



# BILAGSRAPPORT BLÅVAND

MILJØKONSEKVENSRAPPORT  
KYSTBESKYTTELSE

**RAMBOLL**

Foto: Ramboll

|                |                                                 |            |
|----------------|-------------------------------------------------|------------|
| <b>BILAG 1</b> | <b>FORBRUG AF BRÆNDSTOFFER</b>                  | <b>4</b>   |
| <b>BILAG 2</b> | <b>STØJ OG UNDERVANDSSTØJ</b>                   | <b>8</b>   |
| <b>BILAG 3</b> | <b>SKIBSTRAFIK OG RISIKO FOR STØRRE ULYKKER</b> | <b>19</b>  |
| <b>BILAG 4</b> | <b>SEDIMENTATION, HYDRAULIK OG MORFOLOGI</b>    | <b>25</b>  |
| <b>BILAG 5</b> | <b>EMISSIONER</b>                               | <b>26</b>  |
| <b>BILAG 6</b> | <b>EMISSIONER – RESULTATER</b>                  | <b>41</b>  |
| <b>BILAG 7</b> | <b>BUNDFLORA OG FAUNA</b>                       | <b>42</b>  |
| <b>BILAG 8</b> | <b>ARTSBESKRIVELSE MARINE FORHOLD, FISK</b>     | <b>43</b>  |
| <b>BILAG 9</b> | <b>VÆSENTLIGHEDSVURDERING</b>                   | <b>101</b> |

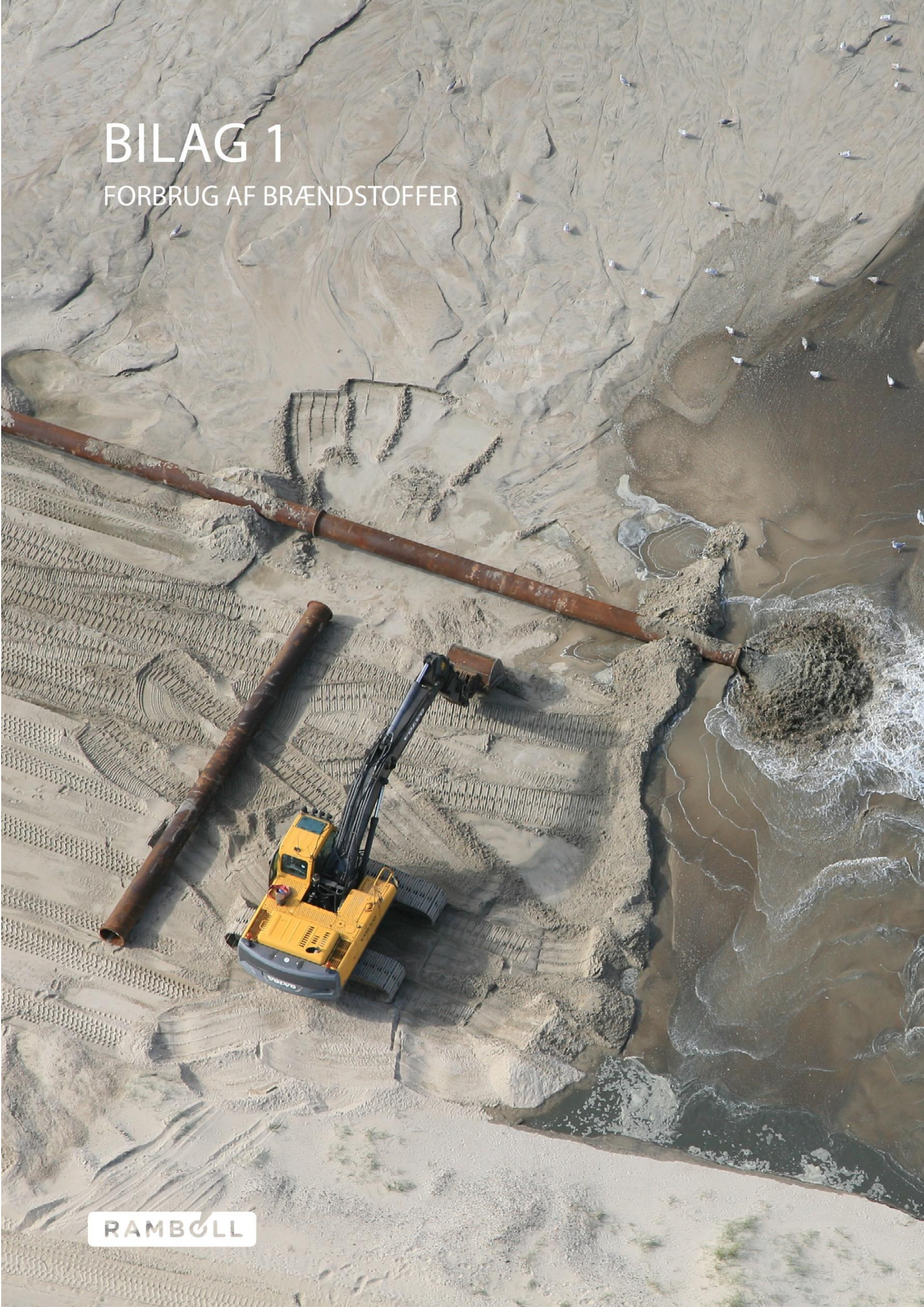
**Forord**

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



# BILAG 1

## FORBRUG AF BRÆNDSTOFFER





Dette bilag beskriver metoden og resultaterne for beregningerne af brændstofressourcer i forbindelse med kystbeskyttelse af kyststrækningen ved Blåvand. Oplysninger om andet ressourceforbrug i forbindelse med projektet er beskrevet i *Projektbeskrivelse* i kapitel 3 i miljøkonsekvensrapporten.

## 1.1 Opgørelse over brændstofforbrug

Afsnittet beskriver forbruget af brændstoffer i forbindelse med kystbeskyttelse af strækningen omkring Blåvand.

### 1.1.1 Scenarie

Der er foretaget en beregning af olieforbruget der skal skønnes anvendt til sandfordringen. Der er foretaget beregning på følgende scenarie:

- Fire sandfodringsskibe med laststørrelse 1.000 m<sup>3</sup> opererer på den samme kampagne.
- Strandfodring sker ved indpumpning via en eller flere bundliggende rørledning. Antal af skibe er tilpasset, så der aldrig er ventetid ved pumperørledningen, forventeligt 2-4 skibe i alt.
- På land arbejder to gravemaskiner med håndtering af hver rørledning, og én gummiged supporterer med flytning af hver rørledning og gennemfører afretning til sidst efter indpumpning.

