokal udbredelse:

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Lønstrup	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Agger Tange – 1	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Harboøre Tange – 2	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Trans – Thorsminde – 4	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Ndr. Holmsland Tange – 7	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Sdr. Holmsland Tange – 8	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant

⁹⁴ Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]-. redlist.dk

⁹⁵ Jepsen, N., Deacon, M., & Koed, A., 2012, Decline of the North Sea houting: Protective measures for an endangered anadromous fish. Endangered Species Research, 16, 77–84.

⁹⁶ DTU, 2018, Fiskepleje <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/snaebel>

⁹⁷ Poulsen, SB et al., 2012, Evidence of cormorant- induced mortality, disparate migration strategies and repeatable circadian rhythm in the endangered North Sea houting (*Coregonus oxyrinchus*): A telemetry study mapping the postspawning migration. Ecol Freshw Fish. 2018;27:672–685.

⁹⁸ Borcharding, J, et al., 2008, Migration history of North Sea houting (*Coregonus oxyrinchus* L.) caught in Lake IJsselmeer (The Netherlands) inferred from scale transects of 88Sr:44Ca ratios. Aquat. Sci. 70:47 – 56.

⁹⁹ Jepsen, N., Deacon, M., & Koed, A., 2012, Decline of the North Sea houting: Protective measures for an endangered anadromous fish. Endangered Species Research, 16, 77–84.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Blåvand	Ikke relevant	Ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant	Sandsynligvis ikke relevant

Tabel 0-6. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af snæbel på hovedstrækningerne.

9.7.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Der findes ingen dokumentation for snæblens adfærd og respons på sedimentbelastning. Sedimentbelastning kunne forstyrre og forsinke voksne fisk under vandring fra havet til gydepladser i ferskvand i efteråret hvor de gyder i november og december, samt muligvis forstyrre yngel under udvandring til havet i april og maj måned. Det formodes at snæbel har høj følsomhed overfor sediment ligesom laks og øvrige laksefisk, se afsnit 9.2.

9.7.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Der findes ingen dokumentation for snæblens adfærd og respons på støjbelastning. Støj kan muligvis forstyrre adfærden og i værste tilfælde medføre skade på fisken. Det formodes at snæbel har lav følsomhed overfor støj ligesom øvrige laksefisk, se afsnit 9.2 og Nedwell, J.R., et al. (2004)¹⁰⁰.

9.7.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af snæbel er begrænset. Vurderingen begrundes i manglende viden om migrationsadfærd og fouragering i de berørte kystnære områder for både juvenile og adulte fisk. Vidensgrundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der er væsentlige virkninger på snæbel.

¹⁰⁰ Nedwell, J.R., Edwards B., Turnpenny A.W.H., and Gordon J. 2004 "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustech, ISBN, 534R014. P. 278

9.8

Torsk

Navn: Torsk (*Gadus morhua*)

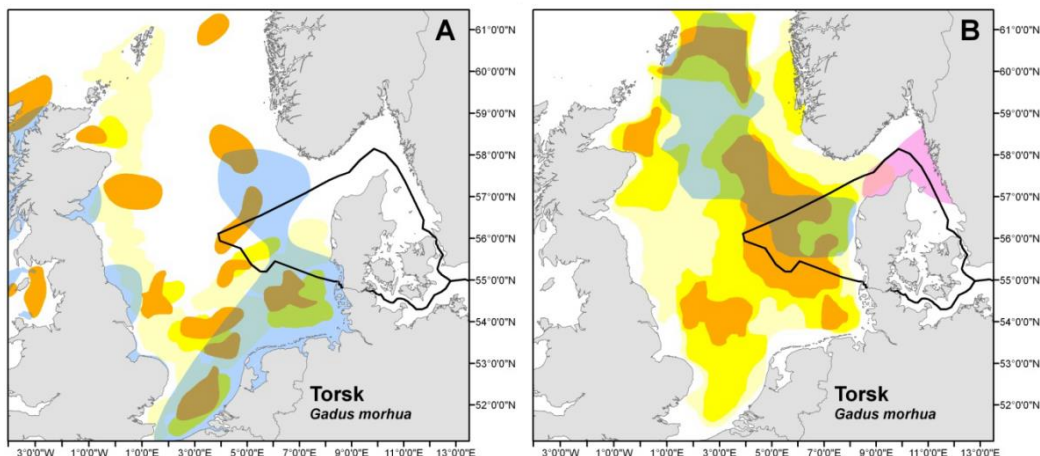
Type: Demersal

Listeart: Nej

9.8.1

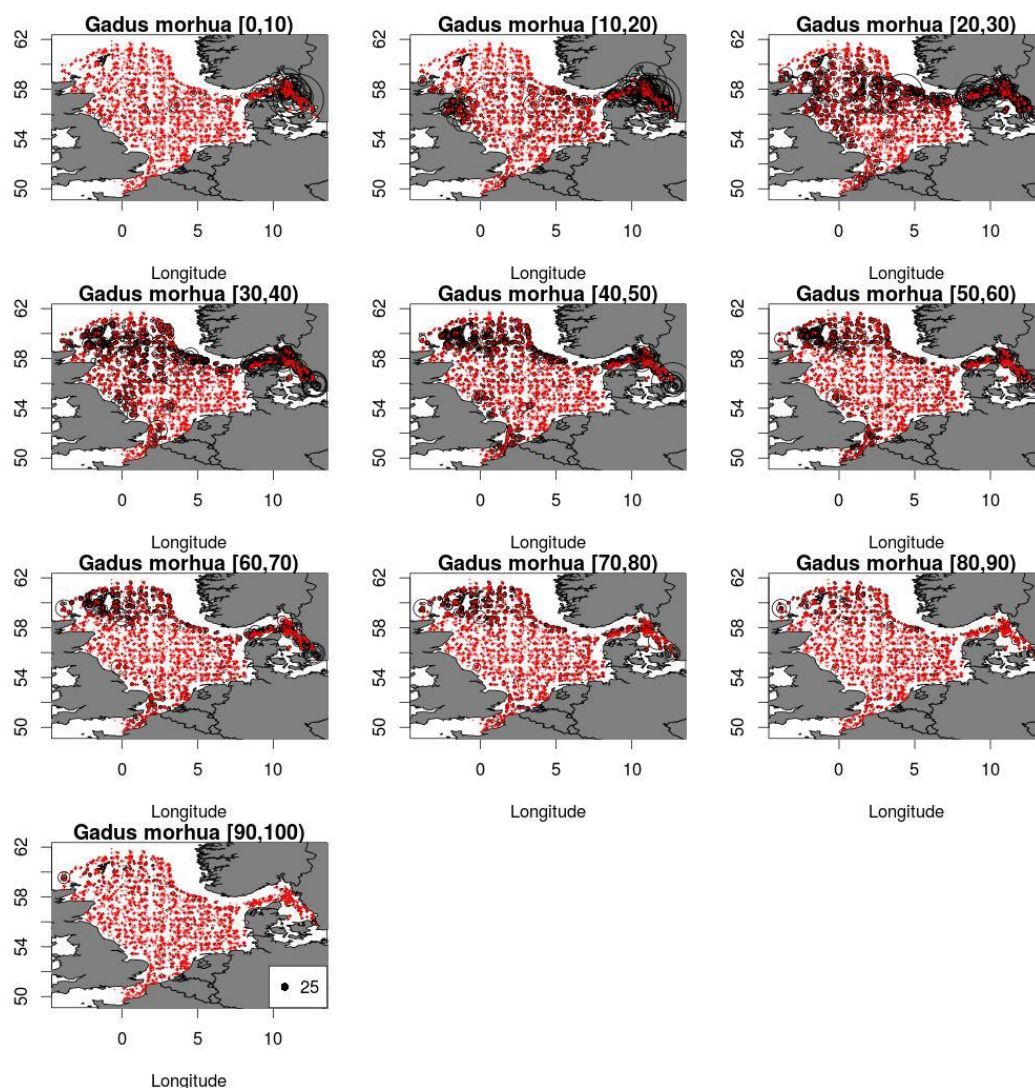
Bestandsudbredelse

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.



Figur 0-1. Figuren viser gyde- og opvækstområder hos torsk /1/. A) Lysegul: almindelige gydeområder, gul: vigtige gydeområder. Orange: områder er ligeledes kendte gydeområder. Blå: er opvækstområder. B) Forekomster af torskæg og torskeyngel: lysegul: områder med forholdsvis få æg, gul: områder med middel ægforekomst, orange: områder med forholdsvis mange æg. Blå: områder med forholdsvis høje fangster af pelagisk torskeyngel. Lyserød: områder med forholdsvis høje fangster af 0- og 1-årige torsk. Der er høje forekomster af torskeyngel i nærheden af Agger Tange.

Mindre individer (< 20 cm) af torsk forekommer især i Skagerrak og langs den nordvestlige kyst af England. Større individer (> 20 cm) spreder sig til de mere centrale dele af den nordlige Nordsø. Denne størrelsesgruppe 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.



Figur 0-2. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af torsk. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af torsk i den angivne størrelse¹⁰¹.

Torsk lever mest i nærheden af bunden, men kan også findes mere frit i vandsøjlen. Torsk lever fra kysten og ud til vanddybder på 600 meter. Torsk foretager migration i mange områder, men detaljer om migrationsveje m.m. er dårligt belyste. Gydning hos torsk foregår typisk i perioden januar – maj, men toppet ofte i februar – marts.¹⁰² Succesfuld gydning forudsætter de rette temperaturer og saltholdigheder. Æggene klækker frit i vandet, og ynglen lever her i tre til fem 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, der forekommer langs Vestkysten¹⁰³. 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.¹⁰⁴

¹⁰¹ ICES (u. år). ICES-fishmap: Cod.

¹⁰² Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

¹⁰³ Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

¹⁰⁴ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen			+	+
Lønstrup			+	+
Agger Tange – 1			+	+
Harboøre Tange – 2			+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3			+	+
Trans – Thorsminde – 4			+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5			+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6			+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7			+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8			+	+
Blåvand			+	+

Tabel 0-7. Væsentlig tilstedeværelse af torsk i langs de 11 strækninger er angivet i tabel herover med +.

9.8.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

I løbet af de første leveår kan torsk udnytte kystnære områder, hvilket betyder, at især yngre torsk kan påvirkes af aktiviteter, der vedrører kystbeskyttelse. Torsk og sild har vist undvigeadfærd, når de støder på sedimentfaner af lige store 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/l¹⁰⁵. Opløst sediment (550 mg/l) kan forårsage skader på gæller og øget stress hos juvenile torsk, der er dog ikke observeret forhøjet dødelighed i det nævnte studie¹⁰⁶. Foretrukne sedimenttyper i kystnære områder afhænger af de juvenile fisks størrelse og svinger typisk mellem klippe- og ralbund¹⁰⁷, men juvenile torsk forekommer også på sandbund. Øget turbiditet har begrænset effekt på torsk, der kan anvende andre sanser end synet til fouragering^{108 109}.

9.8.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Mange studier har vist, at torsk påvirkes af lyd. 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. Torsk kan høre lyde mellem 30 – 470 Hz^{110 111} og visse former for ultralyd (38 kHz)¹¹², dog kan de kun opfatte ultralyd, ved meget høje niveauer (200 dB). Torsk reagerer også på infralyd (lavfrekvent)

¹⁰⁵ Appelberg, M; Holmqvist, M and Lagenfelt, I., 2005, Øresundsforbindelsens inverkan paa fisk och fiske. Underlagsrapport 1992-2005.

¹⁰⁶ Humborstad O, Jørgensen T, Grotmol S., 2006, Exposure of cod *Gadus morhua* to resuspended sediment: an experimental study of the impact of bottom trawling.

¹⁰⁷ Gregory RS, Anderson JT. 1997, Substrate selection and use of protective cover by juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* in inshore waters of Newfoundland.

¹⁰⁸ Meager JJ, Solbakken T, Utne-palm AC, Oen T. 2005, Effects of turbidity on the reactive distance, search time, and foraging success of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*)

¹⁰⁹ Meager JJ, Solbakken T, Utne-palm AC, Oen T. 2005, Effects of turbidity on the reactive distance, search time, and foraging success of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*)

¹¹⁰ Chapman CJ, Hawkins AD., 1973, A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L. J Comp Physiol

¹¹¹ Wahlberg M, Westerberg H, 2005, Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. Mar Ecol Prog Ser.

¹¹² Astrup J, Møhl B, 1993, Detection of intense ultrasound by the cod *Gadus morhua*

under 20 Hz. Støj kan påvirke vækst, adfærd og stressniveau hos torsk ^{113 114}. Torsk kan påvirkes af lyd i livsstadier mellem larver og adulte fisk ^{115 116 117 118}. Følsomheden vurderes at være moderat ¹¹⁹.

9.8.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af torsk er begrænset. Den eksisterende viden om torsk i relation til kystbeskyttelse er sparsom, og det foreliggende materiale er begrænset. Vidensgrundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der er væsentlige virkninger på torsk.

¹¹³ Nedelec SL, et al. 2015, Impacts of regular and random noise on the behaviour, growth and development of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*).

¹¹⁴ Sierra-Flores R, Attack T, Migaud H, Davie A., 2015, Stress response to anthropogenic noise in Atlantic cod *Gadus morhua* L. Aquac Eng. Elsevier B.V.

¹¹⁵ Nedelec SL, et al. 2015, Impacts of regular and random noise on the behaviour, growth and development of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*).

¹¹⁶ Sierra-Flores R, Attack T, Migaud H, Davie A., 2015, Stress response to anthropogenic noise in Atlantic cod *Gadus morhua* L. Aquac Eng. Elsevier B.V.

¹¹⁷ Buerkle U. Detection of trawling noise by Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Mar Freshw Behav Phy. Taylor & Francis; 1977;4: 233–242.

¹¹⁸ Handegard NO, Michalsen K, Tjøstheim D., 2003, Avoidance behaviour in cod (*Gadus morhua*) to a bottom-trawling vessel. Aquat Living Resour.

¹¹⁹ Nedwell, J.R., et al. 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustic, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

9.9

Hvilling

Navn: Hvilling (*Merlangius merlangus*)

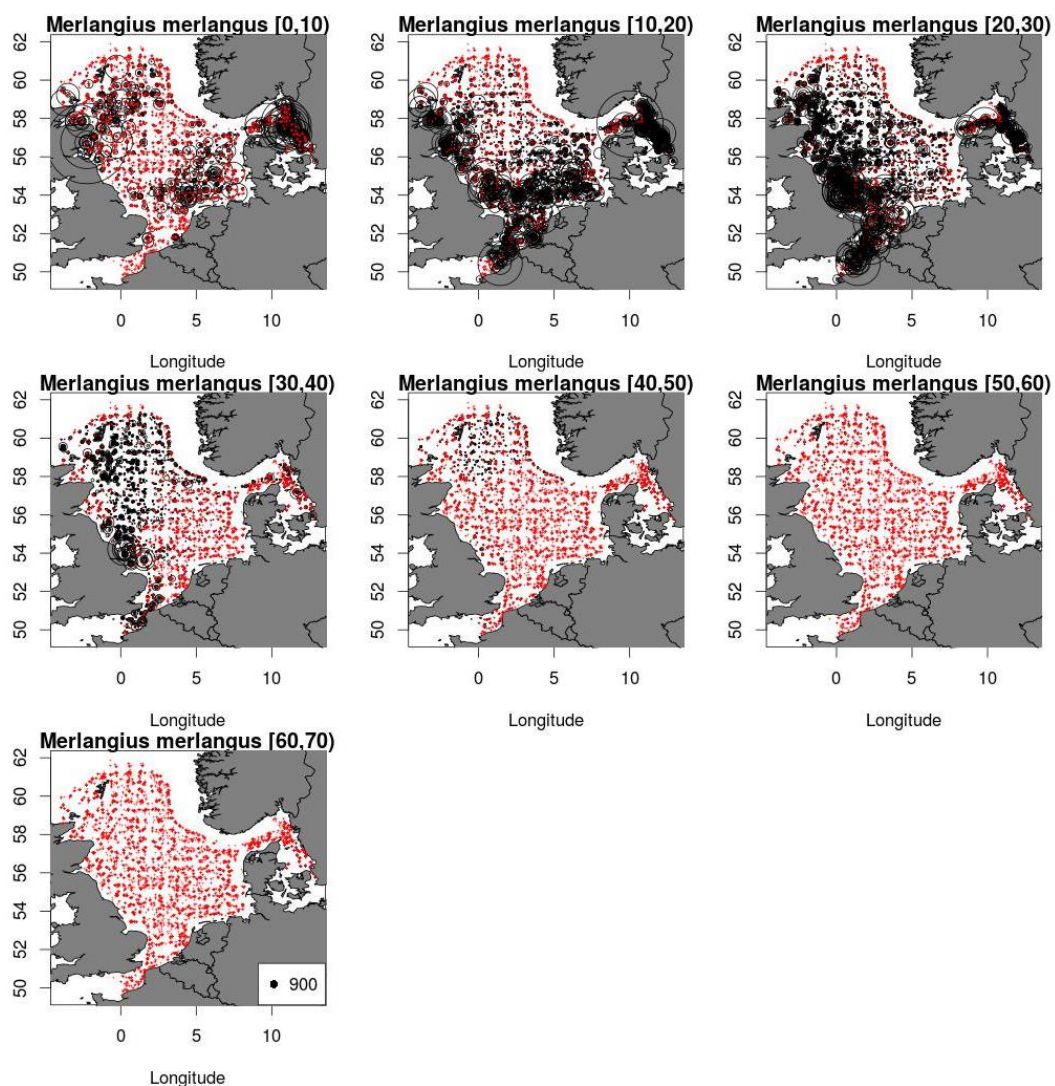
Type: Pelagisk

Listeart: Nej

9.9.1

Bestandsudbredelse

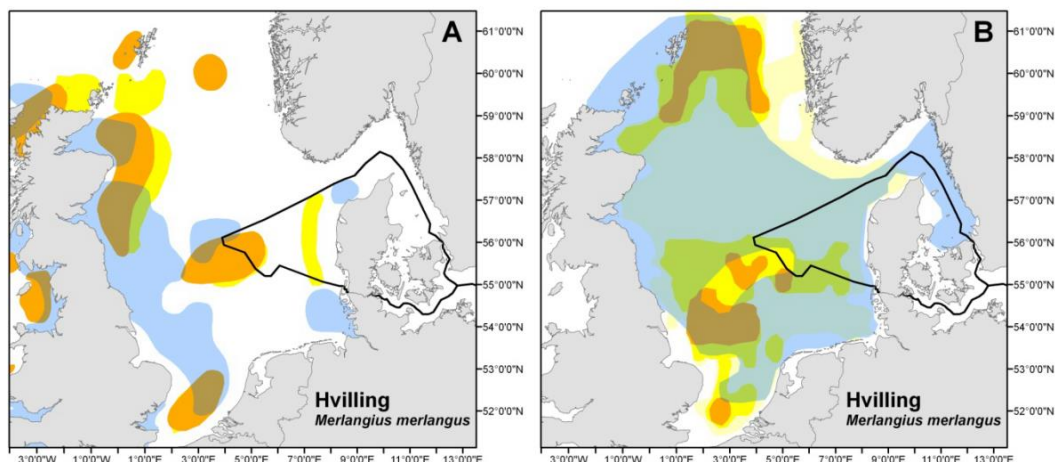
Hvilling er udbredt i hele Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Mindre individer (< 30 cm) forekommer især i de sydlige og nordvestlige dele af Nordsøen, samt i Skagerrak. Større individer (> 30 cm) forekommer især i de nordvestlige og vestlige dele af Nordsøen samt i Skagerrak, men er fåtallige langs Vestkysten. Individer over 50 cm er sjældne, men fanges sporadisk i de nordlige dele af Nordsøen.



Figur 0-3. Udbredelse af hvilling i Nordsøen. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af hvilling. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af hvilling i den angivne størrelse¹²⁰.

¹²⁰ ICES (u. år). ICES-fishmap: Whiting.

Hvilling forekommer mest på sand- eller mudderbund på alle dybder ned til 200 meter¹²¹. Gyddning hos hvilling foregår typisk i perioden februar – juni¹²², men topper i det tidlige forår¹²³. Gyde- og opvækstområder findes over store dele af udbredelsesområdet, hvor gyddningen foregår på 30-100 meters dybde¹²⁴.



Figur 0-1. Gyde- og opvækstområder for Hvilling i Nordsøen¹²⁵. A) Gul og orange: gydeområder, blå: opvækstområder. B) Forekomster af hvillingæg og hvillingyngel: lysegul: områder med forholdsvis få æg, gul: områder med middel forekomst af æg, orange: områder med forholdsvis mange æg. Blå: områder med fangster af hvillingyngel (<20 cm).