Brændstofmængden til entreprenørmaskiner på land er begrænset i forhold til brændstofforbruget til skibe og er derfor ikke opgjort.

### 1.1.2 Beregninger og antagelser

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

Sejladsdistancerne omfatter kun sejlads, mens sandfodringsskibene er i gang med sandfodringsaktiviteter. Sejlads, grundet skibet skal have nye forsyninger, anden service, eller skibet ligger til i havn, er ikke medtaget.

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

I det følgende er estimeret forbruget af bunkerolie og deraf medfølgende emissioner for sandfodringsskibe, der henter sand fra indvindingsområder omkring Horns Rev og losser denne langs en specifik kyststrækning ved Blåvand. Kyststrækningen ved Blåvand er 5,5 km lang og inddelt i fire delstrækninger, se Tabel 1-1.

| Delstrækning        | Strækningens længde (m) | Mængde (m <sup>3</sup> ) | Sejlaftand (km) |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| Ishuset             | 272                     | 22.000                   | 8,5             |
| Ishuset – Høfde 1   | 1498                    | 130.000                  | 8,5             |
| Høfde 1 – Høfde 6   | 1988                    | 194.000                  | 9,5             |
| Høfde 6 – Høfde 10a | 1742                    | 180.000                  | 10,5            |

Tabel 1-1 Kyststrækningen ved Blåvand inddelt i delstrækninger, inkl., længde af kyststrækningsinterval, mængde sand pr. femte år, samt mindst sejlaftand mellem indvindingsområde og delstrækning.

Det antages at sandfodringsskibet kun sejler til indvindingsområderne 524-AA og 524-AB. Afstanden mellem disse to områder og delstrækningerne i Tabel 1-1 er målt op i IWRAP, herefter er den mindste afstand valgt. Der er målt fra midten af hvert indvindingsområde. Begge

indvindingsområdet tillader hver især indvinding af den totale mængde sand på 526.000 m<sup>3</sup>. Mængder og afstande pr. delstrækning medfører en vægtet middelsejlfart på 9,55 km.

Der benyttes et skib med en lastekapacitet på 1.000 m<sup>3</sup> med egenskaberne beskrevet i Tabel 1-2. Det estimeres, at 1 m<sup>3</sup> 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 opsugede materiale er sand. At skibet evt. kun lossere 90% af sin last, er indeholdt i at skibet kun kan laste 2/3 før maksimal dybgang.

| Sandfodringskib<br>1.000 m <sup>3</sup>    |          |
|--------------------------------------------|----------|
| Dybgang, fuld lastet                       | 3,8 m    |
| Indvinding                                 | 60 min.  |
| Sejlhastighed                              | 9,0 knob |
| Rørledning, effektiv                       | 50 min.  |
| Klargøring til indbygning/indvinding       | 10 min.  |
| Maks. sandvolumen ombord, skibsmål         | 700      |
| Sandvolumen ombord, skibsmål, ved lavvande | 350      |

Tabel 1-2 Specifikationer på sandfodringskibe som angivet i projektbeskrivelsen for strækningen ved Blåvand (Tabel fra projektbeskrivelsen).

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

Olieforbruget fra sandfodringskibet med en lastekapacitet på 1.000 m<sup>3</sup> modelleres med udgangspunkt i et skib med en lastekapacitet på 2.000 m<sup>3</sup>, fordi der er begrænsninger i, hvor små skibe programmet kan modellere. En korrektionsfaktor på olieforbrug og emissioner mellem de to skibe på 0.70 er blevet brugt.

Sandfodringskibets forbrug pr. time ved tom og fuld, samt ved losning ses i Tabel 1-3. Forbruget ved losning er estimeret til at være 1,5 gange forbruget i fuld tilstand.

| Tilstand                       | 1.000 m <sup>3</sup> |
|--------------------------------|----------------------|
| Olieforbrug, tomt (kg/time)    | 99                   |
| Olieforbrug, fuldt (kg/time)   | 90                   |
| Olieforbrug, losning (kg/time) | 134                  |

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, for at sikre at skibes skruer er under vandets overflade. Dette er ikke den optimale tilstand, fordi der er større modstand, når skibet sejler, hvilket medfører et øget forbrug i forhold til, når skibet har fuld last. Vejrforholdene er altid antaget at være Beaufort 4.5.

### 1.1.3 Resultater

For et skib med lastekapacitet på 1.000 m<sup>3</sup> medfører antagelserne om lasteevne at det maksimalt kan fragte 444 m<sup>3</sup> per tur (altså et sandvolumen, som ligger mellem max og min værdierne angivet i de to nederste linjer i Tabel 1-2). Givet den totale mængde sand der skal fragtes, se Tabel 1-1, skal der foretages i alt 1.183 ture. Middelfastheden per tur betyder, at skibene skal sejle i alt 22.612 km.

Sandfodringskibet sejler konstant med en hastighed af ni knob. Den totale tid der bruges på at fragte og losse sand samt sejle efter nyt læs, bliver derfor som angivet i Tabel 1-4. Tid brugt på



indvinding af sand ses der bort fra. Således estimeres kun sejltid mellem indvindingsområde og kyststrækningen, losningstid og forbruget hertil.

| Tilstand           | Timer |
|--------------------|-------|
| Sejltid, fuld last | 676   |
| Sejltid, tom last  | 676   |
| Losningstid        | 986   |

Tabel 1-4 Tid brugt på sejlads og losning.

Det totale olieforbrug er angivet i Tabel 1-5.

|                  | Tomt   | Fuld   | Losning | Total   |
|------------------|--------|--------|---------|---------|
| Olieforbrug (kg) | 66.675 | 60.595 | 132.439 | 259.709 |

Tabel 1-5. Totalt forbrug af bunkerolie ved tomt og fuldt skib, ved losning og totalt.

Dertil kommer et mindre forbrug af brændstoffer på land til maskiner, som kun udgør en mindre del af det samlede brændstofforbrug og derfor ikke er indregnet.



# BILAG 2

STØJ OG UNDERVANDSSTØJ



RAMBOLL



De støjmæssige konsekvenser af aktiviteterne i forbindelse med kystbeskyttelse på kyststrækningen ved Blåvand 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, og det 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.

### 1.1.4 Støjkilder

Støjberegningerne anvender en model, hvori der indgår en række støjkilder. Støjkilderne er:

- Rørledning og rørmunding fra sandfodringsskib på havet (verificeret af Rambøll ved strandfodring i Skagen, i efteråret 2018).
- Gravemaskiner, dozer og frontlæsser på stranden

Frontlæsser, dozer og gravemaskiner arbejder med fordeling af det indpumpede sand og flytter rør fra sandfodringsskibet langs stranden efter hver tømning af skib. Aktiviteterne forudsættes i drift i 100 % af tiden.

Støjkilderne i

| Type                                         | Effekt<br>[L <sub>WA</sub> ] | Antal | Total effekt fra typen<br>[L <sub>WA</sub> ] |
|----------------------------------------------|------------------------------|-------|----------------------------------------------|
| <b>Caterpillar CAT374<br/>(Gravemaskine)</b> | 108                          | 2     | 111                                          |
| <b>Caterpillar C9,3 227 kW<br/>(Dumper)</b>  | 108                          | 1     | 108                                          |
| <b>CAT D8 LGP 245 kW<br/>(Buldozer)</b>      | 113                          | 1     | 113                                          |
| <b>Multipurpose vessel</b>                   | 108                          | 1     | 108                                          |
| <b>Self discharger / boxhold</b>             | 111                          | 1     | 111                                          |
| <b>Pipelines</b>                             | 110                          | 1     | 110                                          |
| <b>TSHD Utrecht<br/>(Sandfodringsskib)</b>   | 110                          | 1     | 110                                          |

| Type              | Effekt<br>[L <sub>WA</sub> ] | Antal | Total effekt fra typen<br>[L <sub>WA</sub> ] |
|-------------------|------------------------------|-------|----------------------------------------------|
| Fordelingsslanger | 108                          | 1     | 108                                          |
| I alt             | -                            | -     | 119,2                                        |

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



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

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

### 1.1.5 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 støjeberegningsprogram. Klitten på størstedelen af strækningen  
er lav, hvorfor støjdbredelsen ikke forventes at blive dæmpet væsentligt af klitten. Støjbe-  
regningerne er derfor foretaget ud fra en simpel beregningsmodel med fladt terræn. I den vestligste  
del af fodringsstrækningen findes et område med klitter, som er over ti meter høje, og som der-  
med forventes at have en støj dæmpende effekt. Derfor er der også gennemført en støjeberegning,  
som tager højde for de ti meter høje klitter. En klit vil have en støj dæmpende effekt på ca. 5 dB.  
Der er ikke taget hensyn til eventuel afskærmning fra bygninger.

Overflader af terrænet er enten beregnet akustisk hårdt (vandoverflader) eller akustisk blødt  
(landoverflader). Siden støjen dæmpes af det porøse terræn, vil støjen være højere over vand-  
overflader i støjdbredelseskortene.

Bygninger ses grafisk på støjdbredelseskort, 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 støjens 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)    |
| <b>Fladt</b>                | 70 meter                                                  | 200 meter | 520 meter | 1.160 meter |
| <b>10 meter klit/skrænt</b> | 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 strandfodringen. Et eksempel på dette er VVM-redegørelsen for Rute 54 Næstved-Rønnede eller VVM-redegørelsen for Ny Bane til Billund<sup>1</sup>.

Afstandene benyttes også til at lave en optælling af, hvor mange boliger der kan blive belastet med støj over hhv. 40 dB(A) og 70 dB(A).

#### 1.1.6 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.

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, maskeerer 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 anlægsstøjen er der i denne undersøgelse ikke medtaget tillæg for toner og impulser.

#### 1.1.7 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 strandfodringsaktiviteterne 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 lignende projektaktiviteter, da der på kysten anvendes velkendte entreprenørmaskiner, hvilket ikke anses for værende forbundet med risiko for vibrationsproblemer hos naboer til strandfodringsarbejdet.

<sup>1</sup> 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](http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/922/Milj%C3%B8rapport%20N%C3%A6stved-R%C3%B8nnede.pdf) og VVM-redegørelse Ny Bane til Billund, <https://www.bane.dk/Borger/Baneprojekter/Kommende-baneprojekter/Ny-bane-til-Billund/dokumenter>



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

### 1.1.8 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 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 gener. Dette 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 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Almindelig arbejdstid</b><br>(dagperioden på hverdage, mandag til fredag kl. 07 – 18) | 70 dB(A)                         |
| <b>Alle andre tidsrum</b>                                                                | 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)).