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; og efter et år vandrer hvilling typisk ud på dybere vand. Føden hos hvilling består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr) og mindre fisk¹²⁶. Sådanne invertebrater forekommer langs Vestkysten¹²⁷. Indtaget af fisk stiger med hvillingens størrelse. Hvilling > 30 cm spiser næsten udelukkende fisk, heriblandt brisling, tobis, sild og torsk. Ved en alder på fire år er alle hvilling kønsmodne¹²⁸.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen			+	+
Lønstrup			+	+
Agger Tange – 1			+	+
Harbøre Tange – 2			+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3			+	+

¹²¹ Warnar T, Huwer B, Vinther M, Egekvist J, Sparrevohn CR, Kirkegaard E, et al. Fiskebestandenes struktur. Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv. 2012.

¹²² Warnar T, Huwer B, Vinther M, Egekvist J, Sparrevohn CR, Kirkegaard E, et al. Fiskebestandenes struktur. Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv. 2012.

¹²³ Muus B, Nielsen JG. Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa. Gad; 1998;

¹²⁴ Muus B, Nielsen JG. Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa. Gad; 1998;

¹²⁵ Warnar T, Huwer B, Vinther M, Egekvist J, Sparrevohn CR, Kirkegaard E, et al. Fiskebestandenes struktur. Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv. 2012.

¹²⁶ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹²⁷ Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

¹²⁸ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Trans – Thorsminde – 4			+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5			+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6			+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7			+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8			+	+
Blåvand			+	+

Tabel 0-8. Væsentlig tilstedeværelse af hvilling langs de 11 strækninger er angivet i tabel herover med +.

9.9.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

I løbet af hvillingens første leveår udnyttes kystnære områder ofte, hvilket betyder, at især juvenile hvilling kan påvirkes af aktiviteter, der vedrører kystbeskyttelse. Sediment har potentialet til at påvirke hvilling negativt¹²⁹. Der forekommer ikke studier af hvilling ift. adfærd og forhøjede sedimentkoncentrationer. Langs Vestkysten forekommer kun juvenile og voksne individer, der formodes at have samme følsomhed som torsk. Hos torsk er undvigeadfærd observeret ved sedimentkoncentrationer på 2-9 mg/l, men i et andet studie blev der ikke observeret dødelighed selvom torsk blev udsat for 550 mg/l i 1-10 døgn¹³⁰. Følsomheden vurderes derfor at være moderat hos hvilling.

9.9.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Hvilling reagerer adfærdsmæssigt på støj og kan derfor påvirkes af kystbeskyttelse, hvis der forekommer kraftig støj under arbejdet. Torsk fisk har svømmeblære og har derfor generelt bedre hørelse end fisk uden svømmeblære, der foreligger dog ingen undersøgelser af hvillings hørelse. Følsomheden vurderes at være moderat¹³¹.

9.9.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af hvilling er begrænset. Den eksisterende viden om hvilling i relation til kystbeskyttelse er sparsom, og det foreliggende materiale er begrænset. Vidensgrundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der er væsentlige virkninger på hvilling.

¹²⁹ Engell-Sørensen K, Skyt PH. Evaluation of the effect of sediment spill from offshore wind farm construction on marine fish. Rep to SEAS, Denmark. 2001;

¹³⁰ FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

¹³¹ Nedwell, J.R., et al. 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustic, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

9.10

Sild

Navn: Sild (*Clupea harengus*)

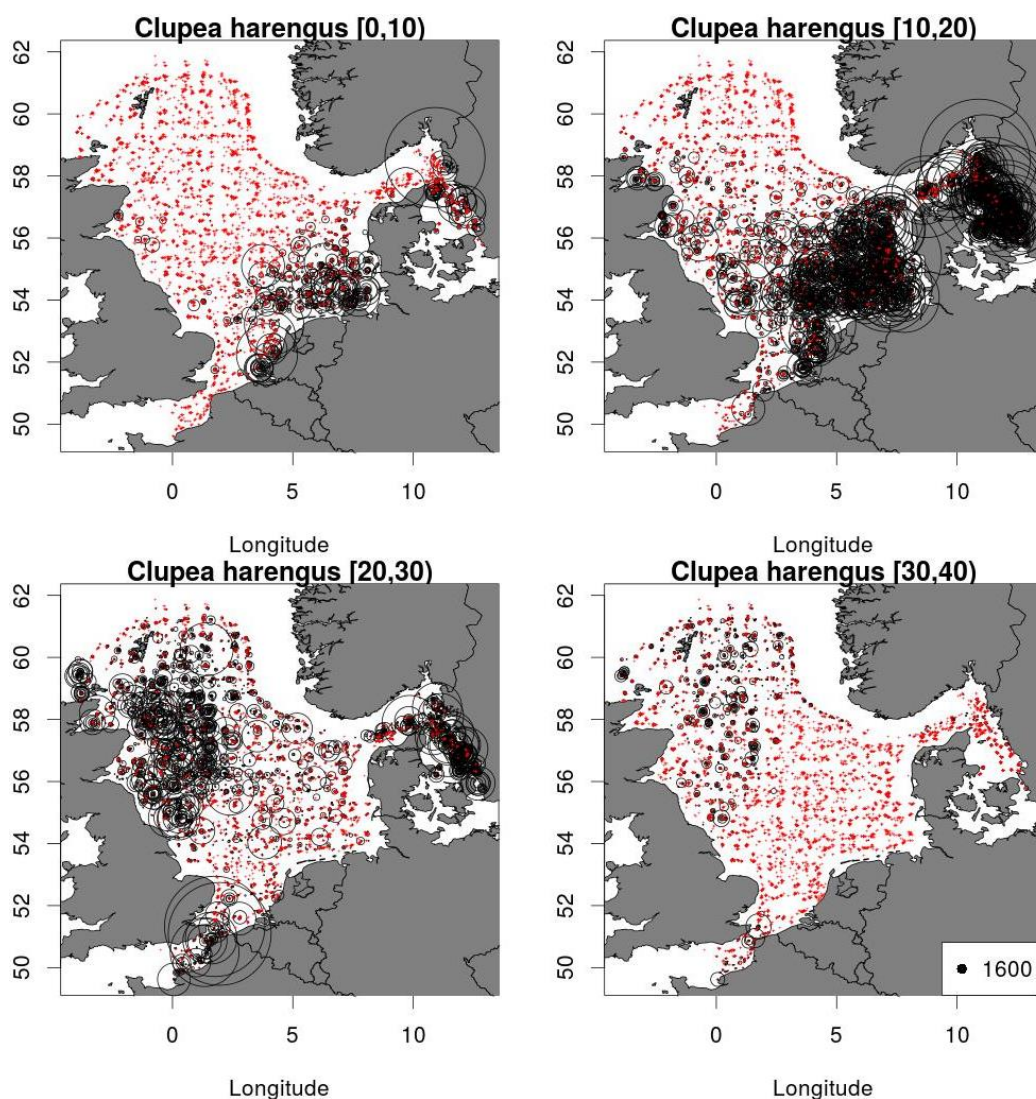
Type: Pelagisk

Listeart: Nej

9.10.1

Bestandsudbredelse:

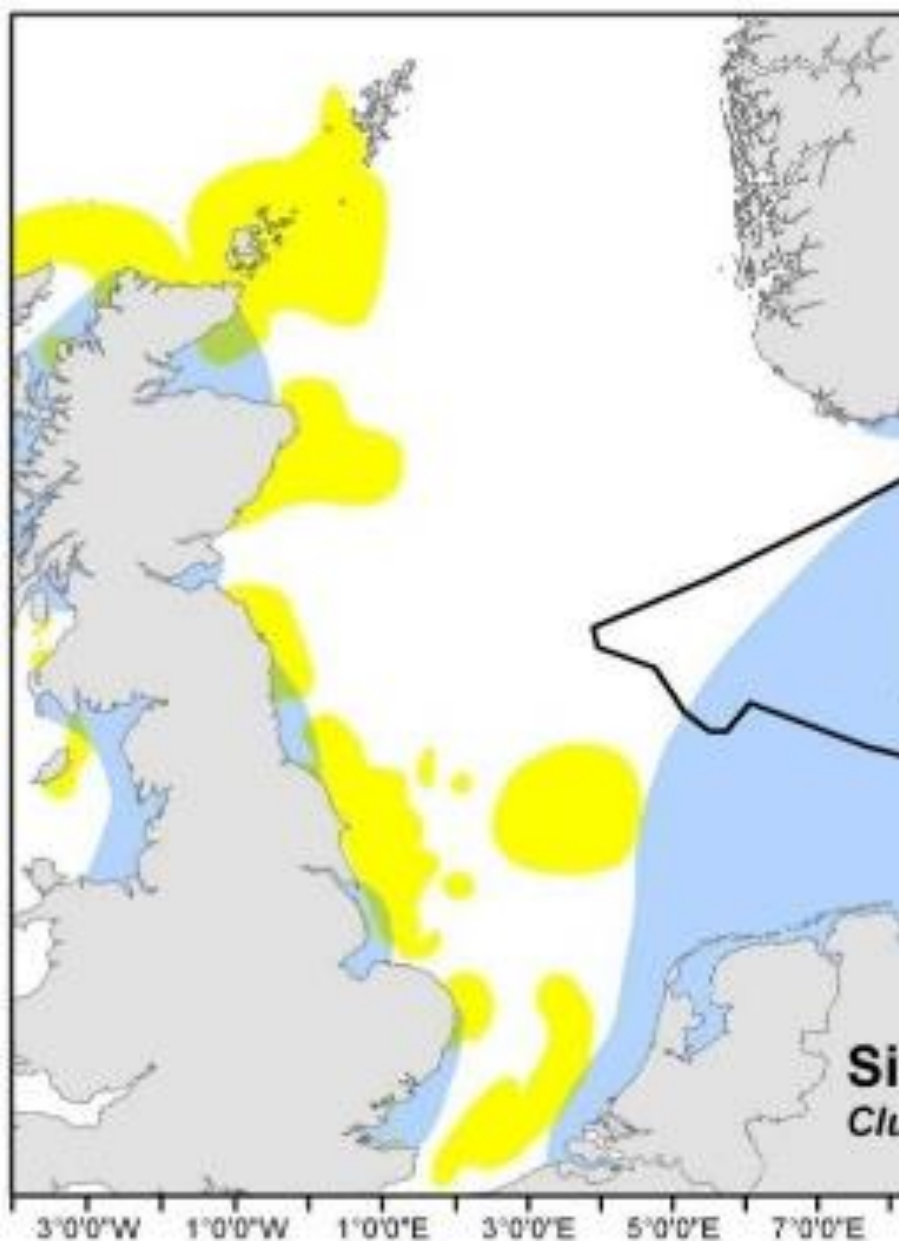
Efterårs- og vintergydere udgør de største og vigtigste sildestammer i Nordsøen. Det drejer sig om 1) Dogger-silden med gydeområder omkring Dogger banke, 2) Downs-silden som gyder i den nordlige del af den Engelske kanal, og 3) Buchan-silden med gydeområder i den nordvestlige del af Nordsøen op til Shetlandsøerne. De store gydeområder for efterårsgydende Nordsø-sild findes dermed i de sydlige, centrale og nordvestlige dele af Nordsøen, hvor der er store områder (banke) med egnede habitater med groft sand og grus for æggene. Gydeperioden strækker sig fra september til januar. Æggene klæbes til groft sand eller grus. Der er ikke registreret gydeområder for efterårsgydende sild i nogen af delområderne.



Figur 0-4. Fangster af Nordsø-sild¹³². Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af sild. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af sild i den angivne størrelse.

¹³² ICES (u. år). ICES-fishmap: Herring.

Efter klækning er larverne planktoniske og føres med havstrømme normalt i østlig retning indtil de har en størrelse på ca. fem centimeter, hvorefter larverne forvandlingen til det aktivt svømmende juvenile stadium indtræffer. De juvenile silde 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. Sild æder fortrinsvist zooplankton, som de filtrerer vha. særlige stave på gællebuerne. Ældre sild æder også fiskeæg og yngel.



Figur 0-5. Gydeområder for Nordsø-sild¹³³. Gule områder viser vigtige gydeområder, blå er opvækstområder.

¹³³ Worsøe L., Horsten M.B., Hoffmann E. 2002. Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU-rapport Nr. 118-02. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Copenhagen,

Livsstadium				
Strækning	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Lønstrup	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Agger Tange – 1	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Harboøre Tange – 2	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Trans – Thorsminde – 4	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Ndr. Holmsland Tange – 7	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Sdr. Holmsland Tange – 8	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Blåvand	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)

Tabel 0-9. Væsentlig tilstedeværelse af efterårsgydende sild langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

9.10.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Både i larvestadiet, i det juvenile stadie og i voksenstadiet er silden udpræget pelagisk. Nordsøsilens larver findes næppe i områder med sandfodring og de juvenile og voksne sild må formodes at migrere til andre lokaliteter under sandfodring.

Sild har vist undvigeadfærd, når de støder på sedimentfaner af partikler af ler eller kalk (kornstørrelse $< 4 \mu\text{m}$) i koncentrationer på mellem 2 mg/l og 8-9 mg/l, hvor baggrundskoncentrationen af suspenderet materiale var mindre end 0,4 mg/l¹³⁴. Disse resultater er baggrunden for den tærskelværdi, der blev anvendt i VVM-redegørelsen for Femern Bælt Forbindelsen ved vurdering af konsekvenserne af sedimentspredning¹³⁵. Juvenile og voksne sild har i andre undersøgelser udvist undvigeadfærd ved 9-12-mg/l¹³⁶ og $19 \pm 5 \text{ mg/l}$ (fin silt, kornstørrelse $4,5 \mu\text{m}$) hhv. $35 \pm 5 \text{ mg/l}$ (groft silt, kornstørrelse $10 \mu\text{m}$)¹³⁷. Følsomheden vurderes derfor at være høj for voksne sild. Adfærdsreaktionen afhænger tilsyneladende af kornstørrelsen for det sediment, der anvendes i forsøgene. Dette antages at hænge sammen med at undvigeadfærden skyldes irritation af fiskenes gæller mere end en visuel respons. I alle forsøg er der tale om akvarieopsætninger, hvor sediment tilsættes over en time. Som følge af strømforholdene i indvindingsområderne antages det at fodringssandets fine fraktion minder mere om groft silt end om ler eller fint silt. Derfor kan der ud fra den eksisterende viden argumenteres for at undvigeadfærd hos sild ved kystnær fodring først vil forekomme ved en sedimentkoncentration tættere på de 35 mg/l +/- 5 mg end på de 19 mg/l +/- 5 mg.

¹³⁴ Westerberg, H., Rännbäck, P. and Frimansson H. Appelberg, M; Holmqvist, M and Lagenfelt, I. 2005, 1996. Effects of suspended sediments on cod egg and larvae and on the behaviour of adult herring and cod, ICES, CM 19961E:26 Marine Environmental Quality Committee

¹³⁵ FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041–Volume I

¹³⁶ 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)

¹³⁷ 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

DTU Aqua har imidlertid vurderet¹³⁸ at der skal anvendes en tærskelværdi på 10 mg/l inklusive baggrundskoncentration af SSC. Det skyldes at det eksisterende vidensgrundlag for påvirkningen fra SSC på sild vurderes som utilstrækkeligt, bl.a. fordi forsøgene med tolerance for sediment i vandsøjlen er lavet i tanke, og at resultater herfra ikke umiddelbart vurderes at kunne overføres til in situ forhold. Sild har derudover et såkaldt hjeminstinkt (homig), som gør dem i stand til forme lokale bestande tilpasset lokale forhold, hvilket gør at resultater fra andre lande ikke nødvendigvis kan overføres til danske forhold.

I miljøkonsekvensvurderingen er der derfor anvendt en konservativ tærskelværdi på 10 mg/l inklusive baggrundskoncentrationen af SSC for, hvornår sildene forventes at undvige et område.

9.10.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Sildefisk er generelt meget følsomme overfor støj¹³⁹.

Atlantehavssild har en svømmeblære og indre øreforbindelse, der forklarer deres specielle hørevne. Atlantehavs sild hører en lang række frekvenser mellem 30 Hz og 4 kHz¹⁴⁰. Tilstedeværelsen af sandfodringsskibet vil sandsynligvis føre til undvigelsesreaktioner blandt sild. En undersøgelse af gydende sild blev udført i Norge for at undersøge virkningerne af gentagen passage af et forskningsskibet i en afstand på syv til otte kilometer i 30-40 meter vanddybde. Ved en peakværdi på omkring 145 dB re 1µPa 1Hz inden for området 5-500 Hz, var der ingen påviselig reaktion blandt gydesilden¹⁴¹.

I miljøkonsekvensvurderingen er valgt grænseværdier for støj fra skibe, der relaterer sig til sildens følsomhed overfor støj, da silden er vurderet at være den mest følsomme art. Støjudbredelsen fra skibet er modelleret, og afstanden, hvor værdien overskrides, er beregnet. Grænseværdierne for høreskade, hvor fiskens høreorgan kan regenerere, er forudsat at være 170 dB_{rms} over 48 timer og for permanent høreskade 158 dB_{rms} over 12 timer¹⁴².

9.10.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget er tilstrækkeligt til at vurdere projektets påvirkninger af efterårsgydende sild i Nordsøen.

¹³⁸ DTU-Aqua, 23. maj 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 21. april, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

¹³⁹ Nedwell, J.R., et al. 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustic, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

¹⁴⁰ Enger, P.S. 1967. Hearing in herring. Comp. Biochem. Physiol. 22, 1967, pp. 527-538.

¹⁴¹ 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

¹⁴² Popper, A.N., et al. 2014, "Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI". Springer Briefs in Oceanography.

9.11 Sild (forårsgydere)

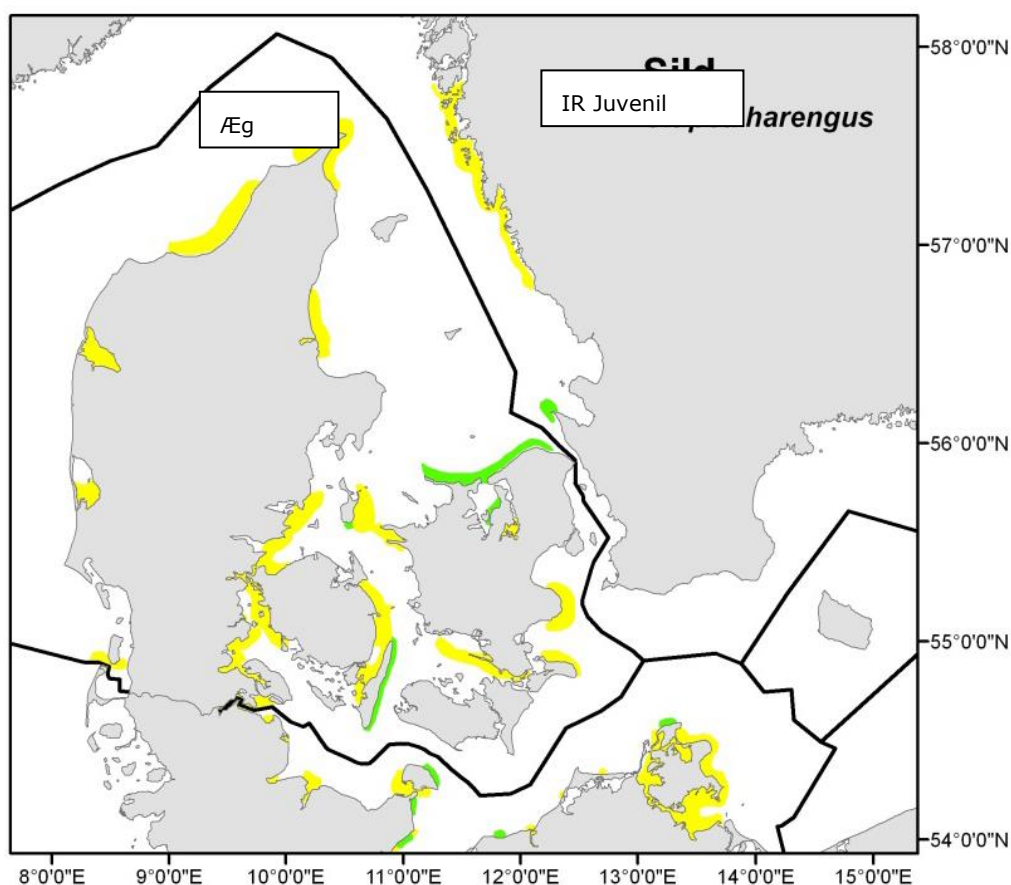
Navn: Sild (*Clupea harengus*)

Type: Pelagisk

Listeart: Nej

9.11.1 Bestandsudbredelse

Forårsgydende sild er vidt udbredt i Nordsø og Skagerrak, hvor de søger føde i blandede bestande ¹⁴³ ¹⁴⁴. Lokale stammer af forårsgydende sild gyder i Ringkøbing Fjord, Nissum Fjord og i Limfjorden. Gydemigration af betydelige antal fisk fra havet til fjordene via sluser og kanaler observeres ved bl.a. Thyborøn, Thorsminde og Hvide Sande, men migrationsmønstre er generelt dårligt beskrevet. Der er ingen registreringer af gydepladser for forårsgydende sild langs kysten, og bestandene menes at være helt afhængige af passage fra hav til gydeområder i fjordene. Gydeperioden er marts – maj. Efter klækning er larverne planktoniske og følger lokale strømforhold. Udbredelsen af juvenile sild formodes at være de samme som for de voksne.