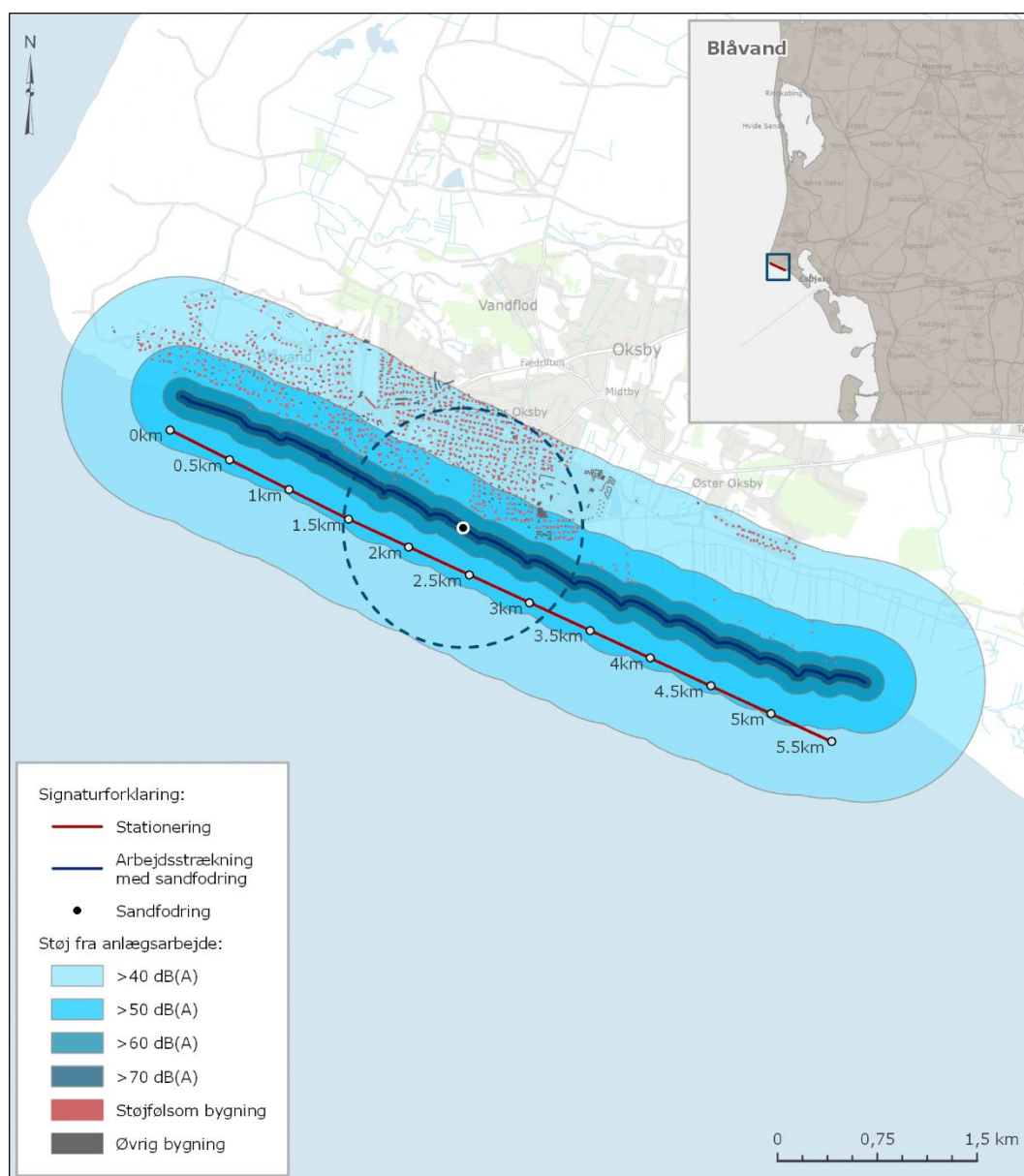
Støjregningerne er udført med en simplificeret udbredelsesmetode, som giver et udtryk for støjniveauet i "worst case". Det er beregnet i hvilken afstand fra strandfodringsaktiviteten, at støjniveauet er 40 dB(A) og 70 dB(A). Baseret på de beregnede afstande er antallet af boliger, som kan blive udsat 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 den højfrekvente del af støjen dæmpes ved absorption i luften.

I forbindelse med strandfodringen 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 samme sted i en afgrænset periode.

## 2.4 Støjudbredelse

Støjudbredelse i forbindelse med kystbeskyttelsen i perioden 2020-24 vil omfatte de samme støjkilder, som hidtil er forekommet på strækningen, herunder sandfodringsskibe, entreprenørmaskiner 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 klitter, 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 feriehuse, hvor det med rimelighed forventes, at der sker ophold til overnatning over flere dage<sup>2</sup>. Hertil findes øvrige bygninger, som ikke er støjfølsomme. Det drejer sig om skure, carporte, lagerhaller, servicevirksomheder mv. (herunder hoteller og kolonihaver).



<sup>2</sup> 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 cirkelns 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)<sup>3</sup>.

Det totale antal støjfølsomme bygninger, herunder bygninger til helårsbeboelse samt sommer- og feriehus, som ikke ligger bag en ti meter høj klit, og hvor der med rimelighed kan forventes ophold til overnatning over flere dage, er optalt inden for de beregnede støjkurver. Se **Error! Reference source not found.**

| Antal støjfølsomme bygninger |            |            |          |          |       |
|------------------------------|------------|------------|----------|----------|-------|
| > 70 dB                      | 60 - 70 dB | 50 - 60 dB | 40-50 dB | 40-70 dB | I alt |
| 0                            | 16         | 239        | 549      | 804      | 804   |

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

Heraf fremgår det, at 804 støjfølsomme bygninger potentielt kan blive påvirket af støj over 40 dB, og at ingen bygninger bliver påvirket af støj over 70 dB.

Som nævnt, findes der i den vestligste del af fodringsstrækningen et område med over ti meter høje klitter, som har en støjdempende effekt. Det totale antal støjfølsomme bygninger, som potentialet kan blive påvirket af støj fra strandfodringsaktiviteterne, er opgjort i Tabel 2-5.

| Antal støjfølsomme bygninger |            |            |          |          |       |
|------------------------------|------------|------------|----------|----------|-------|
| > 70 dB                      | 60 - 70 dB | 50 - 60 dB | 40-50 dB | 40-70 dB | I alt |
| 0                            | 0          | 0          | 15       | 15       | 15    |

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

Dvs. at der samlet set i alt er 819 støjfølsomme bygninger, som potentielt kan blive påvirket af støj over 40 dB, og at ingen bygninger bliver påvirket af støj over 70 dB.

.

## 2.5 Beregning af undervandsstøj

Der er udført en undersøgelse af undervands støjudbredelse for forskellige strandfodringsaktiviteter, som bliver brugt til at vurdere potentielle miljøpåvirkningers afstande fra aktiviteten til 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:

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

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



P er trykket og P0 er referencen. Referencen er 1 mikropascal ( $\mu\text{Pa}$ ) 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 marinliv.

### 1.1.9 Støjkilder

Den primære støjkilde til undervandsstøj er indvindingsfartøjet, som også fungerer som indpumpningsfartøj. Fartøjet vil indeholde en række støjkilder, som udstråler støj i havet:

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

Støjens karakter fra de ovennævnte støjkilder 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.

Støjkilderne, der er benyttet, fremgår af Tabel 2-6.

| Aktivitet | Støjkilde       |
|-----------|-----------------|
| Pumpning  | 500 Hz – 10 kHz |

Tabel 2-6. Støjkilder benyttet til beregning af undervandsstøj i forbindelse med kystbeskyttelse baseret på et Hollandsk studie af støj fra en Suction Hopper Dredger<sup>4</sup>.

De målte undervandsstøj-data var korrigeret til SEL, SEL PW og SEL HF-værdier. For strandfodring en belastningstid på 80 minutter.

### 1.1.10 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  $\mu\text{Pa}$ ).

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  $\mu\text{Pa}$  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).

<sup>4</sup> 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>

### 1.1.11 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.

En "worst case" antagelse om et stationært dyr er lavet, som inkluderer undvigende bevægelse af modtagere (dyr) med realistiske antagelser om responsgrænser og flugtfærd. 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 høreelse 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 sandfodringsskibene.

### 1.1.12 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 lydeksposteringsniveauet (SELcum), akkumuleret.

Ifølge vejledningen fra National Marine Fisheries Service (NOAA) 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, da de har de laveste grænser for TTS og PTS sammenlignet med sæler.

| Art                                      | TTS<br>(dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$ ) | PTS<br>(dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$ ) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Gråsæl og spættet sæl<br>(PW pinnipedia) | 181                                                | 201                                                |
| Marsvin<br>(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  $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$ ).

### 1.1.13 Resultater af beregning af undervandsstøj

Ved en worst-case antagelse af, at sæler eller marsvin opholder sig stationært ved strandfodringsskibet, når strandfodringsaktiviteterne 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<br>afstand (m) | Sæler PTS<br>afstand (m) | Marsvin TTS<br>afstand (m) | Marsvin PTS<br>afstand (m) |
|---------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 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 strandfodringsaktiviteterne og i stedet antages at være stationære.

Det vil imidlertid være usandsynligt, at sæler eller marsvin forbliver ved sandfodringsskibet, når strandfodringsaktiviteterne pågår, og derfor vil en realistisk afstandsberegning indeholde en flugtrespons for sæler og marsvin. Det antages derfor i afstandsberegningen, at sæler og marsvin svømmer væk fra støjilden 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) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Strandfodring</b> | 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 strandfodringsaktiviteterne 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 strandfodring og indpumpningsaktiviteten, som er beregnet, anses strandfodringsmetoden heller ikke som værende belastende, hvad angår vibrationer i havet.



# BILAG 3

SKIBSTRAFIK OG RISIKO  
FOR STØRRE ULYKKER



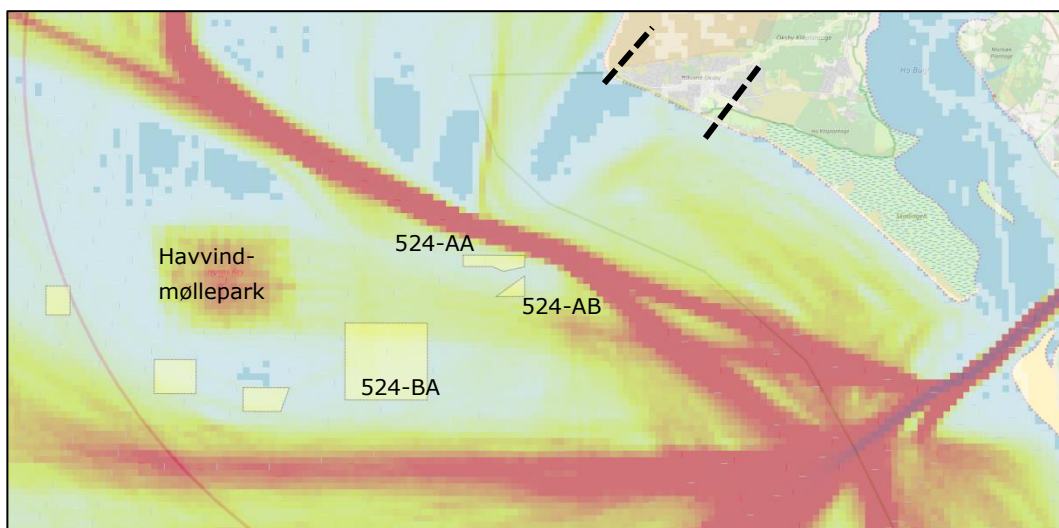


I det følgende beskrives jf. miljøvurderingslovens § 20 stk. 5<sup>5</sup> risikoen for katastrofer og større ulykker i forbindelse med kystbeskyttelsen, der primært består i risikoen for skibskollisioner eller grundstødninger med sandfodringskibe, der kan medføre større olieudslip og personskade eller i værste fald dødsfald. Der er derfor gennemført en analyse af skibstrafikken og risikoen for større ulykker langs kyststrækningen ved Blåvand

### 3.1 Skibstrafikken langs strækningen ved Blåvand

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.

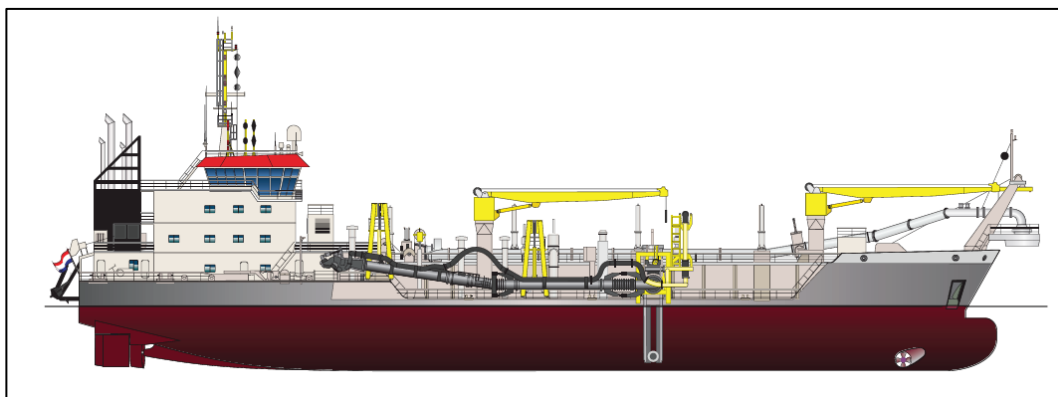
I Figur 3-1 ses skibstrafikintensiteten, målt over ti måneder fra november 2017 til og med August 2018, i farvandet ud for kyststrækningen ved Blåvand. I figuren er indvindingsområderne markeret som gule polygoner i vandet. Intensitetskortet består af kvadratiske celler med en sidelængde på 250 meter. Farveskalaen indikerer antallet af skibe der har passeret igennem en enkelt celle i perioden (lys blå er lavest intensitet og rød er højest intensitet).