Figur 0-6. Gydeområder for forårsgydende sild i den indre danske farvande, vist med gult. Nissum Fjord er ikke vist på kort, men er også gydeområde for forårsgydende sild. Med grønt er vist gydeområder for efterårsgydende sild i de indre danske farvande¹⁴⁵.

¹⁴³ ICES (u. år). ICES-fishmap: Herring.

¹⁴⁴ Worsøe L., Horsten M.B., Hoffmann E. 2002. Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU-rapport Nr. 118-02. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Copenhagen,

¹⁴⁵ Worsøe L., Horsten M.B., Hoffmann E. 2002. Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU-rapport Nr. 118-02. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Copenhagen,

Livsstadium				
Strækning	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Lønstrup	Ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Agger Tange – 1	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Harboøre Tange – 2	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	ikke relevant	Ikke relevant	(+)	(+)
Trans – Thorsminde – 4	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Ndr. Holmsland Tange – 7	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Sdr. Holmsland Tange – 8	ikke relevant	(+)	(+)	(+)
Blåvand	ikke relevant	(+)	(+)	(+)

Tabel 0-10. Væsentlig tilstedeværelse af forårsgydende sild langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

9.11.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Forårsgydende sild er samme art som sild beskrevet i afsnit 9.10. Vurdering af følsomhed overfor SSC er angivet i afsnit 9.10.2. I miljøkonsekvensvurderingen er der anvendt en konservativ tærskelværdi på 10 mg/l inklusive baggrundskoncentrationen af SSC for, hvornår forårsgydende sild forventes at undvige et område¹⁴⁶.

9.11.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Sildefisk kategoriseres som meget følsomme overfor støj¹⁴⁷.

Atlantehavssild har en svømmeblære og en indre øreforbindelse, der forklarer deres specielle høreevne. Atlantehavssild hører en lang række frekvenser mellem 30 Hz og 4 kHz. Tilstedeværelsen af sandfodringskibet vil sandsynligvis føre til undvigelsesreaktioner blandt sild. En undersøgelse af gydende sild blev udført i Norge for at undersøge virkningerne af gentagen passage af et forskningsfartøj i en afstand på 7-8 km i 30-40 meter vanddybde. Ved en peak-værdi på omkring 145 dB re 1µPa 1Hz inden for området 5-500 Hz, var der ingen påviselig reaktion blandt gydesilden¹⁴⁸.

I miljøkonsekvensvurderingen, er valgt grænseværdier for støj fra skibe, der relaterer sig til sildens følsomhed overfor støj, da silden er vurderet at være den mest følsomme art. Støjudbredelsen fra skibet er modelleret og afstanden hvor værdien overskrides er beregnet. Grænseværdierne for høreskade, hvor fiskens høreorgan kan regenerere, er forudsat at være 170 dB_{rms} over 48 timer og for permanent høreskade 158 dB_{rms} over 12 timer¹⁴⁹.

¹⁴⁶ DTU-Aqua, 23. maj 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 21. april, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

¹⁴⁷ Enger, P.S. 1967. Hearing in herring. Comp. Biochem. Physiol. 22, 1967, pp. 527-538.

¹⁴⁸ 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.

¹⁴⁹ Popper, A.N., Hawkins, A.D., Fay, R.R., Mann, D.A., Bartol, S., Carlson, T.J., Coombs, S., Ellison, W.T., Gentry, R.L., Halvorsen, M.B., Løkkeborg, S., Rogers, P.H., Southall, B.L., Zeddies, D.G., Tavolga, W.N., 2014, "Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI". Springer Briefs in Oceanography.

9.11.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af de forårsgydende sildestammer i de vestjyske fjorde og langs kysten er moderat. Bestandene er afhængige af fri migration ind i fjordene i forbindelse med gydning, men der er ikke tilstrækkelig information omkring marine migrationsmønstre. Det vurderes dog, at grundlaget er tilstrækkeligt til at vurdere projektets påvirkninger af efterårsgydende sild i Nordsøen med hensyn til undervandsstøj. Vidensgrundlaget for påvirkninger fra SSC er ikke tilstrækkeligt specifikt for forårsgydende sild, og vurderingen foretages derfor på baggrund af en antaget grænse for SSC på 10 mg/l, som er fastlagt af DTU Aqua¹⁵⁰.

¹⁵⁰ DTU-Aqua, 23. maj 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 21. april, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

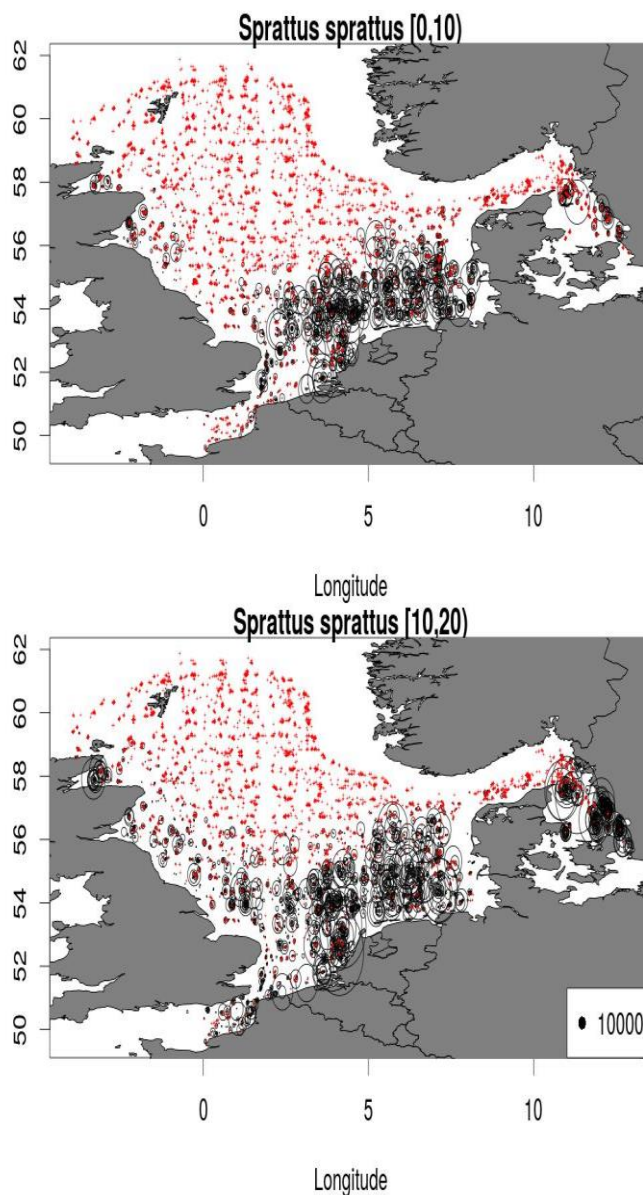
9.12 Brisling

Navn: Brisling (*Sprattus sprattus*)

Type: Pelagisk

9.12.1 Bestandsudbredelse

Brisling er vidt udbredt i Nordsøen og lever i kystnære områder bl.a. langs Vestkysten og fjorde inkl. Limfjorden¹⁵¹. Arten er ikke fredet og fiskeri reguleres via kvoter. 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.



Figur 0-7. Udbredelse af Brisling i Nordsøen.¹⁵² Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af brisling. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af brisling i den angivne størrelse.

¹⁵¹ ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat.

¹⁵² ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat.

Juvenile og adulte er hovedsagelig udbredt i kystnære områder, bl.a. langs Vestkysten og fjorde inkl. Limfjorden. Juvenile og adulte lever af planktoniske krebsdyr.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	+	+	+	+
Lønstrup	+	+	+	+
Agger Tange – 1	+	+	+	+
Harboøre Tange – 2	+	+	+	+
Vrist – Fer-ring og Bov-bjerg Klint – 3	+	+	+	+
Trans – Thorsminde – 4	+	+	+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	+	+	+	+
Husby Klit-plantage – Søndervig – 6	+	+	+	+
Ndr. Holms-land Tange – 7	+	+	+	+
Sdr. Holms-land Tange – 8	+	+	+	+
Blåvand	+	+	+	+

Tabel 0-11. Væsentlig tilstedeværelse af brisling langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

Dansk brislingefiskeri finder hovedsagelig sted i den østlige del af Nordsøen, herunder i flere områder langs Vestkysten. Det er et industrifiskeri, hvor der anvendes småmasket trawl. De årlige danske brislingefangster i Nordsøen har i de seneste år ligget på mellem 130.000 og 250.000 t.

9.12.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Der findes ikke undersøgelser af brisling ift. forhøjede sedimentkoncentrationer. Brisling formodes at have samme følsomhed overfor sediment som sild.

9.12.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Sildefisk er generelt følsomme overfor støj¹⁵³. Brisling har svømmeblære og en indre øre forbindelse og vurderes at kunne sammenlignes med sild ift. høreelse.

9.12.4 Vurdering af viden og data

Bortset fra fiskeridata for Limfjorden er der ingen områdespecifikke data for brisling. Men de tilgængelige generelle biologiske data for brisling i Nordsøen vurderes at være et tilstrækkeligt videnskabeligt grundlag for ovenstående vurdering.

¹⁵³ Hassel, Arne, Tor Knutsen, John Dalen, Kristian Skaar. Svein Løkkeborg Ole Arve Misund, Øivind Østensen, Merete Fonn, Eli Kyrkjebø Haugland. 2004. Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). ICES Journal of Marine Science, Volume 61, Issue 7, 1 January 2004,

9.13 Tobis

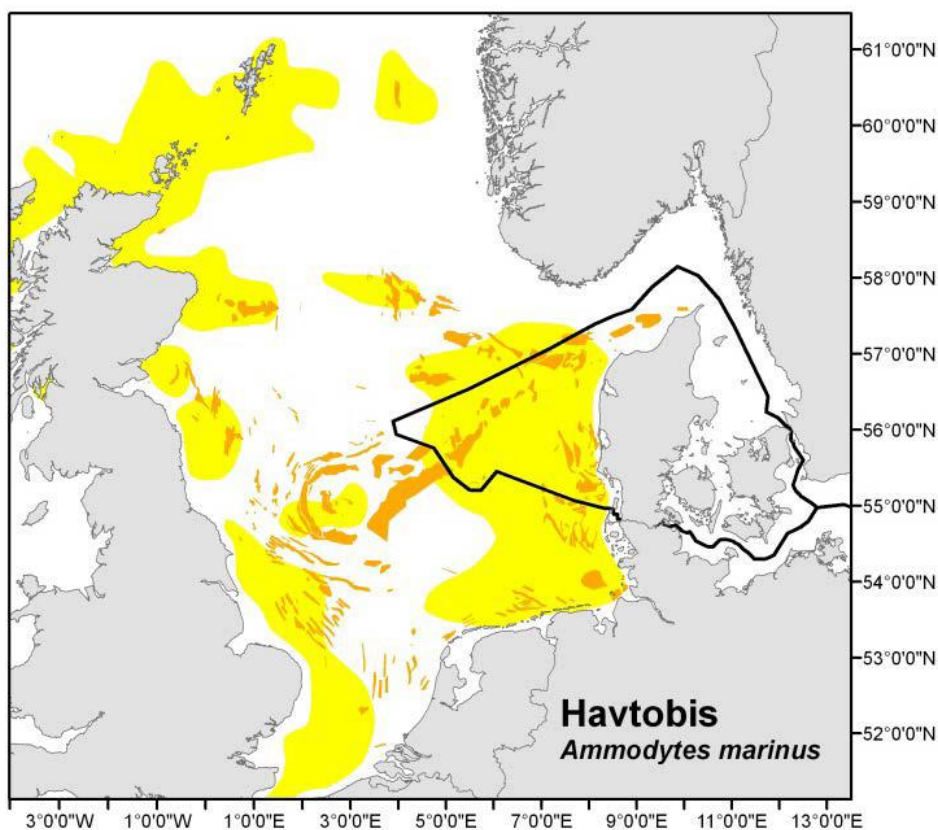
Navn: Tobis (*Ammodytes* sp & *Hyperoplus* sp.)

Type: Pelagisk/Demersal/Bentisk

Listeart: Nej

9.13.1 Bestandsudbredelse

Af de forskellige arter, som her går under navnet tobis er den hyppigste og vigtigste art for fiskeriet havtobisen (*Ammodytes marinus*)¹⁵⁴. 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 forskelle mellem arterne i f.eks. deres gydeperioder. Tobis kan blive op til ti år gammel, men individer mere end fire år gamle er ikke hyppige i områder med fiskeri. Havtobisen er den art, hvor 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. Særlig i de sydlige områder langs Vestkysten er der et betydeligt fiskeri efter tobis. Det er et industrifiskeri, ved småmasket bundtrawl. Størstedelen af fiskeriet finder sted i april-juni. Fangsterne udgøres hovedsagelig af et og toårige individer, hvor de etårige er den største komponent¹⁵⁵.



Figur 0-8. Gydeområder for Tobis i Nordsøen. De orange områder er vigtige gydeområder og de gule er gydeområder¹⁵⁶.

¹⁵⁴ ICES, 2018. Report of the Herring Assessment Working Group for the Area South of 62°N (HAWG). ICES CM 2018/ACOM:07

¹⁵⁵ ICES, 2018. Report of the Herring Assessment Working Group for the Area South of 62°N (HAWG). ICES CM 2018/ACOM:07

¹⁵⁶ Worsøe L., Horsten M.B., Hoffmann E. 2002. Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU-rapport Nr. 118-02. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Copenhagen.

Tobis er almindelig i kystnære områder. Arterne er periodisk pelagiske stimefisk og lever af plankton. Arterne er mest aktive i sommerhalvåret. I de mørke timer af døgnet og i vinterhalvåret lever de nedgravet i havbunden. Gydeområderne for tobis findes bl.a. i områder langs Vestkysten hvor der er egnede habitater med groft sand og grus for æggene. For havtobis strækker gydeperioden sig fra december til januar, mens f.eks. kysttobisen 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.

Kysttobis gyder langs Vestkysten, men der foreligger ikke undersøgelser af kystnære forekomster af gydeområder for kysttobis. 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 sandomlejninger 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 sandkorn¹⁵⁷.

Det formodes, at tobisens æg kun overlever, hvis de ikke begravnes af omlejet 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.

Voksne, juvenile og larver findes normalt på samme lokaliteter. I alle stadier består føden af forskellige planktonorganismer. For voksne tobiser kan det f.eks. være silde- og tobislarver.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	(+)	+	+	+
Lønstrup	(+)	+	+	+
Agger Tange – 1	(+)	+	+	+
Harboøre Tange – 2	(+)	+	+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	(+)	+	+	+
Trans – Thorsminde – 4	(+)	+	+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	(+)	+	+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	(+)	+	+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7	(+)	+	+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8	(+)	+	+	+
Blåvand	(+)	+	+	+

Tabel 0-12. Væsentlig tilstedeværelse af tobis langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

9.13.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

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

¹⁵⁷ Bonislawska 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.

sedimenttypen har afgørende indflydelse på udbredelse af tobisarterne¹⁵⁸. Tobis kan ikke leve i sedimenttyper, hvor silt/ler indholdet er over 10 %. Van Deurs et al. (2012) fandt at tobis foretrækker sediment, hvor silt/ler indholdet er under 2 %¹⁵⁹.

Det må formodes at sedimenttildækning af æg som følge af sandfodring vil resultere i at æggene går til grunde. Selvom nedgravede voksne individer er i stand til at flytte sig, vil tildækning sandsynligvis medføre en vis sandfodringsdødelighed i populationen. Larvestadiet er pelagisk, men da larverne ikke er mobile, vil der sandsynligvis være stor dødelighed i områder med sedimentfaner. Pelagiske juvenile og voksne antages at kunne svømme væk under sandfodring.

9.13.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Stærk støj synes at påvirke tobis negativt idet de udviser flugtreaktioner ved kraftig støjpåvirkning i forsøg, hvor de udsættes for lydimpulser fra airguns, der bruges til seismiske undersøgelser¹⁶⁰. Undersøgelsen kunne dog ikke påvise øget dødelighed eller en signifikant ændring i tobistætheden i området for seismisk survey, selvom kildestyrken for airgunnen var på 256 dB re 1 µPa. Følsomheden over for støj vurderes derfor at være lav for tobis.

9.13.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget er tilstrækkeligt til at vurdere projektets påvirkninger af tobis i området.

¹⁵⁸ 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.

¹⁵⁹ van Deurs, M.*, T. M. Grome, M. Kaspersen, H. Jensen, C. Stenberg, T. K. Sørensen, J. Støttrup, T. Warnar, H. Mosegaard. 2012. Short- and long-term effects of an offshore wind farm on three species of sandeel and their sand habitat. Mar Ecol Prog Ser. Vol. 458: 169–180, 2012.

¹⁶⁰ 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.

9.14

Rødspætte

Navn: Rødspætte (*Pleuronectes platessa*)

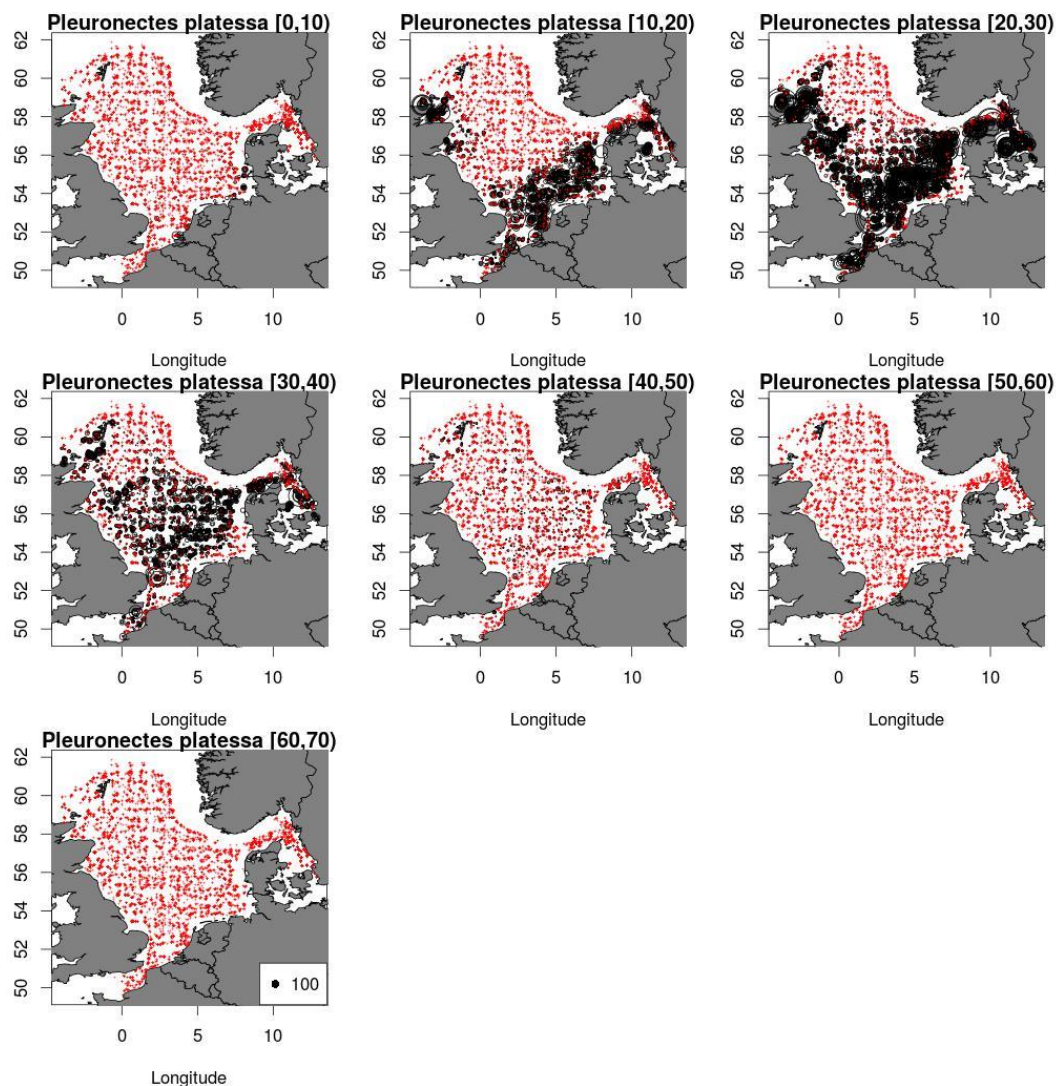
Type: Bentisk

Listeart: Nej

9.14.1

Bestandsudbredelse

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.