Figur 3-1. Trafikintensitetskort i farvandet ud for strækningen ved Blåvand. De gule polygoner i vandet er indvindingsområderne. Strækningerne der strandfodres ved Blåvand er beliggende mellem de stiplede linjer.

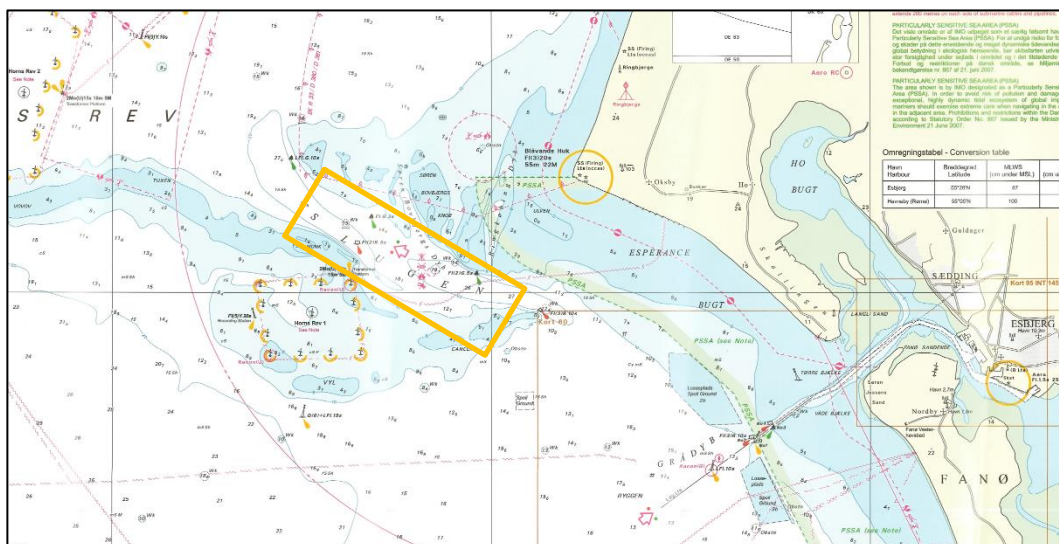
Sandfodringskibene skal sejle mellem indvindingsområderne, de gule polygoner i Figur 3-1, og kyststrækningen ved Blåvand. Et eksempel på et sandfodringskib er typen Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD), der ses i Figur 3-2 og som har udført kystbeskyttelse i danske farvande.

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



Figur 3-2. Sandfodringskib af typen Trailing Suction Hopper Dredger (TSDH)<sup>6</sup>.

Det fremgår, af intensitetskortet Figur 3-1, at der er et nordvestligt spor af trafik fra/til Esbjerg Havn (trafikken gennem Slugen, se søkort Figur 3-3) der går tæt nord om indvindingsområde 524-AA. Trafikmønsteret forklares med de dybdeforhold og den bølgeafmærkning, som er etableret til besejling af Esbjerg havn (se søkort i Figur 3-3). Endvidere ses sejlads med service skibe til vindmølleparken på Horns Rev. Al trafik med sandfodringskibe skal krydse dette spor i forbindelse med strandfodring på strækningen ved Blåvand. Videre ses det, at der er forsvindende lidt trafik inde omkring selve stranden ved Blåvand og i indvindingsområderne.



Figur 3-3. Søkort for Horns Rev. Slugen er markeret med et orange rektangel. Reproduceret med tilladelse fra ©Geodatastyrelsen – 320-0147.

En optælling af trafik i den nordvestlige rute fra Esbjerg Havn viser at der sejler gennemsnitligt cirka et skib hver tredje time. Disse skibe sejler samtidig i en meget veldefineret smal rute (diktet af bøjer og bundforhold). De største skibe på ruten er fragtskibe op til 180 meter lange, f.eks. fragtskibet Transfighter der ses i Figur 3-4. Øvrig skibstrafik langs denne rute er f.eks. vindmølleservicefartøjet Wind Supplier, der er 33 meter langt og ses i Figur 3-5.

<sup>6</sup> CUR, Building & Infrastructure/CIRIA. Hydraulic Fill Manual – For Dredging and Reclamations Works, 2012-udgave. <http://shaghoor.ir/Files/Hydraulic-Fill-Manual-Jan-vant-Hoff-Aart-Nooy-van-der-Kolff-2012.pdf>





Figur 3-4. Fragtskibet Transfighter<sup>7</sup>.



Figur 3-5. forsyningsskibet Windsupplier<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Vessel Finder. [www.VesselFinder.com](http://www.VesselFinder.com)

<sup>8</sup> Vessel Finder. [www.VesselFinder.com](http://www.VesselFinder.com)

### Risiko for kollisioner

Vurderingen af risici er her begrænset til vurdering af påvirkning fra sandfodringsskibenes sejlads mellem indvindingsområderne og kysten samt strandfodringsaktiviteten ved kysten. Miljøpåvirkningen og risici under indvinding af sand i indvindingsområder er allerede håndteret i særskilte miljøkonsekvensvurderinger og godkendt af den daværende myndighed Naturstyrelsen<sup>9</sup>. Derfor er risici i forbindelse med selve sandindvindingen ikke nærmere beskrevet.

Ved sejlads mellem indvindingsområder og kysten og under strandfodring vil der kunne forekomme situationer hvor den øvrige skibstrafik i området skal gå af vejen for sandfodringsskibe.

Undersøgelserne af de eksisterende forhold, i afsnit 3.1, viser generelt, at der kun er lidt øvrig skibstrafik området mellem indvindingsområderne og kysten samt langs kysten. Sejlruterne for sandfodringsskibene (fra indvindingsområderne til kysten) krydser trafikken gennem Slugen 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 (MGO<sup>10</sup>) 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 strandfodringen 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 strandfodringen sker. I tilfælde af, at et sandfodringsskib får motorstop, mens der foretages strandfodring, 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. Dog er det utænkeligt, at der vil ske grundstødning mod hofder, grundet sandfodringsskibene er placeret i forholdsvis stor afstand til kysten i forbindelse med strandfodring.

Sandfodringsskibe er designet til at manøvre og operere på meget lavt vand, og grundstødning vil derfor generelt meget sjældent forekomme<sup>11</sup>.

#### **1.1.14 Samlet vurdering**

Risikoen fra større ulykker til søs vil derfor være acceptabel. Interaktionen mellem sandfodringsskibene 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

<sup>9</sup> Miljøministeriet, Naturstyrelsen. Tilladelse til indvinding af råstoffer i område 562-PA, Thyborøn. [https://naturstyrelsen.dk/media/nst/8423428/tilladelse\\_til\\_indvinding.pdf](https://naturstyrelsen.dk/media/nst/8423428/tilladelse_til_indvinding.pdf)

<sup>10</sup> 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.

<sup>11</sup> 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.

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.

#### **1.1.15 Afbødning ved olieudslip**

Risikoen fra større ulykker under strandfodring, 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 Frederikshavn<sup>12</sup>, der vil træde til relativt hurtigt, hvis ulykken sker.

---

<sup>12</sup> Forsvaret, fordi noget er værd at kæmpe for. [https://www2.forsvaret.dk/viden-om/materiel/sovaernets\\_materiel/miljoskibe/Pages/Miljoeskibe.aspx](https://www2.forsvaret.dk/viden-om/materiel/sovaernets_materiel/miljoskibe/Pages/Miljoeskibe.aspx)



# BILAG 4

SEDIMENTATION, HYDRAULIK,  
MORFOLOGI





## 1. EKSISTERENDE FORHOLD

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

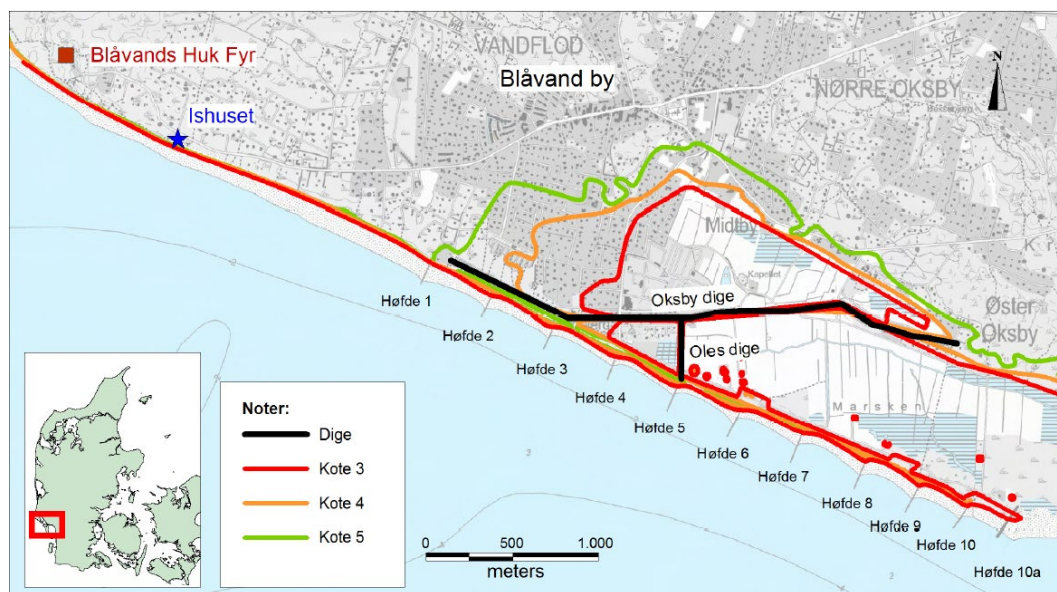
Beskrivelsen af de eksisterende forhold gives i relation til følgende relevante fysiske forhold:

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

Først gives i det følgende en indledende beskrivelse af strækningen ved Blåvand.

### 1.1 Indledende beskrivelse af strækningen ved Blåvand

Terrænforhold samt højvandebeskyttelse er illustreret i figur 1-1, hvoraf det fremgår, at området er beskyttet af Oksby- og Oles- diger, samt klitter. Dog er der imidlertid bygget adskillige sommerhuse uden for de to diger, hvoraf mange er bygget på lavtliggende terræn, og er derfor potentielt truet af oversvømmelse fra Vadehavet og bagfra fra Ho Bugt.



Figur 1-1. Strækningen ved Blåvand med indtegnede højdekurver.<sup>1</sup>

#### 1.1.1 Naturlig kysttilbagerykning

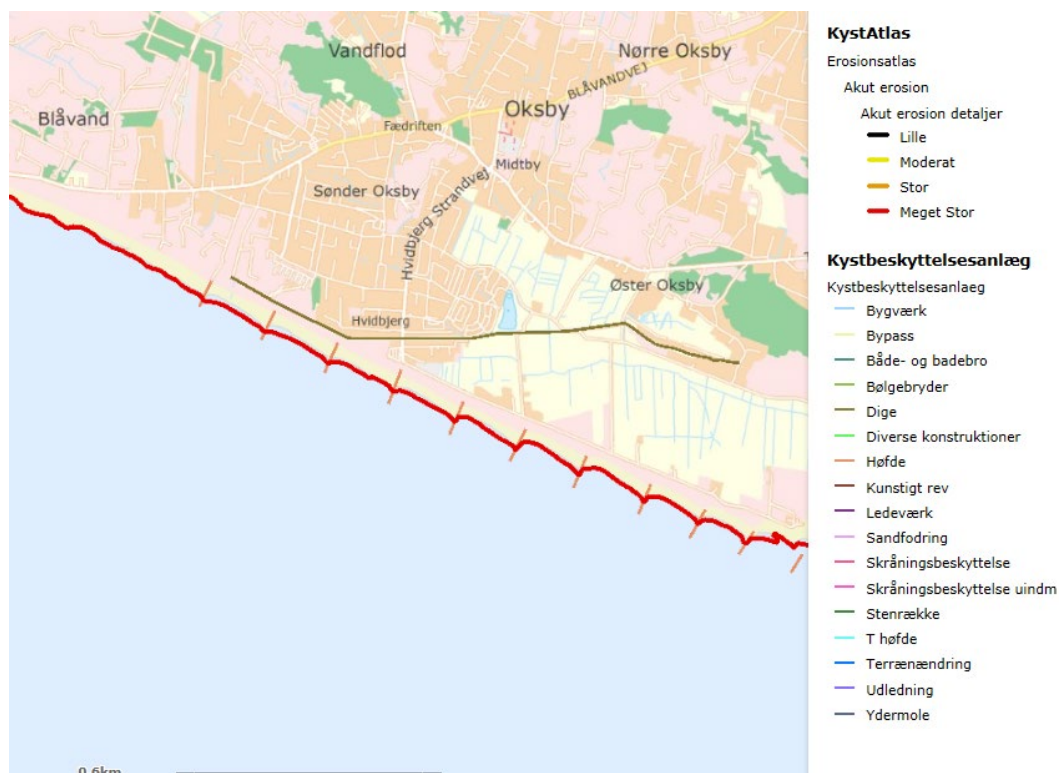
Den 5,5 km lange kyststrækning ved Blåvand fra Ishuset i vest til høfde 10a mod øst, se figur 1-1, er en tilbagerykningskyst. Uden kystbeskyttelse ville den gennemsnitlige årlige tilbagerykning på størstedelen af strækningen ligge på 0,5-2 meter om året, mens en enkelt storm kan erodere væsentligt mere. Det forholdsvis spinkle klitparti rykker naturligt tilbage i samme takt, og genopbygges på bagsiden dels ved at fygesand aflejres her.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kystdirektoratet, Fællesaftalestrækningen Blåvand, 2018.