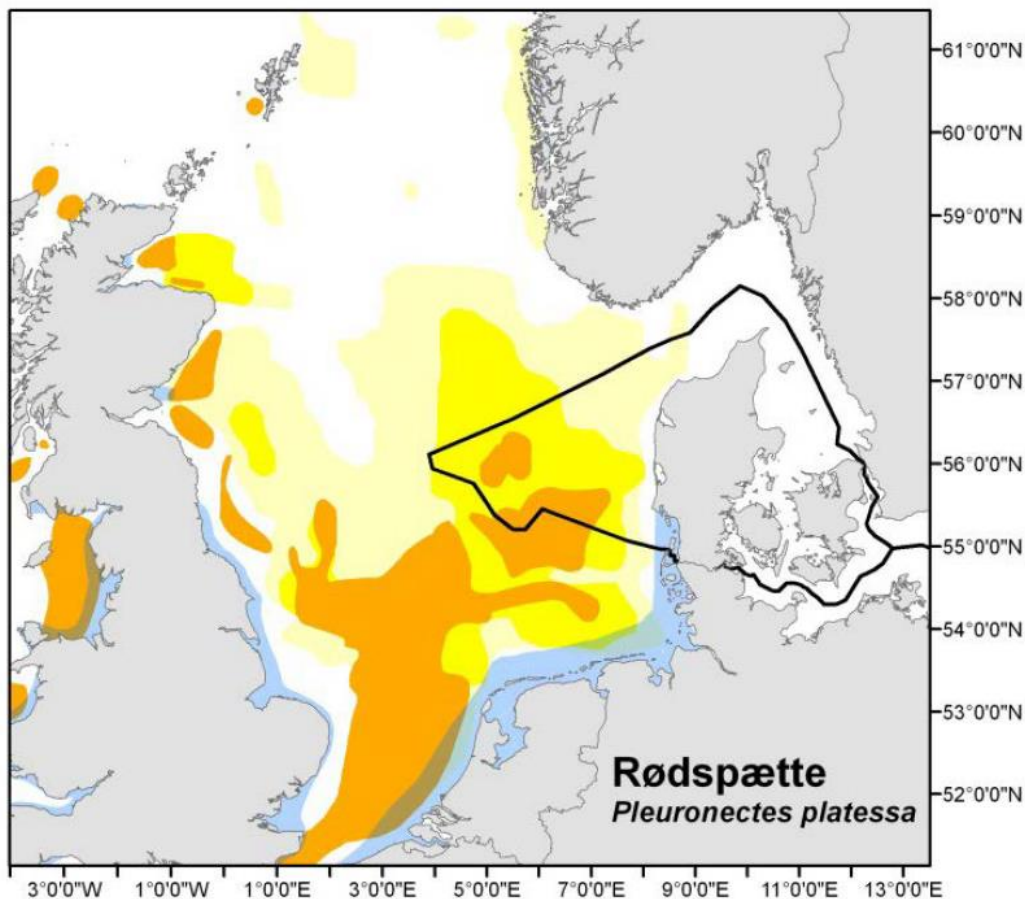
Figur 0-9. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af rødspætte¹⁶¹. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af rødspætte i den angivne størrelse.

Rødspætte forekommer på alle vanddybder ud til omtrent 200 meter¹⁶². Rødspætte ligger ofte nedgravet i havbunden i dagtimerne og vandrer ind på de mere kystnære områder om natten for

¹⁶¹ ICES (u. år). ICES-fishmap: Plaice.

¹⁶² Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

at søge føde. Rødspætte foretrækker sandet, gruset eller mudret bund. De fleste voksne individer forekommer på dybder mellem 10-50 meter. Gydning foregår ved omkring 6° C; typisk mellem december og maj, men toppe i februar. Gydning kan mislykkes i brakvand, hvis saltindholdet er for lavt.^{163 164}



Figur 0-10 Figuren viser gyde- og opvækstområder hos rødspætte¹⁶⁵. Orange er kendte gydeområder. Gul er områder med høje forekomster af æg. Lysegul er områder med lave forekomster af æg. Blå er kendte opvækstområder.

Æg og larver lever i de fri vandmasser. I larvestadiet er fisken sårbar overfor storme, gopler, fødemangel og kuldeperioder. Efter larvestadiet opsøger fisken havbunden, hvor føden består af bundlevende invertebrater (bl.a. krebsdyr, havbørsteorme og skaldyr). Sådanne invertebrater forekommer langs Vestkysten¹⁶⁶. Fisken er 12-14 mm lang, når den søger ned til bunden.¹⁶⁷ De mindste rødspætter kan forekomme på meget lavt vand, bl.a. badestrande og tidevandssøer. Rødspætten påvirkes kraftigt, hvis levestederne i lavvandsområderne påvirkes negativt. Ved en alder på seks år er alle rødspætter kønsmodne. Fouragering foregår om natten. Migration hos

¹⁶³ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁶⁴ Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

¹⁶⁵ Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

¹⁶⁶ Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

¹⁶⁷ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

rødspætte er dårligt belyst, men fisken kan vandre op mod 30 km per døgn.¹⁶⁸ Der er etableret en "rødspætte boks" (The Plaice Box) langs Vestkysten for at beskytte juvenile stadier af rødspætte imod fiskeri¹⁶⁹.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen			+	+
Lønstrup			+	+
Agger Tange – 1			+	+
Harboøre Tange – 2			+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3			+	+
Trans – Thorsminde – 4			+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5			+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6			+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7			+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8			+	+
Blåvand			+	+

Tabel 0-13. Væsentlig tilstedeværelse af rødspætte langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

9.14.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Rødspætte er ofte en dominerende kystnær fiskeart¹⁷⁰ og kan derfor påvirkes af aktiviteter, der vedrører kystbeskyttelse. Dette gælder især for de juvenile stadier af rødspætte, der lever på meget lavt vand. Rødspætte fouragerer ikke via synet, og fødesøgning påvirkes derfor ikke af øget turbiditet forbundet med kystbeskyttelse. Undersøgelser tyder på, at øget turbiditet kan være en fordel for rødspætten.¹⁷¹ 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 dage¹⁷². Følsomheden vurderes derfor at være lav.

Som følge af mulige negative effekter af kystbeskyttelse på rødspætter er det blevet anbefalet, at aktiviteter forbundet med kystbeskyttelse anvender sediment, der minder om det lokale sediment. Det er ligeledes blevet anbefalet, at aktiviteterne ophører, når vandtemperaturen er over 10° C, fordi rødspætter ofte vandrer ind til de kystnære områder, når temperaturen er over 10° C.¹⁷³

¹⁶⁸ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁶⁹ Støttrup JG, Munk P, Kodama M, Stedmon C. 2017, Changes in distributional patterns of plaice *Pleuronectes platessa* in the central and eastern North Sea; do declining nutrient loadings play a role? J Sea Res.

¹⁷⁰ Selleslagh J, Amara R. 2008, Inter-season and interannual variations in fish and macrocrustacean community structure on a eastern English Channel sandy beach: Influence of environmental factors. Estuar Coast Shelf Sci. Elsevier

¹⁷¹ Essink K., 1999, Ecological effects of dumping of dredged sediments; Options for management. J Coast Conserv.

¹⁷² FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

¹⁷³ Støttrup JG, Munk P, Kodama M, Stedmon C., 2017, Changes in distributional patterns of plaice *Pleuronectes platessa* in the central and eastern North Sea; do declining nutrient loadings play a role? J Sea Res.

9.14.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Rødspætter kan opfatte lyde med frekvenser omkring 30 – 250 Hz¹⁷⁴. Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og har derfor ikke særlig god hørelse. Rødspætte har dog vist sig at reagere på infralyd¹⁷⁵. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav¹⁷⁶.

9.14.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af rødspætter er begrænset. Den eksisterende viden om rødspætter i relation til kystbeskyttelse er sparsom, og det foreliggende materiale er begrænset. Grundlaget vurderes at være tilstrækkeligt til at vurdere om der er væsentlige påvirkninger af rødspætte.

¹⁷⁴ 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.

¹⁷⁵ FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

¹⁷⁶ Nedwell JR, Edwards B, Turnpenny AWH, Gordon J. Fish and Marine Mammal Audiograms: A summary of available information. Subacoustech Rep ref 534R0214. 2004;

9.15

Pighvar

Navn: Pighvar (*Scophthalmus maximus*)

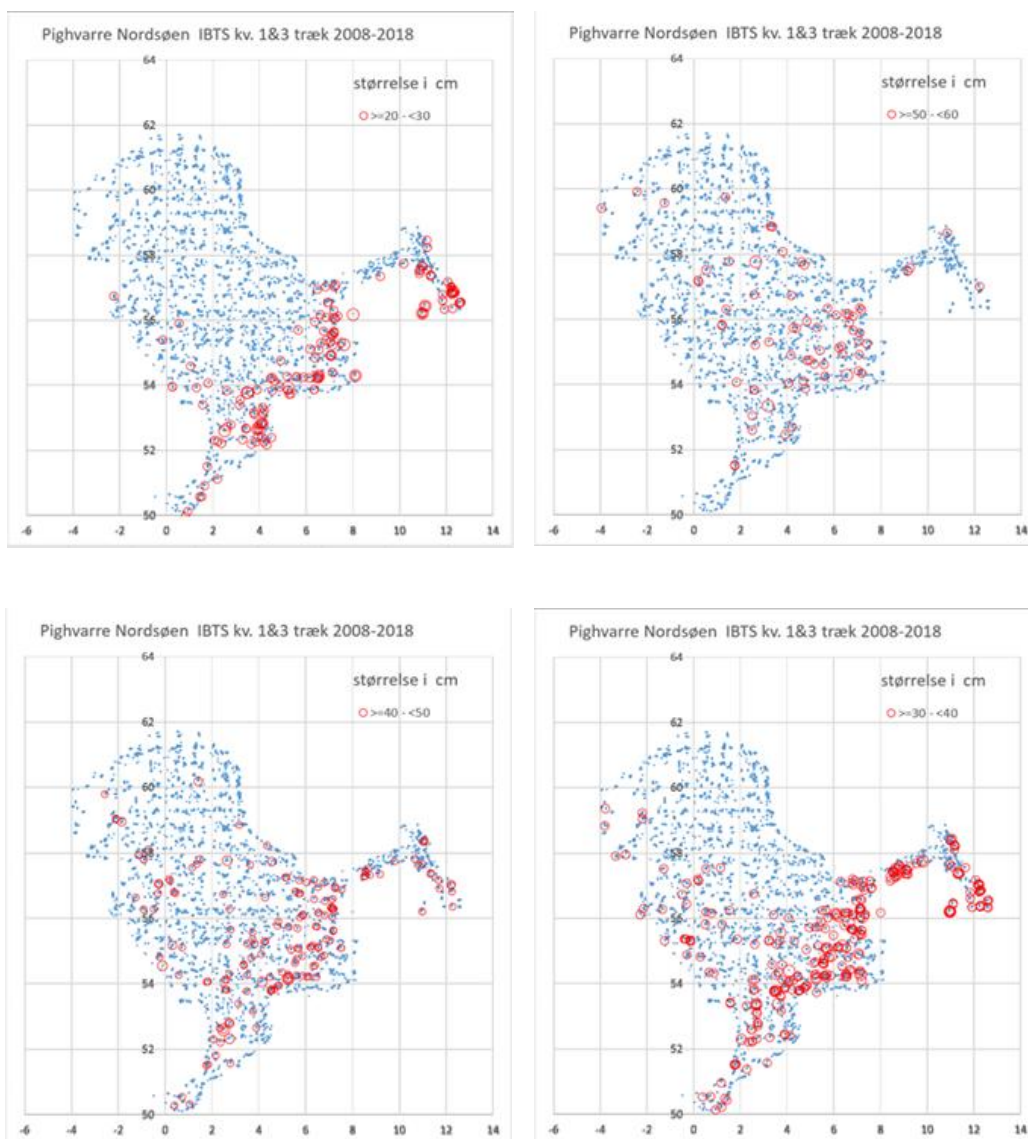
Type: Demersal

Listeart: Nej

9.15.1

Bestandsudbredelse

Den geografiske udbredelse af pighvar i Nordsøen er vist på Figur 0-11. Den lever som juvenil og voksen på 10 – 70 meters dybde på sand- eller blandet bund¹⁷⁷. Føden består mest af mindre fisk, som tobis, kutling, sild og små fladfisk men også forskellige muslinger og krebsdyr. I Nordsøen er pighvar med en størrelse op til 50- 60 cm almindelige, men den kan blive op til en meter i længde (ca. 25 kg)¹⁷⁸. De vigtigste gydeområder forekommer i den centrale del af Nordsøen ved Dogger Banke og Turbot Banke og ikke langs Vestkysten¹⁷⁹.



¹⁷⁷ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁷⁸ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁷⁹ Worsøe L. A., Horsten M. B. og Hoffmann E., 2002, GYDE- OG OPVÆKSTPLADSER FOR KOMMERCIELLE FISKEARTER I NORDSØEN, SKAGERRAK OG KATTEGAT, DFU-rapport nr. 118-02

Figur 0-11 Udbredelse og tæthed af pighvar fra IBTS i Nordsøen og Kattegat. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af pighvar. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af pighvar i den angivne størrelse¹⁸⁰.

Gydeperioden strækker sig fra tidlig april til august. Pighvar gyder på dybere vand, 10- 40 meter. Æggene er pelagiske. Larverne er ligeledes pelagiske. De juvenile er udbredt i mere kystnære områder end voksne individer. Dog kan de helt små juvenile også findes pelagisk sammen med larvestadierne. Voksne individer er udbredt i Nordsøen på dybder mellem 10 og 70 meter. De er også almindelige langs Vestkysten.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen			+	+
Lønstrup			+	+
Agger Tange – 1			+	+
Harboøre Tange – 2			+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3			+	+
Trans – Thorsminde – 4			+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5			+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6			+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7			+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8			+	+
Blåvand			+	+

Tabel 0-14. Væsentlig tilstedeværelse af pighvar langs de enkelte strækninger er angivet i tabellen herover med +.

Det danske fiskeri efter pighvar er hovedsageligt et garnfiskeri, hvor der anvendes stormaskede net. De samlede årlige fangster er 4-500 t.

9.15.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Følsomheden overfor sedimentbelastning vurderes at være lav for voksne og juvenile, da pighvarren er tilpasset livet på en dynamisk sandbund og lever nedgravet.

9.15.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og de har derfor ikke særlig god hørelse. Det kan sandsynligvis ikke høre frekvenser over 250 Hz¹⁸¹. Rødspætter har dog vist sig at reagere på infralyd. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for pighvar.

9.15.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes at datagrundlaget er tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der kan ske væsentlige virkninger på pighvar, som følge af kystbeskyttelsesprojektet.

¹⁸⁰ ICES, 2017. Report of the Working Group on Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak (WGNSSK 2017). ICES CM 2017/ACOM:21

¹⁸¹ FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

9.16 Skrubbe

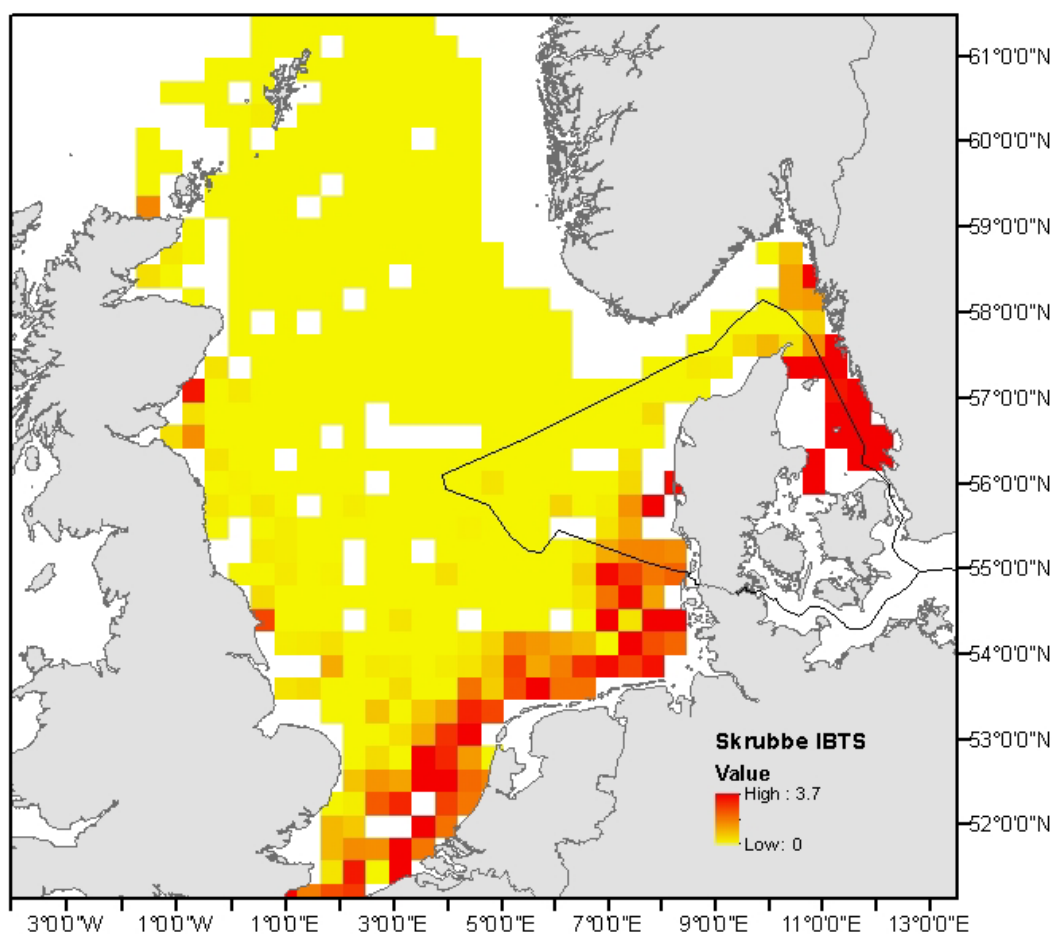
Navn: Skrubbe (*Platichthys flesus*)

Type: Demersal

Listeart: Nej

9.16.1 Bestandsudbredelse

Skrubbe kan i udseende minde lidt om rødspætte, men holder typisk til i kystnære brakvandsområder. I Nordsøen findes den derfor talrigest i områder hvor der er udløb med ferskvand, f.eks. nær flodudløb, og skrubben tåler også ferskvand. I Østersøen kan den findes ud til ca. 100 meters dybde. Skrubber er udbredt i hele Østersøen til helt op i Finske Bugt og Botniske Bugt. Skrubben er også udbredt i Middelhavet og Sortehavet.



Figur 0-12. Udbredelse af skrubbe i Nordsøen, røde nuancer angiver de højeste tætheder¹⁸².

Den geografiske udbredelse af skrubbe i Nordsøen er vist på Figur 0-12. Udbredelsen af skrubbe i Nordsøen er bestemt af brakvandslokaliteterne i Nordsøområdet, dvs. områder ved fjorde og flodudmundinger. De juvenile og voksne skrubber lever på ganske lavt vand. Det bemærkes, at den synes at være almindeligere i den sydøstlige del af Nordsøen, hvor de store floder udmunder. Skrubben kan i sjældne tilfælde blive op til ca. 60 cm, mens individer på op til 40 cm svarende til en alder på 7-8 år er alm. forekommende i Nordsøen. I Nordsøen bliver skrubben normalt

¹⁸² ICES, 2018. Report of the Benchmark Workshop on North Sea Stocks (WKNSEA 2018)

gydemoden som 2-3-årig, hvor størrelsen er 21-23 cm^{183 184}. Skrubbens gydeperiode er fra febr. - Maj. Skrubbens gydelokaliteter finde ofte på lidt dybere vand (20-40 m). Æggene er pelagiske og det samme gælder larverne. Når forvandlingen fra larvestadiet til juvenilstadiet sker i sensommeren, er larverne søgt ind på ganske lavt vand og de juvenile skrubber kan være talrige på 0.3 – 1 meter dybde. Da de juvenile og voksne skrubber er ret stationære, er det i æg- og larvestadierne, at der evt. sker udveksling mellem de forskellige lokalbestande.

Gydeperioden strækker sig fra tidlig februar til maj. Skrubben gyder på dybere vand, 20- 40 meter. Æggene og larverne er pelagiske. De juvenile og voksne skrubber er udbredt i kystnære områder på lavt vand, bl.a. langs Vestkysten og fjorde inkl. Limfjorden. Langs Vestkysten findes der sandsynligvis lokale bestande af skrubber, bl.a. Ringkøbing Fjord, Nissum Fjord og i den vestlige del af Limfjorden. Selvom udbredelsen af skrubbe i Nordsøen er bestemt af brakvandslokaliteterne i Nordsøområdet, dvs. områder ved fjorde og flodudmundinger, betragtes skrubberne i Nordsøen af ICES af praktiske grunde og pga. mangelfulde data som én bestand¹⁸⁵.

Livsstadium				
Strækning	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	(+)	(+)	+	+
Lønstrup	(+)	(+)	+	+
Agger Tange – 1	(+)	(+)	+	+
Harboøre Tange – 2	(+)	(+)	+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	(+)	(+)	+	+
Trans – Thorsminde – 4	(+)	(+)	+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	(+)	(+)	+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	(+)	(+)	+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7	(+)	(+)	+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8	(+)	(+)	+	+
Blåvand	(+)	(+)	+	+

Tabel 0-15. Væsentlig tilstedeværelse af skrubbe langs de enkelte strækninger er angivet i tabellen herover med +.

Det danske skrubbefiskeri (fangster) i Nordsøen er ubetydeligt. De samlede danske landinger af skrubber fra Nordsøen har i de senere år været på under 50 ton årligt.

9.16.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Følsomheden overfor sedimentbelastning vurderes at være lav for voksne og juvenile, da skrubben er tilpasset livet på en dynamisk sandbund og lever nedgravet.

¹⁸³ ICES, 2018. Report of the Benchmark Workshop on North Sea Stocks (WKNSEA 2018)

¹⁸⁴ Froese, Rainer and Sampang, Arlene. 2013. Potential Indicators and Reference Points for Good Environmental Status of Commercially Exploited Marine Fishes and Invertebrates in the German EEZ

¹⁸⁵ ICES, 2018. Report of the Benchmark Workshop on North Sea Stocks (WKNSEA 2018)

9.16.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og de har derfor ikke særlig god hørelse. Det kan sandsynligvis ikke høre frekvenser over 250 Hz¹⁸⁶. Rødspætter har dog vist sig at reagere på infralyd. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for skrubbe.

9.16.4 Vurdering af viden og data

Det relevante datagrundlaget for skrubbe i Nordsøen er begrænset, men vurderes at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering af hvorvidt, der vil være væsentlige påvirkninger af skrubbe.

¹⁸⁶ FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

9.17

Ising

Navn: Ising (*Limanda limanda*)

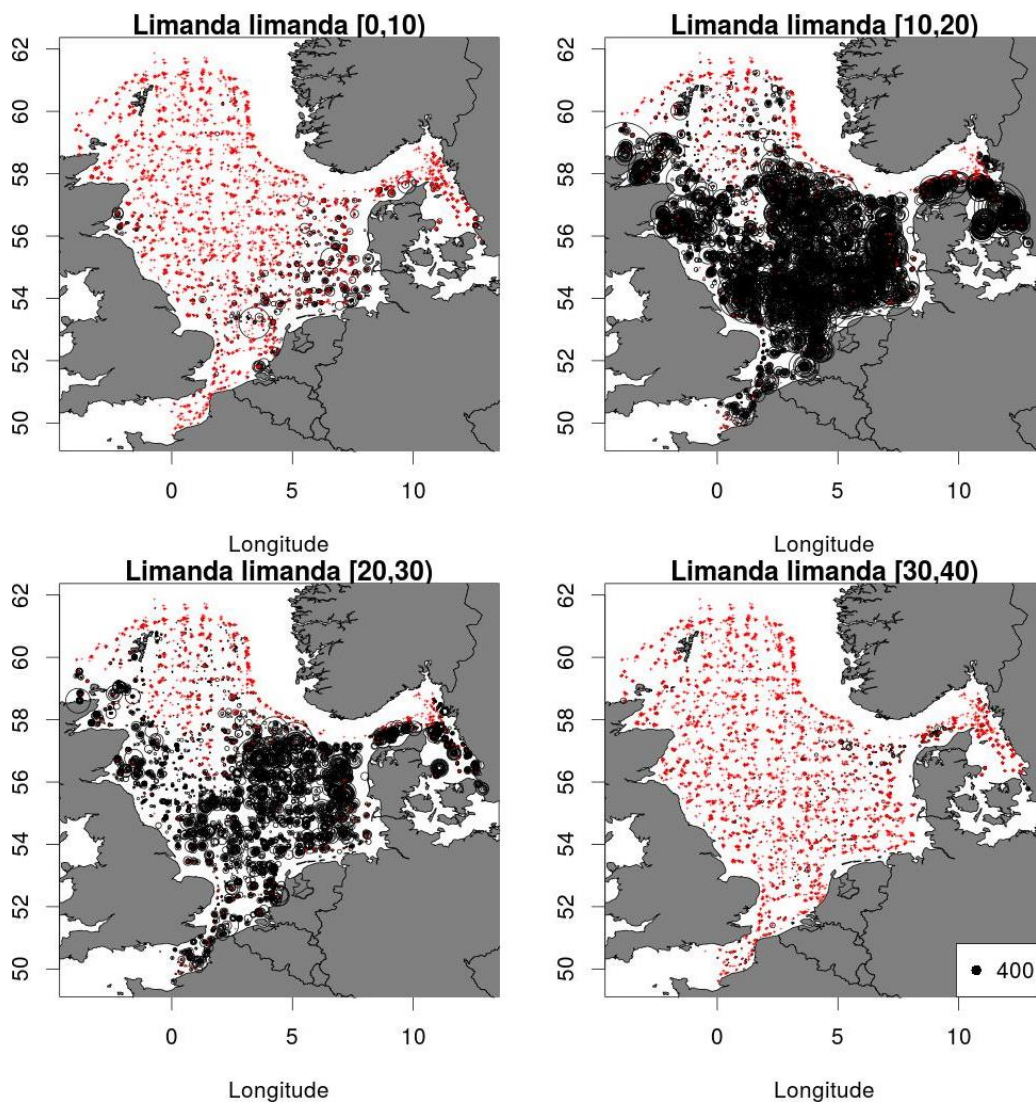
Type: Bentisk

Listeart: Nej

9.17.1

Bestandsudbredelse

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 områder. Større individer er mere udbredte over hele Nordsøen, hvorimod de største individer især forekommer langs den nordlige jyske vestkyst.

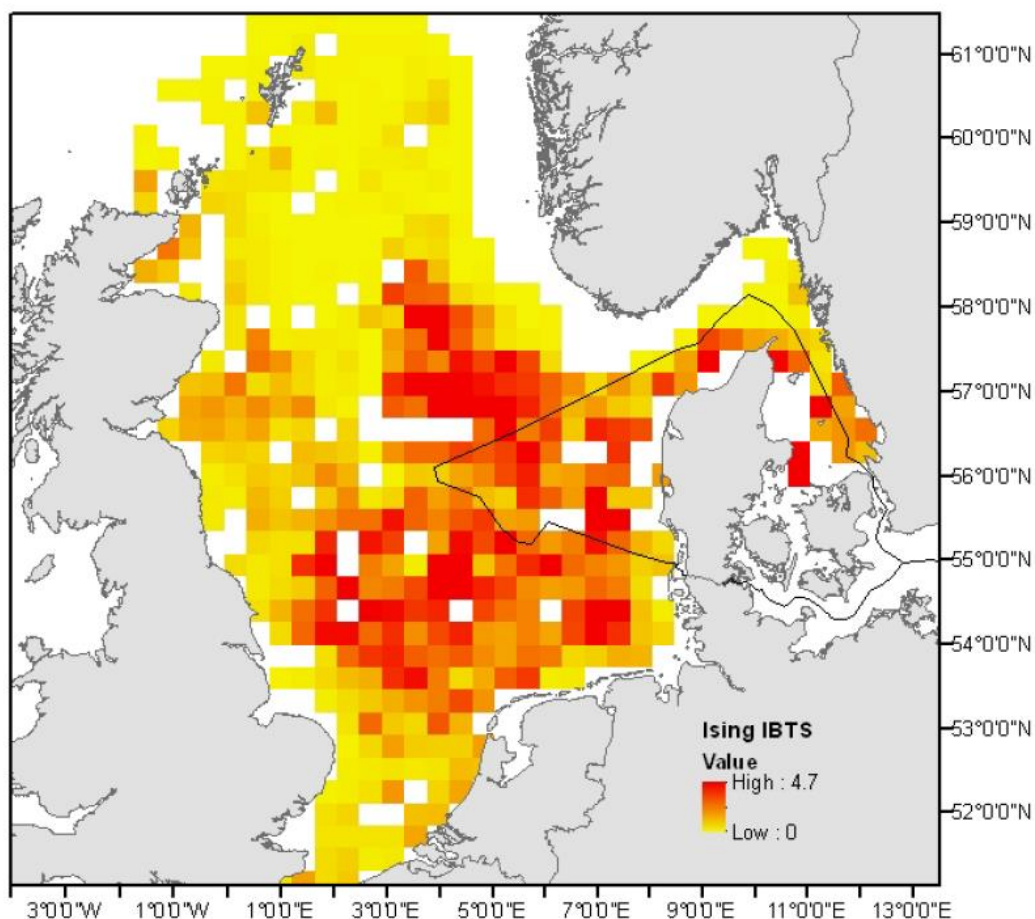


Figur 0-13. Udbredelse af ising i Nordsøen¹⁸⁷. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af ising. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af ising i den angivne størrelse.

Figur 17-1 viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af ising. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af ising i den angivne størrelse.

¹⁸⁷ ICES (u. år). ICES-fishmap: Dab.

Ising forekommer hovedsageligt på vanddybder mellem 5 - 150 meter¹⁸⁸. Gydning foregår typisk mellem februar og juni på 20-40 meters dybde¹⁸⁹. Gydning finder sted over alt i artens udbredelsesområde. 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.^{190 191} Ved en alder på fem år er alle ising kønsmodne¹⁹².



Figur 0-14. Isings samlede udbredelse i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Røde nuancer viser høje fangster¹⁹³.

¹⁸⁸ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁸⁹ Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

¹⁹⁰ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁹¹ Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

¹⁹² Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁹³ Warnar T, Huwer B, Vinther M, Egekvist J, Sparrevohn CR, Kirkegaard E, et al. Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv. 2012.

Strækning	Livsstadium			
	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen			+	+
Lønstrup			+	+
Agger Tange – 1			+	+
Harboøre Tange – 2			+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3			+	+
Trans – Thorsminde – 4			+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5			+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6			+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7			+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8			+	+
Blåvand			+	+

Tabel 0-16. Væsentlig tilstedeværelse af ising langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

9.17.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Ising søger føde via synet, hvilket betyder, at fødesøgningen kan begrænses, hvis vandets sigtbarhed falder i forbindelse med kystbeskyttelse. Der er tegn på, at ising forsvinder fra områder, hvor vandets sigtbarhed falder markant¹⁹⁴. Følsomheden vurderes dog at være lav, da ising lever nedgravet og er tilpasset den dynamiske sandbund.

9.17.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Der forekommer ikke studier af ising ift. adfærd og støj. Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og de har derfor generelt ikke særlig god hørelse. Det kan sandsynligvis ikke høre frekvenser over 250 Hz¹⁹⁵. Rødspætter har dog vist sig at reagere på infralyd (lav frekvent). Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for ising¹⁹⁶.

9.17.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af ising er begrænset. Den eksisterende viden om ising i relation til kystbeskyttelse er sparsom, og det foreliggende materiale er begrænset. Grundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretaget en vurdering om hvorvidt, der er væsentlige virkninger på ising fra kystbeskyttelsesprojektet.

¹⁹⁴ Essink K. 1999, Ecological effects of dumping of dredged sediments; Options for management. J Coast Conserv.

¹⁹⁵ Chapman CJ, Sand O., 1974, 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

¹⁹⁶ Nedwell, J.R., et al. 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustic, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

9.18

Tunge

Navn: Tunge (*Solea solea*)

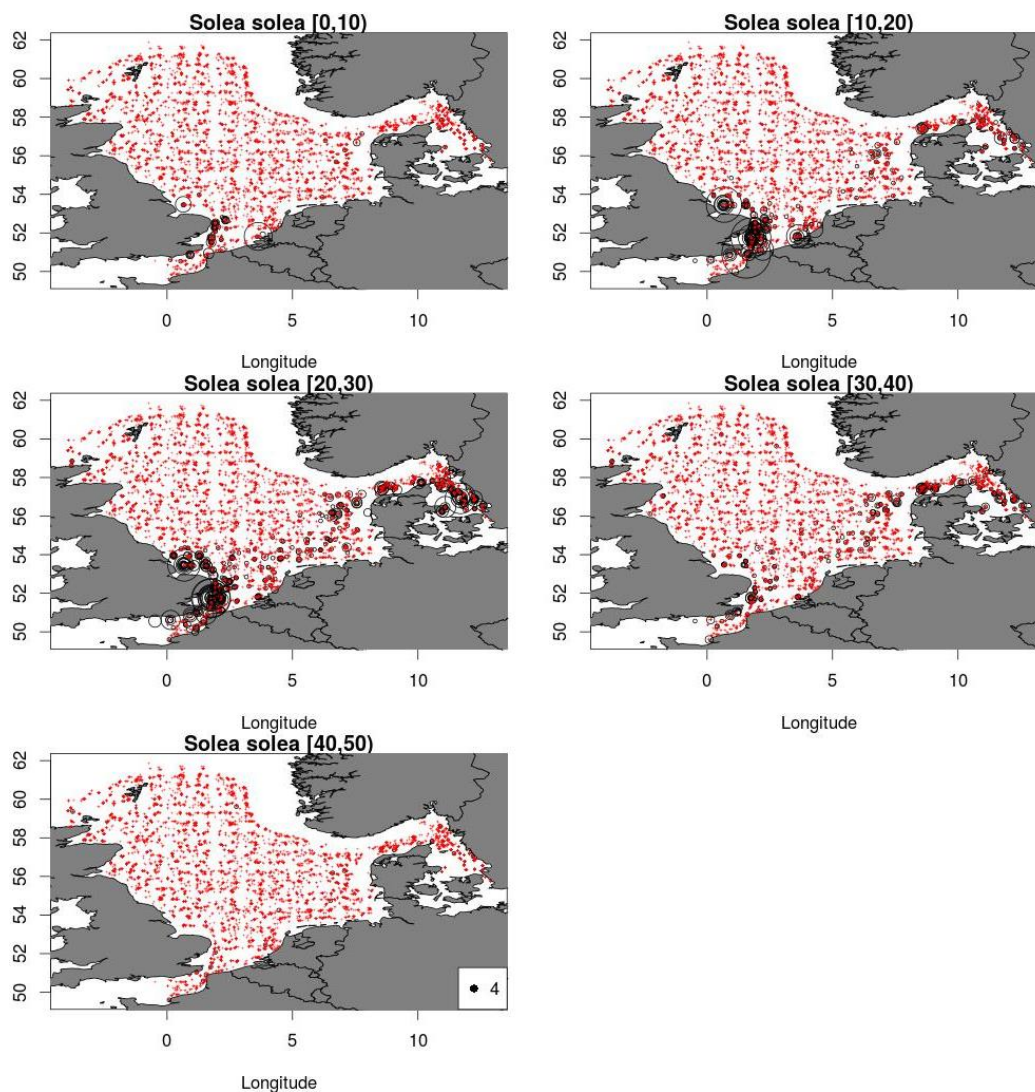
Type: Bentisk

Listeart: Nej

9.18.1

Bestandsudbredelse

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 på bløde, dyndede og sandede bundtyper¹⁹⁷. I Nordsøen lever tunge især i de sydlige dele.

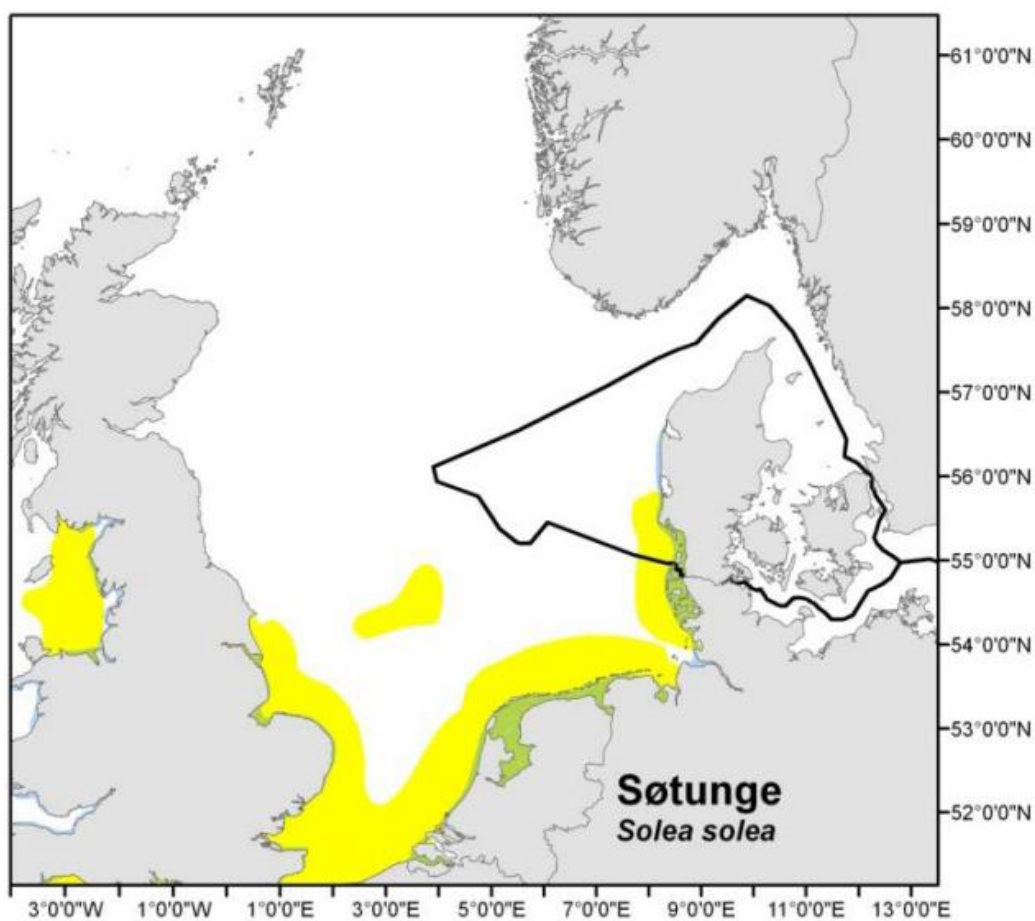


Figur 0-15. Udbredelse af tunge i Nordsøen¹⁹⁸. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af tunge. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af tunge i den angivne størrelse.

Mindre individer (< 20 cm) af tunge forekommer kystnært i de sydlige og vestlige områder 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.

¹⁹⁷ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

¹⁹⁸ ICES (u. år). ICES-fishmap: Lemon sole.



Figur 0-16. Figuren viser gyde- og opvækstområder hos tunge (også kendt som søtunge). Gul (og grøn) er gydeområder. Blå (og grøn) er opvækstområder¹⁹⁹.

Gydning foregår typisk i perioden april – september med den højeste gydeaktivitet i april - maj ved temperaturer på 6-12° C²⁰⁰ ²⁰¹. Der er gyde- og opvækstområder langs den sydlige del af Vestkysten. Migration forbundet med gydning foregår ofte om natten, hvor fisken befinder sig fritsvømmende i vandsøjlen²⁰². Æg og larver lever i de fri vandmasser. Ved en kropslængde på 12 – 14 mm opsøger fisken havbunden i kystnære og ganske lavvandede områder²⁰³, 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. Ved en alder på fem år er alle tunger kønsmodne. ²⁰⁴

¹⁹⁹ Warnar T, Huwer B, Vinther M, Egekvist J, Sparrevohn CR, Kirkegaard E, et al. Fiskebestandenes struktur. Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv. 2012.

²⁰⁰ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

²⁰¹ Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

²⁰² Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

²⁰³ Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

²⁰⁴ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

Livsstadium				
Strækning	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen			+	+
Lønstrup			+	+
Agger Tange – 1			+	+
Harbøre Tange – 2			+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3			+	+
Trans – Thorsminde – 4			+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5			+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6			+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7			+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8			+	+
Blåvand			+	+

Tabel 0-17. Væsentlig tilstedeværelse af tunge langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

9.18.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Tunge forekommer kystnært kan derfor påvirkes af aktiviteter, der vedrører kystbeskyttelse. Dette gælder især i de juvenile stadier. Tunge har en præference for bestemte sedimenttyper, og fiskens forekomst kan derfor påvirkes, hvis sedimentet ændres under sandfodring²⁰⁵. Tunge foretrækker fint sediment, der er omkring 63 – 250 µm. Tilgængeligheden af de foretrukne sedimenttyper i lavvandede områder kan tilsyneladende kobles til rekruttering af tunge²⁰⁶. Tunge lever på blød, dyndet eller sandet bund, hvor den søger føde. Hvis føden begravnes af sediment, der anvendes til kystbeskyttelse, kan fødeindtaget og dermed fiskens vækst blive begrænset. Tunge fouragerer om natten, så øget turbiditet forbundet med kystbeskyttelse spiller sandsynligvis en ubetydelig rolle.

9.18.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Tunge reagerer adfærdsmæssigt på støj over 20 Hz^{207 208}. Tunge kan derfor påvirkes af kystbeskyttelse, hvis kraftig støj forekommer ved aktiviteten. Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og de har derfor generelt ikke særlig god hørelse. Det kan sandsynligvis ikke høre frekvenser over 250 Hz. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for tunge^{209 210}.

²⁰⁵ Post MHM et al., 2017, Habitat selection of juvenile sole (*Solea solea* L.): consequences for shoreface nourishment. J Sea Res.

²⁰⁶ Le Pape, O., et al. 2003, Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population. J Sea Res.

²⁰⁷ Lagardère JP, Bégout ML, Lafaye JY, Villotte JP. 1994, Influence of wind-produced noise on orientation in the sole (*Solea solea*). Can J Fish Aquat Sci.

²⁰⁸ Maes, J., 2004, Field evaluation of a sound system to reduce estuarine fish intake rates at a power plant cooling water inlet.

²⁰⁹ Nedwell, J.R., et al. 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustic, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

²¹⁰ Le Pape, O., et al. 2003, Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population. J Sea Res.

9.18.4 Mulige afværgetiltag

Mulige afværgetiltag kunne omfatte:

- Tilstræbe en langsigtet, naturlig og stabil sandfodring på alle strækninger der vekselvirker med henblik på opretholdelse af et stabilt fødegrundlag.
- Tilstræbe minimering af udsving i fødegrundlag ved planlægning og udførelse af sandfodring.
- Tilstræbe, at kun dele af kysten påvirkes ved sandfodring samme år således, at der til stadighed er områder med gode fourageringsmuligheder i nærheden.

9.18.5 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af tunge er begrænset. Den eksisterende viden om tunge i relation til kystbeskyttelse er sparsom, og det foreliggende materiale er begrænset. Grundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretage en vurdering om hvorvidt, der er væsentlige virkninger på tunge fra kystbeskyttelsesprojektet.

9.19

Rødtunge

Navn: Rødtunge (*Microstomus kitt*)

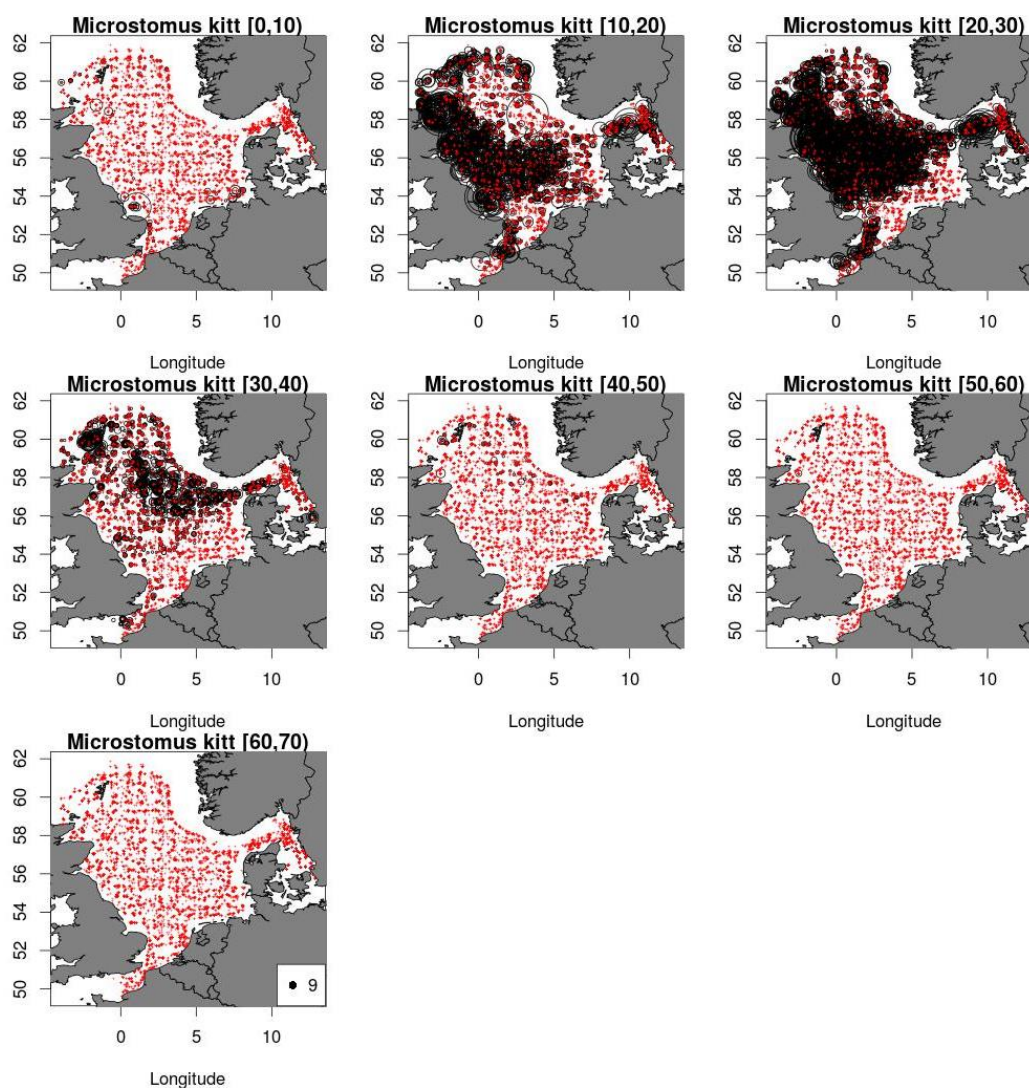
Type: Bentisk

Listeart: Nej

9.19.1

Bestandsudbredelse

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 læn- gere 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.



Figur 0-17. Udbredelse af tunge i Nordsøen²¹¹. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af tunge. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af tunge i den angivne størrelse.

Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af rødtunge. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af rødtunge i den angivne størrelse.

²¹¹ ICES (u. år). ICES-fishmap: Lemon sole.

Rødtunge forekommer på vanddybder mellem 10 - 150 meter²¹². 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)²¹³. Sådanne invertebrater forekommer langs Vestkysten²¹⁴. Ved en alder på seks år forventes det, at alle rødtunger er kønsmodne ved en længde på omkring 30 cm²¹⁵. Migration hos rødtunge er dårligt belyst.

Livsstadium				
Strækning	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen				
Lønstrup				
Agger Tange – 1				+
Harboøre Tange – 2				+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3				
Trans – Thorsminde – 4				+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5				+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6				+
Ndr. Holmsland Tange – 7				
Sdr. Holmsland Tange – 8				
Blåvand				

Tabel 0-18. Væsentlig tilstedeværelse af rødtunge langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

9.19.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Effekter af sedimentbelastning er dårligt belyst for rødtunge, men arten kan antageligvis påvirkes af sediment som mange andre fiskearter²¹⁶. Dog forekommer rødtunge sjældent på lavt vand, og kystbeskyttelse formodes derfor at have minimal betydning for rødtunge.

9.19.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og de har derfor generelt ikke særlig god hørelse. Det kan sandsynligvis ikke høre frekvenser over 250 Hz. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for rødtunge²¹⁷.

²¹² Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

²¹³ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

²¹⁴ Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

²¹⁵ Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

²¹⁶ Kjelland ME, Woodley CM, Swannack TM, Smith DL., 2015, A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. Environ Syst Decis. Springer US

²¹⁷ Nedwell, J.R., et al. 2014, "Fish and marine mammal audiograms: a summary of available information," Subacoustic, ISBN, 534R014. P. 278 ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat

9.19.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af rødtunge er begrænset. Den eksisterende viden om rødtunge i relation til kystbeskyttelse er sparsom, og det foreliggende materiale er begrænset. Grundlaget vurderes dog at være tilstrækkeligt til at foretaget en vurdering om hvorvidt, der er væsentlige virkninger på tunge fra kystbeskyttelsesprojektet.

9.20

Hestereje

Navn: Hestereje (*Crangon crangon*)

Type: Bentisk

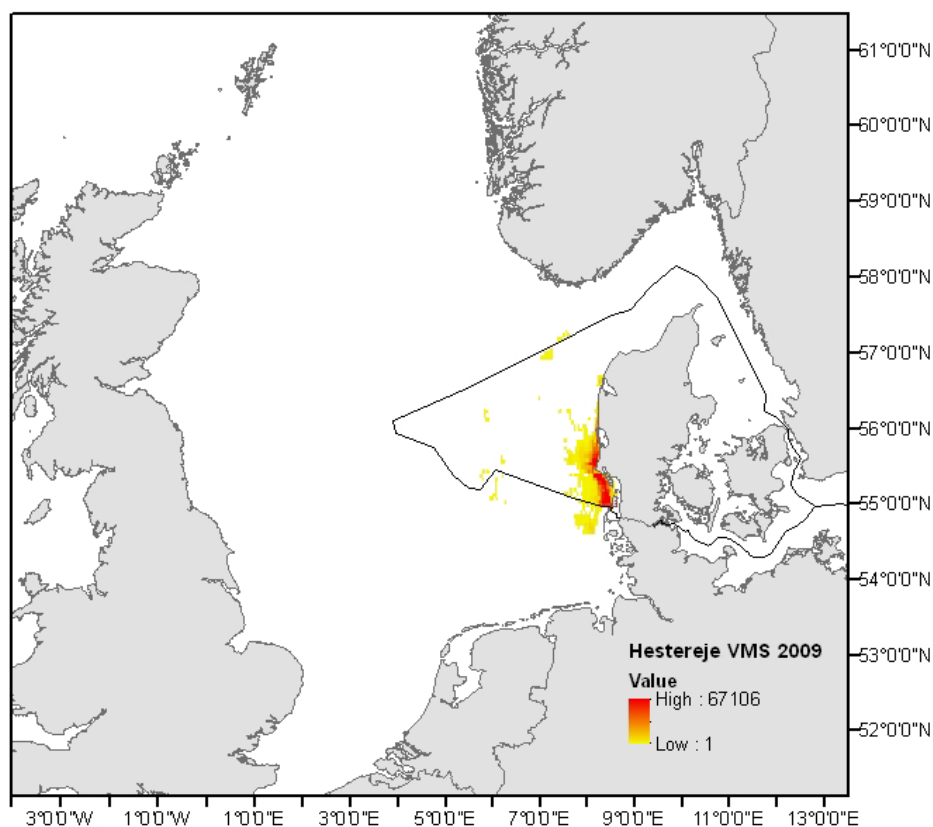
Listeart: Nej

9.20.1

Bestandsudbredelse

Hesterejen er et lille krebsdyr hørende til decapoderne. Hesterejen er udbredt i kystnære områder både med blød bund og hård sandbund ud til ca. 40 m's dybde, men er normalt mest almindelig på 5 – 20 meter vand. De forskellige livsstadier findes på samme lokalitet. Arten tåler i øvrigt brakvand og findes også i estuarier med lave saltholdigheder. I Vadehavet og langs Vestkysten er den særlig talrig og genstand for et betydeligt kommercielt fiskeri.

Når æggene gydes, bæres de af hunnerne indtil klækning. Ægbærende hunner kan observeres gennem hele året i bestandene, men det synes alligevel som om der to toppunkter i ægproduktionen: Sommer- og vinteræg. Larverne er pelagiske i ca. en måned. Efter forvandling til juvenile på 7-15 mm søger de mod havbunden i områder med lavt vand. Hesterejen er en kortlivet art med normal levetid på 1,5 – 2 år. Protandrisk hermafroditisme (kønsskifte fra han til hun) er almindeligt forekommende (men sandsynligvis ikke generelt)²¹⁸. Hesterejer kan blive op til ca. 100 mm, men normalt kun ca. 60 mm.



Figur 0-18. Hesterejens udbredelse i Nordsøen. Røde nuancer viser de højeste tætheder.²¹⁹

²¹⁸ Hufnagl, M., Axel Temming and Andrea Dänhardt. 2006. The brown shrimp a protandric hermaphrodite? Relevance of this sexual system for its population dynamics. Dissertation 2009

²¹⁹ Warnar T, Huwer B, Vinther M, Egekvist J, Sparrevohn CR, Kirkegaard E, et al. Fiskebestandenes struktur. Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv. 2012.

Livsstadium				
Strækning	Æg	IR Juv.	Juvenil	Adult
Skagen	+	+	+	+
Lønstrup	+	+	+	+
Agger Tange – 1	+	+	+	+
Harboøre Tange – 2	+	+	+	+
Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3	+	+	+	+
Trans – Thorsminde – 4	+	+	+	+
Thorsminde – Husby Klitplantage – 5	+	+	+	+
Husby Klitplantage – Søndervig – 6	+	+	+	+
Ndr. Holmsland Tange – 7	+	+	+	+
Sdr. Holmsland Tange – 8	+	+	+	+
Blåvand	+	+	+	+

Tabel 0-19. Væsentlig tilstedeværelse af hestereje langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

Hesterejen er nærmest altædende, men de vigtigste fødeemner er levende og døde dyr på havbunden, f.eks. små krebsdyr, bløddyr, orme og små fisk. Også alger som *Ulva sp.* kan indgå i føden.

Arten er selv et vigtigt fødeemne for mange fiskearter. Hvingling, torsk og ising æder store mængder hesterejer. For fiskearter på lavt vand, såsom kutlinger og ulke, er hesterejer vigtig føde. Også for flere mågearter synes hesterejer at være en vigtig fødekilde.

Det danske fiskeri efter hesterejer foregår i områderne langs Vestkysten, hovedsagelig i den sydlige del af sandfodringsområdet. De årlige danske fangster varierer mellem 2500-4000 t og er af betydelig økonomisk værdi

9.20.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Hesterejen er tilpasset at søge føde i brændingszonen og den er meget mobil. Følsomheden vurderes derfor at være lav både over for øget sedimentation og høje koncentrationer af suspenderet stof i vandsøjlen²²⁰. Hesterejen synes også at være ret fleksibel mht. kornstørrelse i sediment²²¹.

9.20.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Der forekommer få studier af hesterejen ift. adfærd og støj. Akvarieforsøg har vist at støj 20-30 dB over naturlig baggrundsstøj ved stranden medfører lavere vækst og fødeindtag ved længerevarende (måneder) støjpåvirkning²²².

9.20.4 Vurdering af viden og data:

Det vurderes, at grundlaget for at vurdere projektets påvirkninger af hesterejen er tilstrækkeligt. Artens robusthed, bl.a. som følge af dens produktivitet og tilpasningsevne er veletableret viden. Det kraftige fiskeritryk synes også at have ringe indflydelse på bestanden.

²²⁰ MarLIN, The Marine Life Information Network, Besøgt 9. jan. 2019, <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/2031>

²²¹ Biotic. Biological Traits Information Catalogue. Crangon crangon.

²²² Lagardère, J. P., 1982, Effects of Noise on Growth and Reproduction of Crangon crangon in Rearing Tanks, Marine Biology 71,177-185

BILAG 10

VÆSENTLIGHEDSVURDERING



RAMBOLL

10.1 Baggrund for væsentlighedsvurderingen

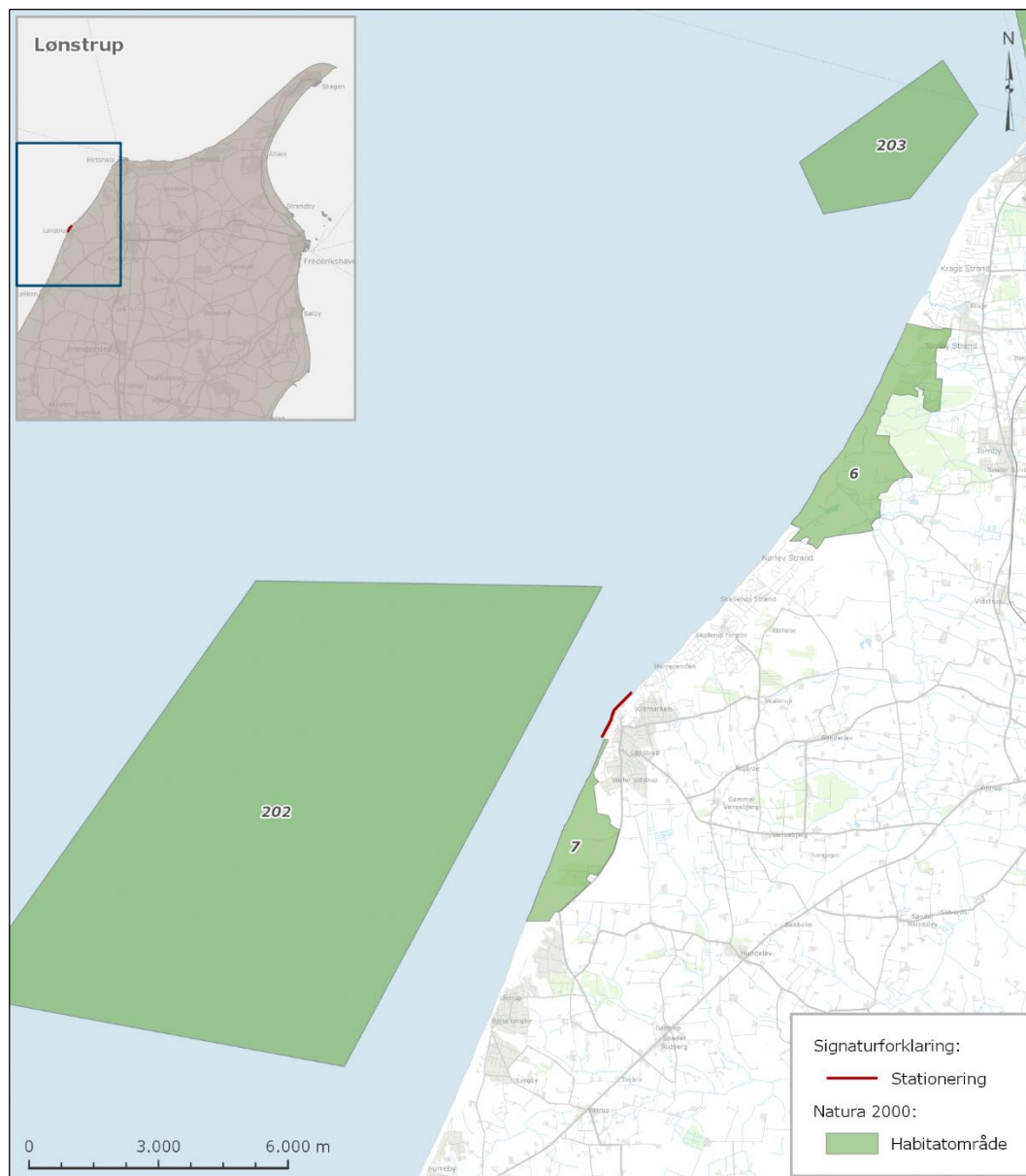
Kystdirektoratet, Kystzoneforvaltningen samt Miljøstyrelsen har vurderet, at kystbeskyttelsesindsatsen ved Lønstrup er omfattet af bekendtgørelse af lov om miljøvurdering og VVM²²³, og at der skal udarbejdes miljøkonsekvensvurderinger og miljøvurdering, både fordi projekterne vil være forbundet med miljøpåvirkninger, og fordi fællesaftalerne vurderes som planer. I den forbindelse skal der være en vurdering af, hvorvidt projektet kan udgøre en væsentlig negativ påvirkning af Natura 2000-områder i henhold til habitatbekendtgørelsens § 6 stk. 1²²⁴.

Fællesafalestrækningen Lønstrup grænser op til Natura 2000-område nr. 7 'Rubjerg Knude og Lønstrup Klint'. Nord for strækningen ved Lønstrup ligger Natura 2000-område N6 'Kærsgård Strand, Vandplasken og Liver Å'. Ud for og nord for strækningen ved Lønstrup findes to marine Natura 2000-områder N202 Lønstrup Rødgrund og N203 Knudegrund.

Væsentlighedsvurderingen for Natura 2000-områderne omfatter en beskrivelse af de eksisterende naturforhold i området samt en vurdering af kystbeskyttelsens potentielle påvirkning af naturtyper, arter og fugle på udpegningsgrundlaget for området. Til sidst gives en vurdering af kumulative påvirkninger og en sammenfattende vurdering for den potentielle påvirkning af Natura 2000-områdene. Vurderingerne er udarbejdet på baggrund af eksisterende kortlægning af naturforholdene i området samt det eksisterende projektgrundlag.

²²³ Miljøstyrelsen, MiljøGIS Natura 2000 Planer 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&&profile=natura2000planer2-2016>

²²⁴ Fugle og Natur, 2018. <https://www.fugleognatur.dk/>



Figur 10-1 Natura 2000-områder ved Lønstrup projektstrækning. Der er ikke fuglebeskyttelsesområder inden for kortudsnittet.

10.2 Natura 2000-lovgivning

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 habitatdirektiv²²⁵ og fuglebeskyttelsesdirektiv²²⁶ 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.

For hvert Natura 2000-område er der givet en liste, det såkaldte udpegningsgrundlag, med naturtyper, arter og fugle, som det enkelte område er udpeget for at beskytte. Det overordnede mål

²²⁵ Miljøstyrelsen, MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021. Juni 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>

²²⁶ Søgaard, B. et al., 2003, Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. – Faglig rapport fra DMU, nr. 457. http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrapporter/rapporter/fr457_2udg_www.pdf

for Natura 2000-områderne er at sikre eller genoprette gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, der indgår i områdernes udpegningsgrundlag. Habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet angiver en række kriterier, som skal være opfyldt, for at en naturtype eller art kan siges at have gunstig bevaringsstatus. For at nå det mål, er der for hvert Natura 2000-område udarbejdet en Natura 2000-plan, der sætter rammerne for, hvordan der skal arbejdes for at sikre gunstig bevaringsstatus. Områderne overvåges som led i den nationale DEVANO-overvågning, og der udgives jævnligt statusrapporter for gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter for hele landet samt basisrapporter, der beskriver tilstanden i hvert område forud for hver planperiode.

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 således 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.

Habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet er implementeret i dansk lovgivning via habitatbekendtgørelsen²²⁷ og Natura 2000-bekendtgørelsen²²⁸.

Natura 2000-områderne er pr. 1. november 2018 opdateret i Miljø- og fødevarerministeriets reviderede habitatbekendtgørelse, som fastlægger de endelige Natura 2000-grænser og fastlægger nye Natura 2000-områder, der udpeges. Områderne er justerede på baggrund af den politiske aftale om Naturpakken, maj 2016. Der er pligt til at beskytte de nyudpegede arealer med det samme, ligesom de arealer, der udtages, også skal beskyttes, indtil Europa-Kommissionen har godkendt de nye områdegrænser (forventet ultimo 2019).

²²⁷ Fugle og Natur, 2018. <https://www.fugleognatur.dk/>

²²⁸ 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/Ita/2020/654>

10.3 Projektbeskrivelse

Kystbeskyttelsen på strækningen ved Lønstrup, der udgør det projekt, som skal miljøkonsekvensvurderes, omfatter den del af Fællesaftalen for 2020-24 (Aftale om fælles finansiering af kystbeskyttelsen mellem staten og Hjørring Kommune), som vedrører blød kystbeskyttelse.

Langs projektstrækningen udføres kystbeskyttelse udelukkende som sandfodring i form af strandfodring og kystnærfodring. Sandfodring udgør sammen med vedligeholdelsen af de eksisterende hårde kystbeskyttelsesanstæ, der ikke er omfattet af projektet, den samlede kystbeskyttelsesindsats på strækningen.

Sandfodring gennemføres som strandfodring, hvor sandet pumpes ind på stranden fra et sandfodringsskib via en rørledning eller ved tilkørsel fra land. Den kystnære fodring sker ved klapning eller rainbowing.

En uddybende projektbeskrivelse med metoder og mængder findes i miljøkonsekvensrapportens kapitel 3 *Projektbeskrivelse*.

Beskrivelse af projektets potentielle påvirkninger på terrestrisk og marin natur er givet nedenstående i afsnit 10.3.1 og afsnit 10.3.2.

10.3.1 Potentielle påvirkninger fra projektet på terrestrisk natur

I det følgende gives en generel beskrivelse af de potentielle påvirkninger, som forventes at kunne opstå i forbindelse med kystbeskyttelsen, og som er vurderet relevante i forhold til terrestriske dele af habitat- og fuglebeskyttelsesområder og de naturtyper og arter, der er tilknyttet disse. Det gælder følgende påvirkninger:

- Tilførsel af sand til strand foregår med direkte strandfodring fra skib. Herunder færdsel med maskiner på land, etablering af midlertidige arbejdspladser i forbindelse med strandfodring.
- Indirekte tilførsel af sand til strand foregår via kystnær fodring.
- Udførelse af strandfodring fra land med marint sand - transporteret med lastvogne.

Sandfodring

Sandfodring udføres enten fra havet eller ved tilkørsel fra land. Sandfodring fra havet udføres som en kombination af kystnær fodring og strandfodring. Begge metoder medfører en stabilisering af stranden og dermed også af kystdynamikken, idet erosionen mindskes og risiko for brud i kystkanten reduceres. Det betyder, at den naturlige kystdynamik reduceres, og at der sker en fastholdelse og stabilisering af kystkanten ud for Lønstrup. Dog er strækningen beskyttet af skråningsbeskyttelse, hvormed kystdynamikken allerede er bremset.

Ved en naturlig kystdynamik uden kystbeskyttelse vil kystlinjen rykke tilbage, men klintens udstrækning fastholdes grundet skråningsbeskyttelsen. Med tiden vil stranden blive så smal, at der vil ske et skråningskollaps. Dette vil ikke ske inden for projektets periode. Ved 0-alternativet kan der dog jf. modellering ske et skråningskollaps og en 40 meter akut erosion i den sydlige del af strækningen i tilfælde af en 100 årsstormhændelse, hvis der ikke kystbeskyttes. Ved en naturlig kysttilbagerykning vil naturtyperne langs kysten langsomt vandre med ind i landet. Da baglandet de fleste steder langs Vestkysten og også ved Lønstrup er udnyttet til bebyggelse mm. vil en forskydning af kystnaturtyperne ikke være mulig.

Sand til sandfodring hentes i marine sandindvindingsområder, og aktiviteterne her er underlagt særskilte miljøkonsekvensvurderinger. Spredningen af forurenende stoffer i form af næringssalte eller miljøfarlige stoffer i forbindelse med sandfodringen er indledningsvist screenet ud som en

mulig påvirkning. Det skyldes, at materialer til sandfodring primært stammer fra et sandindvindingsområde. I forbindelse med tilladelser til anvendelse af sand fra indvindingsområder har Miljøstyrelsen vurderet, at der er tale om rene materialer. Påvirkning fra næringsstoffer og miljøfremmede stoffer på strandens natur i forbindelse med sandfodringsaktiviteter beskrives og vurderes dermed ikke nærmere. Det forudsættes endvidere, at der kun anvendes sand af passende kornstørrelse.

Kystbeskyttelsen betyder dermed generelt en beskyttelse af skråningsbeskyttelsen, så kystnaturen på land beskyttes. Det betyder ved Lønstrup at de mere stabile naturtyper som f.eks. grå/grøn klit sikres i deres udbredelse, mens pionernaturtyper som f.eks. kystklint sammen med de arter, der er tilknyttet hertil, begrænses i den naturlige udbredelse og dynamik.

I den nationale beskrivelse af kriterier for gunstig bevaringsstatus for klitnaturtyper nævnes det, at det på grund af naturtypernes naturlige mosaikforekomst, dynamiske natur og komplekse successionsmønstre kan være hensigtsmæssigt at forholde sig til en klithelhed i stedet for de enkelte naturtyper alene. Målsætningerne bør da stille efter at videreføre en naturlig dynamik og succession, hvor eventuelt tab af areal af en naturtype kompenseres af tilgang fra yngre successionsstadier²²⁹.

Dette tolkes i en kystbeskyttelsessammenhæng til, at fri og naturlig dynamik og succession også i områder med kystklint er at foretrække, at det samlede areal med kystnatur skal sikres, og at kystbeskyttelse dermed bør begrænses for at opnå og sikre gunstig bevaringsstatus. Dette er muligt, hvor der er plads til naturtypernes frie dynamik. Hvor der ikke er plads til, at naturtyperne kan vandre frit og gradvist vil forsvinde med havets erosion af kysten, f.eks. hvor der er bagved liggende bebyggelse, kan kystbeskyttelse ved sandfodring være gavnlig for naturtyperne og Natura 2000-området, idet arealet sikres, selv om kvaliteten i form af naturlig dynamik forringes.

Færdsel med maskiner

Færdsel på stranden med maskiner i forbindelse med sandfodring medfører fysisk påvirkning af vegetationen og levesteder for dyrearter. Stranden er de fleste steder helt uden vegetation, men kan potentielt være ynglested for fugle, der lægger sine æg direkte på stranden. Der er dog ikke konstateret ynglende strandfugle på strækningen. Ved færdsel med maskiner skal det tilstræbes at anvende etablerede stier og adgangsveje til kysten, og sårbare habitatnaturtyper, dvs. naturtyper der er mindre robuste og lang tid om at regenerere, f.eks. grå/grøn klit, skal friholdes fra færdsel.

10.3.2 Potentielle påvirkninger fra projektet på marin natur

I det følgende beskrives de potentielle påvirkninger, som forventes at kunne opstå i anlægsfasen for kystbeskyttelsen, og som er vurderet relevante i forhold til de marine habitatområder.

Sandfodring kan potentielt resultere i følgende påvirkninger i anlægsfasen:

- Fysisk forstyrrelse af havbunden (habitattab og/eller habitatændring)
- Spredning af sediment i vandsøjlen

²²⁹ Søgaard, B., Skov, F., Ejrnæs, R., Nielsen, K.E., Pihl, S., Clausen, P., Laursen, K., Bregnballe, T., Madsen, J., Baatrup-Pedersen, A., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Møller, P.F., Riis-Nielsen, T., Buttenschøn, R.M., Fredshavn, J., Aude, E. & Nygaard, B. 2003: Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. – Faglig rapport fra DMU, nr. 457. http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrapporter/rapporter/fr457_2udg_www.pdf

- Spredning af forurenende stoffer i vandsøjlen
- Sedimentation på havbunden
- Tilstedeværelse af skibe (støj over og under vand, lys over vand)
- Indførelse af ikke-hjemmehørende arter

Fysisk forstyrrelse af havbunden, spredning af sediment i vandsøjlen og sedimentation

Sandfodring kan potentielt påvirke den marine biodiversitet som følge af, at sandfodringen i en begrænset periode vil føre til en fysisk forstyrrelse af havbunden og en spredning af sediment i vandsøjlen, som herefter sedimenterer på havbunden). Da der er tale om strandfodring vurderes sedimentspredning og sedimentation at være begrænset.

Spredning af forurenende stoffer

Spredningen af forurenende stoffer i form af næringssalte eller miljøfarlige stoffer i forbindelse med sandfodringen er indledningsvist screenet ud som en mulig påvirkning. Det skyldes at materialer til sandfodring primært stammer fra et sandindvindingsområde, samt i mindre grad fra oprensning i tilknytning til indsejlingen ved Hirtshals Havn og stranden syd for Hirtshals Havn. I forbindelse med tilladelser til anvendelse af sand fra disse områder har Miljøstyrelsen vurderet, at der er tale om rene materialer, se *Projektbeskrivelsen* kapitel 3 i Miljøkonsekvensvurderingen. Påvirkning fra næringsstoffer og miljøfremmede stoffer på marine organismer i forbindelse med sandfodringsaktiviteter beskrives og vurderes dermed ikke nærmere.

Tilstedeværelse af skibe (støj, lyd over vand)

Tilstedeværelsen af skibe i forbindelse med sandfodringen vil give en forstyrrelseseffekt i form af støj over og under vandet, som potentielt kan påvirke fisk, fugle og marine pattedyr. I de følgende afsnit er mulige påvirkninger af de udpegede marine arter som følge af forstyrrelser og støj beskrevet, og deres påvirkningsgrad vurderet.

Risiko for indførelse af ikke-hjemmehørende arter (invasive arter)

Selve aktiviteterne forbundet med sandfodring, hvor sejladsen mellem indvindingsområderne og kyststrækningerne, hvor der sandfodres, foregår inden for samme farvandsområde, giver ikke anledning til risiko for indførelse af invasive arter. Risikoen opstår, når de skibe, som anvendes til sandfodringen, forinden har opholdt sig i andre dele af verden, og dermed kan risikere at have potentielt invasive arter i deres ballastvand.

De entreprenører, som skal udføre sandfodringen, skal overholde ballastvandkonventionen. Konventionen om ballastvand 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 denne plan, efter den er godkendt af myndighederne, samt en fortegnelse over ballastvand, der skal registrere, når ballastvand tages om bord, cirkuleres eller behandles i forbindelse med håndtering, samt udledes til havet. Fortegnelsen skal også registrere, når ballastvand udledes til en modtagefacilitet samt utilsigtede eller andre exceptionelle udtømninger af ballastvand.

Konventionen blev vedtaget af den internationale søfartsorganisation IMO i 2004, og den blev tiltrådt af Danmark i 2012. Konventionen trådte i kraft den 8. september 2017²³⁰. Konventionens standarder for håndtering af ballastvand indføres over en tidsperiode og vil gælde for de skibe, der er i drift i forbindelse med sandfodringsaktiviteter. Håndtering af ballastvand indebærer jævnfør bekendtgørelsen at:

²³⁰ International Maritime Organization (IMO), 2004, International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments (BWM),

- Alle skibe bygget før 8. september 2017 skal erstatte mindst 95% af ballastvandet før anløb til havn. Udskiftning skal ske mindst 50 sømil fra kysten og på mindst 200 meter vanddybde. Såfremt skibets rute tillader det, skal udskiftningen ske mindst 200 sømil fra den kyst, der er nærmest skibet, medmindre udskiftningen foregår i et dertil udpeget udskiftningsområde. Ellers de skal leve op til nedenstående standarder:
- Alle skibe bygget efter 8. september 2017 skal behandle ballastvandet for at sikre, at vandet, der udtømmes, indeholder mindre end ti levedygtige organismer pr m^3 ≥ 50 mikrometer i størrelse og mindre end ti levedygtige organismer pr m^3 ≤ 50 mikrometer i størrelse. Behandlingen af ballastvand kræver behandlingsanlæg godkendt af Miljøstyrelsen.
- Såfremt der er behov for at fjerne sedimenter fra ballastvandtanke, skal dette foregå således, at der ikke er risiko for, at sedimenter eller rester heraf kommer i kontakt med havmiljøet.

På baggrund af dette vurderes risikoen for indførelse af invasive arter i forbindelse med sandfodring til at være ubetydelig, og invasive arter vil ikke blive beskrevet eller vurderet nærmere.

10.4 Metode

Væsentlighedsvurderingen af de tre Natura 2000-områder foretages på baggrund af eksisterende viden om områderne og de naturtyper og arter som potentielt kan blive påvirket. Der er således indsamlet data om udbredelse og naturtilstand for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget fra følgende kilder:

- Naturplan^{231 232 233}
- Basisanalyse^{234 235 236}
- MiljøGIS for Naturplaner^{237 238}
- Fugle og Natur²³⁹
- MiljøGIS for Vandområdeplaner²⁴⁰

Vurderingen gennemføres trinvis ved at det samlede udpegningsgrundlag først vurderes overordnet i forhold til de forventede potentielle påvirkninger fra projektet (se afsnit 10.3.1). Naturtyper og arter, der forventes ikke at kunne blive påvirket, behandles ikke yderligere. Naturtyper og arter, der potentielt er følsomme overfor de forventede påvirkninger og derfor kan blive påvirket, beskrives i forhold deres karakter, udbredelse, tilstand og sårbarhed, og for hver enkelt af disse naturtyper og arter gives en vurdering af om projektets mulige påvirkninger kan være af væsentlig karakter.

²³¹ Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Rubjerg Knude og Lønstrup Klint Natura 2000-område nr.7 Habitatområde nr.7. https://mst.dk/media/129834/n7_n2000plan_2016-21.pdf

²³² Miljø- og Fødevarerministeriet, Naturstyrelsen, 2016, Natura 2000-plan 2016-2021 for Lønstrup Rødgrund Natura 2000-område nr. 202 Habitatområde H202.

²³³ Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2014, Natura 2000-basisanalyse 2016-2021 revideret for Knudegrund Natura 2000-område nr. 203 Habitatområde H203.

²³⁴ Miljøministeriet 2020. Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Rubjerg Knude og Lønstrup Klint, Natura 2000-område nr.7, Habitatområde nr.7.

²³⁵ Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2014, Natura 2000-basisanalyse 2016-2021 revideret for Lønstrup Rødgrund Natura 2000-område nr. 202, Habitatområde H202

²³⁶ Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser. 2012. Habitatbeskrivelser 2010-2012, Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)

²³⁷ Miljøstyrelsen, MiljøGIS Natura 2000 Planer 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&&profile=natura2000planer2-2016>

²³⁸ MiljøGIS Natura 2000 Planer 2022-2027. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=natura2000planer3basis2020>

²³⁹ Fugle og Natur, 2018. <https://www.fugleognatur.dk/>

²⁴⁰ Miljøstyrelsen, MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021. Juni 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>

10.5 Væsentlighedsvurdering for NATURA 2000-OMRÅDE N6 'Kærsgård Strand, Vandplasken og Liver Å'

Natura 2000-området 'Kærsgård Strand, Vandplasken og Liver Å' har et areal på 442 ha, hvoraf 153 ha er ejet af Naturstyrelsen. Natura 2000-området består af Habitatområde nr. H6 af samme navn. N6 er specielt udpeget for at beskytte det varierede klitlandskab, herunder levestederne for mygblomst og kildevældsvindelsnegl²⁴¹. Udpegningsgrundlaget fremgår af Tabel 10-1. Området består af et varieret klitlandskab, dels på hævet havbund og dels oven for stenalderhavets kystlinje. Klitterne er overvejende kalkholdige og meget artsrige. De store klitlavninger rummer mange forskellige naturtyper og plantesamfund og flere af disse har en helt unik flora og fauna, og området er sandsynligvis det sted i Danmark med flest sjældne og halvsjældne plantearter. Arterne hedepletvinge, havlampret og bæklampret er ikke registreret i området i overvågningsperioden 2004-2011.

Naturtype		Naturtype	
2120	Hvid klit	3140	Kransnålsalge-sø
2130	Grå/grøn klit*	3150	Næringsrig sø
2160	Havtornklit	3260	Vandløb
2170	Grårisklit	3270	Å-mudderbanke
2190	Klitlavning	6410	Tidvis våd eng
2250	Enebærklit*	6430	Urtebræmme
3110	Lobeliesø	7220	Kildevæld*
3130	Søbred med småurter	7230	Rigkær
Arter		Arter	
1013	Kildevældsvindelsnegl	1355	Odder
1065	Hedepletvinge	1903	Mygblomst
1095	Havlampret		

Tabel 10-1. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område N6. Naturtyper som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af projektet er vil være markeret med fed, hvilket ikke er tilfældet for N6.

10.5.1 Vurdering

Generelt vurderes N6 ikke at blive væsentlig påvirket af sandfodringen ved Lønstrup, da afstanden mellem strækningen ved Lønstrup og N6 er minimum 5 km målt i luftlinje. Sedimentfaner vil kunne forekomme i havet ud for Natura 2000-området, men det vurderes at der ikke vil være påvirkninger ind i selve Natura 2000-område af udpegede naturtyper, som vil kunne føre til væsentlige ændringer af deres naturtilstand.

²⁴¹ Miljøministeriet, 2020. Natura 2000-basisanalyse 2022-2027 Kærsgård Strand, Vandplasken og Liver Å. Natura 2000-område nr. 6. Habitatområde H6. https://mst.dk/media/194118/n6-basisanalyse-2022-27-kaersgaard-strand_vandplasken_liver-aa.pdf

10.6 Væsentlighedsvurdering for NATURA 2000-OMRÅDE N7 'Rubjerg Knude og Lønstrup Klint'

Natura 2000-området har et areal på 305 ha. Natura 2000-området består af Habitatområde nr. H7. Området domineres af én stor vandreklit, Rubjerg Knude, der under sin vandring mod øst har tildækket en række bygninger omkring Rubjerg Knude Fyr, så kun fyrtårnet stadig kan ses. Området præges desuden af den lange klint og mosaikken af grønne klitter og havtornklit. De dominerende naturtyper i form af knudens hvide klit og klinten er primært geologisk set interessante, men bidrager også til biodiversiteten ved at skabe dynamik i området. Biologisk set er det den buskbevoksede klit, der er områdets store specialitet, og som er landets største krat af havtorn²⁴². Den nordlige ende af Natura 2000-området grænser op til kystbeskyttelsen ved Lønstrup. Denne væsentlighedsvurdering tager derfor kun hensyn til de naturtyper i den nordligste del af Natura 2000-området, som ligger tættest på kystbeskyttelsen.

10.6.1 Områdets bevaringsmålsætninger

I Naturplan 2016-2021 er der opstillet overordnede såvel som konkrete målsætninger for områdets udpegede naturtyper og arter²⁴³. Den overordnede målsætning giver et sigte for, hvordan området skal udvikle sig for såvel at sikre det konkrete områdes integritet som for at bidrage til opnåelse af gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter. For Natura 2000-område N7 er der opstillet følgende overordnede målsætninger:

- At naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget opnår gunstig bevaringsstatus. Dette indebærer en bevarelse af området med veludviklede vandremiler og kystklinter i fri dynamik, samt et lysåbent, varieret og sammenhængende klitlandskab, med veludviklede havtornklitter og lavtvoksende klittyper imellem.
- Områdets truede naturtype sikres. Det sikres desuden, at området udvikler sig i fri dynamik og med en klitdæmpning, der både sikrer en vis dynamik og samtidig sikrer områdets værdifulde naturtyper.
- Områdets naturlige sammenhæng sikres i form af en hensigtsmæssig drift/pleje og en lav næringsstofbelastning.

De konkrete målsætninger fastlægger de langsigtede mål for udvikling i areal og tilstand for de enkelte naturtyper og arters levesteder. Generelt gælder det, at naturtyper og arter på sigt skal opnå gunstig bevaringsstatus. Specifikt siger de konkrete målsætninger at:

- For naturtyper og for arters levesteder, der er vurderet til tilstandsklasse I eller II er målsætningen, at udviklingen i deres areal og tilstand er stabil eller i fremgang.
- For naturtyper og arters levesteder, der er vurderet til tilstandsklasse III-V er målsætningen, at udviklingen i deres tilstand er i fremgang, således at der på sigt opnås tilstand I-II og gunstig bevaringsstatus, såfremt de naturgivne forhold giver mulighed for det.
- Det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det.
- For naturtyper uden tilstandsvurderingssystem er målsætningen gunstig bevaringsstatus. Det betyder, at tilstanden og det samlede areal af naturtyperne stabiliseres eller øges.

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N7 fremgår af Tabel 10-2 og forekomsten af de registrerede naturtyper er vist på Figur 10-2. Som følge af de forventede potentielle påvirkninger

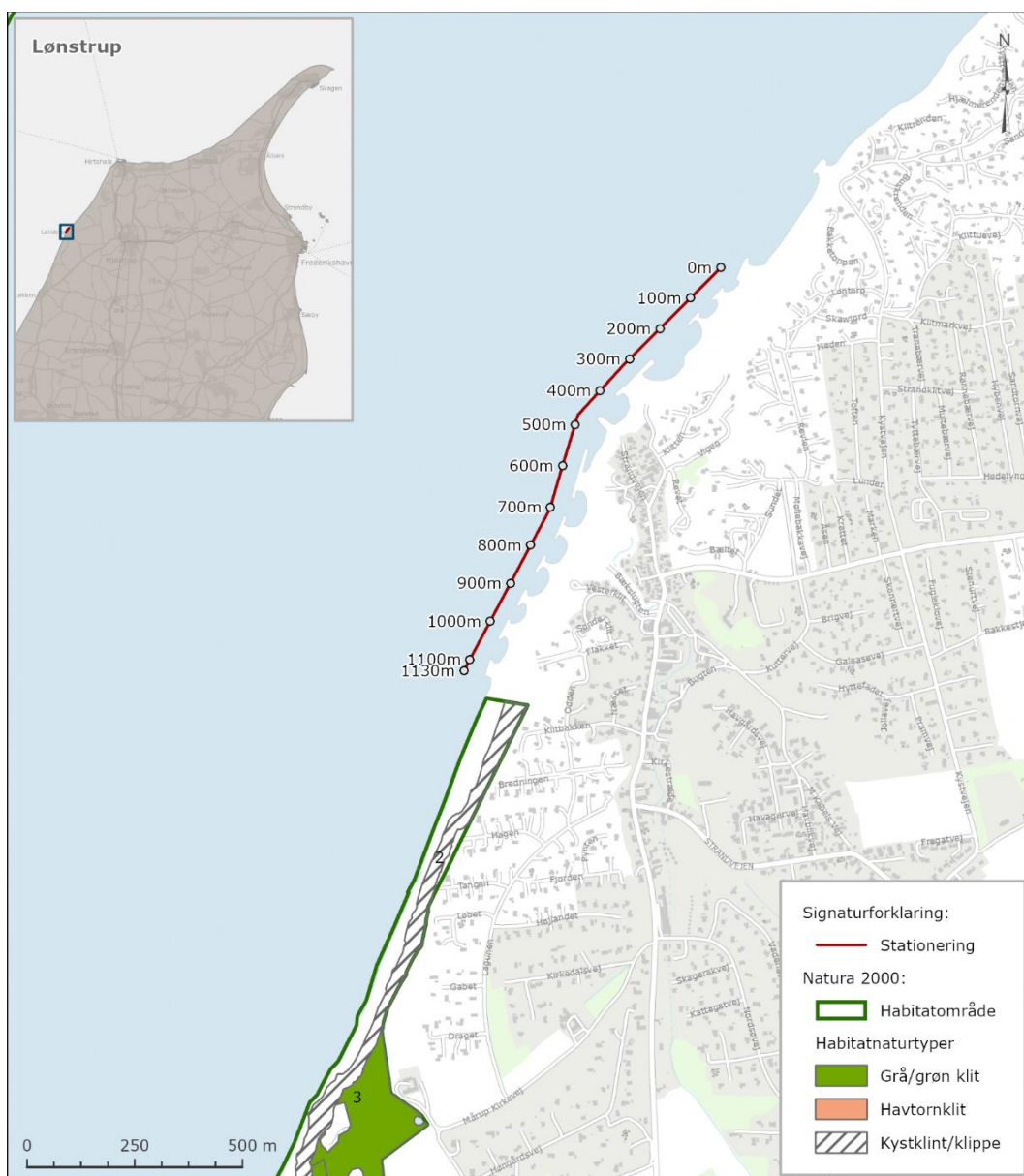
²⁴² Miljøministeriet 2020. Natura 2000-basisanalyse 2020-2027. Rubjerg Knude og Lønstrup Klint, Natura 2000-område nr.7, Habitatområde nr.7. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=natura2000planer3basis2020>

²⁴³ Miljøministeriet, 2016. Natura 2000 plan 2016-2021. Rubjerg Knude og Lønstrup Klint, Natura 2000-område nr.7, Habitatområde nr.7. https://mst.dk/media/129834/n7_n2000plan_2016-21.pdf

fra projektet vurderes det, at naturtyper der ligger længere end en kilometer syd for projekts-trækningen ikke vil blive påvirket af projektet, og disse behandles derfor ikke yderligere i væsentlighedsvurderingen. Naturtyper, som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af kystbeskyttelsen, er markeret med fed i Tabel 10-2.

Naturtype		Naturtype	
1230	Kystklint/klippe	2120	Hvid klit
2130	Grå/grøn klit	2160	Havtornklit
3150	Næringsrig sø		

Tabel 10-2. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område N7. Naturtyper som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af projektet er markeret med fed, og det er alene disse, der behandles i nærværende væsentlighedsvurdering.



Figur 10-2. Forekomst og tilstandsvurdering (vist med værdi 1-5) af habitatnaturtyper i Natura 2000-område N7.

10.6.2 Konkrete vurderinger

I det følgende gives en kort beskrivelse af de naturtyper og arter, der potentielt kan blive påvirket af projektet, herunder deres tilstand og sårbarhed, samt en vurdering af projektets forventede påvirkning.

Kystklint/klippe (1230)

Naturtypen består af klinten og klipper ved eller ganske tæt på havet. Vegetationen er typisk påvirket af beliggenheden ved kysten, f.eks. ved forekomst af salttålede eller forstyrrelsestolerante arter. Typisk er der en zonerings af plantesamfund fra de stejleste skrånninger nærmest havet kun med laver og mosser, til partier med græs og urter på toppen og på mere beskyttede dele af skråningerne. På mere beskyttede lokaliteter er der gradvise overgange til mere eller mindre kystpåvirkede varianter af hede, overdrev, højstaudesamfund, krat eller skov. De største trusler mod naturtypen kommer fra påvirkninger fra nærliggende landbrug²⁴⁴. Kystklinter findes i hele Natura 2000-områdets længdeudstrækning og findes også i den nordligste ende af Natura 2000-området hvor kystbeskyttelsen begynder. Kystklingen er vurderet til at have en god naturtilstand²⁴⁵.

Vurdering

Strømreringen og sandbevægelsen ved Lønstrup er overvejende nordgående, og det vurderes, at sandfodring langs den udlagte projektstrækning ikke vil medføre en sandaflejring i Natura 2000-område N7, da området ligger syd for projektet. Det vurderes på den baggrund, at projektets potentielle ændring i kystdynamik ikke vil medføre en væsentlig påvirkning af naturtypen kystklint/klippe.

10.6.3 Kumulative påvirkninger

Jævnfør habitatdirektivet²⁴⁶ skal vurderingen også omfatte mulige kumulative effekter, eksempelvis i forhold til eksisterende belastninger og i forhold til belastninger fra allerede vedtagne planer, som endnu ikke er realiserede, og fra planer og projekter som foreligger i forslag.

Kumulative effekter ses typisk som en forstærket påvirkning af en given miljøkomponent (f.eks. øget forstyrrelse af artsgrupper), men det kan også være mere komplekse effekter ved, at samspillet af forskellige påvirkninger giver anledning til helt nye påvirkninger.

Vedligeholdelse af hård kystbeskyttelse

Hård kystbeskyttelse på strækningen omfatter bølgebrydere, høfder og skråningsbeskyttelse. Vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse vil medføre færdsel med maskiner på stranden i forbindelse med tilkørsel og anbringelse af materialer samt etablering af materialedepoter og arbejdsområder.

Færdsel med maskiner og andre aktiviteter nødvendige for vedligeholdelsen følger samme retningslinjer, som gælder for den planlagte kystbeskyttelse, og på den baggrund vurderes det, at den kumulative effekt fra vedligeholdelse af hård kystbeskyttelse på kyststrækning ved Lønstrup vil være af mindre betydning for naturforholdene.

Sandfodringsprojekt langs med Hjørring Kommunes vestkyst

²⁴⁴ Søgaard, B. et al., 2003, Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. – Faglig rapport fra DMU, nr. 457. http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrapporter/rapporter/fr457_2udg_www.pdf

²⁴⁵ Miljøministeriet, 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Rubjerg Knude og Lønstrup Klint, Natura 2000-område nr.7, Habitatområde nr.7. https://mst.dk/media/129783/n7_basisanalyse16-21_revideret.pdf

²⁴⁶ Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=DA>

Hjørring Kommune har ansøgt om tilladelse til sandfodring ved Hjørring Kommunes vestvendte kyst²⁴⁷. Ansøgningen omfatter en ti årsperiode (2019-28) med en gennemsnitlig sandfodring (i form af enten kystnær fodring eller strandfodring) på 400.000 m³/år på strækninger ved Lønstrup, Løkken og Nr. Lyngby. Formålet med ansøgningen har været at stille en evt. tilladelse til sandfodring til rådighed overfor aktører, som indenfor de næste ti års må ønske at gennemføre en lokal sandfodring inden for de tre strækninger. Hvorvidt der er tale om kystnær fodring eller strandfodring, afgøres af konkrete forhold i det specifikke potentielle projekt på strækningerne.

På nuværende tidspunkt kendes de konkrete projekter ikke, hvorfor graden af påvirkning fra de kumulative effekter mellem den planlagte kystbeskyttelse på strækningen ved Lønstrup med Hjørring Kommunes sandfodringsprojekter ikke kan vurderes.

10.6.4 Samlet væsentlighedsvurdering

Samlet set vurderes det, at kystbeskyttelse langs strækningen ved Lønstrup i perioden 2020-24 ikke vil medføre en væsentlig påvirkning af naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N7 eller af den samlede integritet for området.

²⁴⁷ Hjørring Kommune, Ansøgning om tilladelse til sandfodring ved Hjørring Kommunes vestvendte kyst.

10.7 Væsentlighedsvurdering for NATURA 2000-OMRÅDE N202 'Lønstrup Rødgrund'

Området består af habitatområde H202 og er beliggende i Jammerlands Bugt i den sydlige del af Skagerrak, ca. 15 km syd for Hirtshals. Området er rent marint, og har et samlet areal på 9.283 ha. Området er udelukkende udpeget for naturtypen rev. Der er tre kendte forekomster af stenrevsarealer i habitatområdet, som findes på dybder mellem seks meter og 18 meter²⁴⁸.

10.7.1 Områdets bevaringsmålsætninger

I Naturplan 2016-2021 er der opstillet overordnede såvel som konkrete målsætninger for områdets udpegede naturtyper og arter²⁴⁹. Den overordnede målsætning giver et sigte for, hvordan området skal udvikle sig for såvel at sikre det konkrete områdes integritet som for at bidrage til opnåelse af gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter. For Natura 2000-område N202 er der opstillet følgende overordnede målsætninger:

- At der for områdets naturtyper sikres et artsrigt plante- og dyreliv med forekomst af udpegningsgrundlagets karakteristiske arter.
- Naturtyperne skal sikres gunstig bevaringsstatus.
- At den økologiske integritet sikres ved god vandkvalitet gennem reduceret tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, hvilket reguleres gennem vandområdeplanerne.

De konkrete målsætninger fastlægger de langsigtede mål for udvikling i areal og tilstand for de enkelte naturtyper og arters levesteder. Generelt gælder det, at naturtyper og arter på sigt skal opnå gunstig bevaringsstatus. Specifikt siger de konkrete målsætninger at:

- Det samlede areal af naturtypen skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det.
- For den marine naturtype rev uden tilstandsvurderingssystem er målsætningen gunstig bevaringsstatus. Det betyder, at tilstanden stabiliseres eller forbedres.

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N202 fremgår af Tabel 10-3.

Naturtype	
1170	Rev

Tabel 10-3. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område N202. Naturtyper og arter som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af projektet er markeret med fed, og det er alene disse, der behandles i nærværende væsentlighedsvurdering.

10.7.2 Konkrete vurderinger

Rev (1170)

Naturtypen består af arealer der stikker op fra den øvrige havbund og har en stentæthed på over 25 %, samt arealer i tilknytning til disse med en stentæthed på over 10 %²⁵⁰.

Vurdering

Stenrevene kan potentielt set blive påvirket af spredning af sediment i vandsøjlen ved strandfodring.

²⁴⁸ Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2014, Natura 2000-basisanalyse 2016-2021 revideret for Lønstrup Rødgrund Natura 2000-område nr. 202, Habitatområde H202

²⁴⁹ Miljø- og Fødevareministeriet, Naturstyrelsen, 2016, Natura 2000-plan 2016-2021 for Lønstrup Rødgrund Natura 2000-område nr. 202 Habitatområde H202.

²⁵⁰ Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser. 2012. Habitatbeskrivelser 2010-2012, Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)

N202 ligger over 1,8 km væk fra den nærmeste kyststrækning, hvor der skal foretages sandfodring. Sedimentmodelleringen af sedimentspredningen ved kystnær fodring (se bilag 5 om *sedimentation, hydraulik, morfologi*) viser at den sker langs kysten og i ringe grad ud fra kysten. Således overskrides en forhøjelse af SSC på 10 mg/l kun i omtrent en halv dag i en afstand af mere end 1.200 meter fra kysten, hvilket vurderes at være under tålegrænserne for naturtypen. Dermed kan påvirkninger af rev udelukkes på grund af afstanden.

Sandfodring vurderes dermed ikke at medføre en væsentlig påvirkning af naturtypen revs tilstand og bevaringsstatus i Natura 2000-området.

10.7.3 Kumulative påvirkninger

Kystfodringen kan potentielt have en kumulativ effekt på udpegningsgrundlaget for N202 idet sedimentspredning fra andre anlægsprojekter, klapning eller sand-/ralindvinding ville kunne påvirke revets flora og fauna. Det vurderes, at sandfodring ikke resulterer i påvirkninger af udpegningsgrundlaget for N202 grundet afstanden mellem Natura 2000-området og kyststrækninger, hvor der sandfodres.

Ud over sandfodringen på fællestrækningen ved Lønstrup har Hjørring Kommune ansøgt om en 10-årig (2019-2028) tilladelse til at sandfodre op til i alt 400.000 m³ som årligt gennemsnit på en 7,5 km strækning fra Mårup Strand til Udemarken, hvori strækningen ved Lønstrup indgår. Sandfodringen vil foregå med samme metoder, som beskrevet i projektbeskrivelsen og der fodres fortrinsvist med materialer fra oprensning af havneindløbet til Hirtshals Havn, hvor der årligt oprenses 300.000 til 700.000 m³.²⁵¹ Der er ansøgt om at fodre med op til 1,2 mio. m³ årligt.

Spredning af suspenderet sediment i forbindelse med kystnær fodring i Hjørring Kommunes kystbeskyttelsesprojekt ved Lønstrup vil potentielt kunne strække sig ind i de områder, hvor der kystnær fodres i nærværende projekt, og dermed give anledning til kumulative effekter, såfremt aktiviteterne foregår på samme tid.

Hjørring Kommunes ansøgning er i et meget tidligt stadie, og de nærmere metoder og perioder for udførelse er ikke beskrevet. Pga. manglende viden om projektet, er det derfor ikke muligt at foretage en vurdering af de kumulative effekter, men det kan ikke afvises, at der vil opstå kumulative effekter, som overstiger de miljøpåvirkninger, der allerede er vurderet.

10.7.4 Samlet væsentlighedsvurdering

Sandfodring på strækningen ved Lønstrup vurderes ikke at medføre væsentlig påvirkning på udpegningsgrundlaget i Natura 2000-området N202, og det vurderes dermed at sandfodringen ikke vil medføre væsentlige påvirkninger af områdets integritet.

²⁵¹ Hjørring Kommune, 2019, Bilag til Ansøgning om tilladelse til sandfodring ved Hjørring Kommunes vestvendte kyst. Ansøgning omfatter en 10 års periode (2019-2028) og omfatter strækninger ved Lønstrup, Løkken og Nr. Lyngby.

10.8 Væsentlighedsvurdering for NATURA 2000-OMRÅDE N203 'Knudegrund'

Natura 2000-området har et areal på 748 ha og består af Habitatområde H203. Området ligger i Jammerbugten i den sydlige del af Skagerrak, ca. en kilometer vest for Hirtshals, og alene den marine naturtype, rev, indgår i udpegningsgrundlaget. Revet er opgjort til 662 ha. Hele Natura 2000-området ligger inden for 12-sømile grænsen. Stenrevet har en dybdemæssig udbredelse fra ca. 7,5 meter til mere end 20 meters vanddybde. Revet består af moderat til store sten med nogle huledannende strukturer på mellem seks og ti meters vanddybde²⁵².

10.8.1 Områdets bevaringsmålsætninger

I Naturplan 2016-2021 er der opstillet overordnede såvel som konkrete målsætninger for områdets udpegede naturtyper og arter²⁵³. Den overordnede målsætning giver et sigte for, hvordan området skal udvikle sig for såvel at sikre det konkrete områdes integritet som for at bidrage til opnåelse af gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter. For Natura 2000-område N203 er der opstillet følgende overordnede målsætninger:

- At der for områdets naturtyper sikres et artsrigt plante- og dyreliv med forekomst af udpegningsgrundlagets karakteristiske arter.
- Naturtyperne skal sikres gunstig bevaringsstatus.
- At den økologiske integritet sikres ved god vandkvalitet gennem reduceret tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, hvilket reguleres gennem vandområdeplanerne.

De konkrete målsætninger fastlægger de langsigtede mål for udvikling i areal og tilstand for de enkelte naturtyper og arters levesteder. Generelt gælder det, at naturtyper og arter på sigt skal opnå gunstig bevaringsstatus. Specifikt siger de konkrete målsætninger at:

- Det samlede areal af naturtypen skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det.
- For den marine naturtype rev uden tilstandsvurderingssystem er målsætningen gunstig bevaringsstatus. Det betyder, at tilstanden stabiliseres eller forbedres.

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N203 fremgår af Tabel 10-4.

Naturtype	
1170	Rev

Tabel 10-4. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område N203. Naturtyper og arter som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af projektet er markeret med fed, og det er alene disse, der behandles i nærværende væsentlighedsvurdering.

10.8.2 Konkrete vurderinger

Rev (1170)

Naturtypen består af arealer der stikker op fra den øvrige havbund og har en stentæthed på over 25 %, samt arealer i tilknytning til disse med en stentæthed på over 10 %²⁵⁴.

Vurdering

Stenrevene kan potentielt set blive påvirket af spredning af sediment i vandsøjlen ved strandfodring.

²⁵² Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser. 2012. Habitatbeskrivelser 2010-2012, Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)

²⁵³ Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2014, Natura 2000-basisanalyse 2016-2021 revideret for Knudegrund Natura 2000-område nr. 203 Habitatområde H203.

²⁵⁴ Miljø- og Fødevareministeriet, 2016, Natura 2000-plan 2016-2021 for Lønstrup Rødgrund Natura 2000-område nr. 202 Habitatområde H202.

N203 ligger over 18 km væk fra den nærmeste kyststrækning, hvor der skal foretages sandfodring. Sedimentmodelleringen af sedimentspredningen ved kystnær fodring (se bilag 5 om *sedimentation, hydraulik, morfologi*), viser at den sker langs kysten og i ringe grad ud fra kysten. Således overskrides en forhøjelse af SSC på 10 mg/l kun i omtrent en halv dag i en afstand af mere end 1.200 meter fra kysten. Dermed kan påvirkninger af rev udelukkes alene på grund af afstanden.

Sandfodring vurderes dermed ikke at medføre væsentlig påvirkning af naturtypen revs tilstand og bevaringsstatus i Natura 2000-området.

10.8.3 Kumulative påvirkninger

Sandfodringen kan potentielt have en kumulativ effekt på udpegningsgrundlaget for N203 idet sedimentspredning fra andre anlægsprojekter, klapning eller sand-/ralindvinding ville kunne påvirke revets flora og fauna. Det vurderes, at sandfodring ikke resulterer i påvirkninger af udpegningsgrundlaget for N203 grundet den store afstand mellem Natura 2000-området og kyststrækninger, hvor der sandfodres. Dermed vurderes eventuelle kumulative effekter ikke at føre til påvirkninger af N203.

10.8.4 Samlet væsentlighedsvurdering

Sandfodring på strækningen ved Lønstrup vurderes ikke at medføre forstyrrelser eller forringelser af udpegningsgrundlagets tilstand og bevaringsstatus i Natura 2000-området N203, og det vurderes dermed at sandfodringen ikke vil medføre væsentlige påvirkninger af Natura 2000-områdets integritet.