<sup>2</sup> Kystinspektoret, Blåvand 1999, februar 1999.

### 1.1.2 Akut kysttilbagerykning

Udover den gennemsnitlige årlige tilbagerykning af kysten kan der desuden forekomme en såkaldt akut tilbagerykning af kystlinjen under storm. Jf. KDI's kystatlas defineres strækningen ved Blåvand som værende følsom overfor "meget stor akut erosion", se figur 1-2.



Figur 1-2. Følsomhed overfor akut erosion på strækningen ved Blåvand, jf. KDI's kystatlas. <sup>3</sup>

Der foreligger umiddelbart ingen empiri af den akutte erosion på under storm, og derfor er der til nærværende analyse anvendt modelsimulering til klarlægning af akut-erosionen, hvilket er beskrevet i det følgende.

#### Simulering af akut erosion i XBeach

Til simulering af den akutte erosion er der anvendt en numerisk model, XBeach, som er nærmere beskrevet i (Deltares, 2015)<sup>4</sup>. 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, bølgeinduceret-setup af vandstanden, samt indflydelse fra strøm. Modellen er valideret baseret på analytiske sammenligninger, laboratorieforsøg, samt feltmålinger<sup>5</sup>.

Ift. anvendelsen i nærværende VVM-analyse er der ikke foretaget kalibrering/validering af XBeach-modellen, og der vurderes desuden udelukkende på bølger med en udbredelsesretning som er vinkelret på kysten. Der evalueres således ikke på effekten fra langsgående bølge- og tidevandsinduceret strøm/sedimenttransport, hvilket dog i denne forbindelse vurderes for at have

<sup>3</sup> Kystdirektoratet. (2019). *Kystdirektoratets Kystatlas*. Hentet fra <http://kms.maps.arcgis.com>

<sup>4</sup> Deltares, XBeach Technical Reference: Kingsday Release, 2015

<sup>5</sup> Deltares. (2015). *XBeach Technical Reference: Kingsday Release*.



en begrænset effekt på den akutte tværgående erosion på strækningen, da det forventes at bølgerne vil refraktere pga. den relative lave vanddybde.

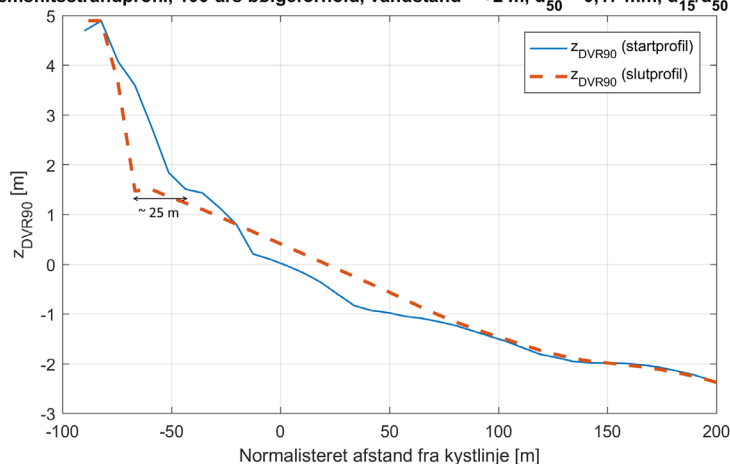
Simplificeringerne samt anvendelsen af den ikke-kalibrerede model i dette tilfælde medfører, at estimatet for den akutte erosion fra simuleringen udelukkende kan betragtes som værende retningsvisende, og dermed ikke eksakt. Desuden er bølgeforholdene samt sedimenttransporten, og dermed den akutte kysterosion, afhængig af kystprofil/sedimentforekomsten på det pågældende specifikke tidspunkt, hvilket betyder, at kysterosionen vil være meget dynamisk i både tid og sted.

Til anvendelse i nærværende projekt er der taget udgangspunkt i de seneste foreliggende opmålinger af kystprofiler fra 2018 samt gennemsnitlige sedimentkornstørrelser,  $d_{50}$ , se videre beskrivelse i afsnit 1.5.

Der anvendes til XBeach-simuleringen bølgeforhold svarende til en 100-års storm med en antaget stormvarighed på seks timer hvilket er konservativt da varigheden af et stormpeak typisk vil være to til fem timer jf. (Wolfram, Linfoot, & Stansell, 2000)<sup>6</sup>, og bølgeforholdene er baseret på et såkaldt JONSWAP-spektrum med  $\gamma=3.3$  samt en retningsspredning svarende til  $s=100$  (dvs. en standardafvigelse for bølgeretningerne på ca. otte grader). Der antages under simuleringen desuden en vandstand på to meter, som vurderes for værende en gennemsnitlig vandstand i løbet af stormen. Generelt er akuterrosionen dog ikke så følsom overfor vandstanden, men mest beskrirende for hvor i profilet erosionen forekommer.

Resultatet fra XBeach-modellen kan ses i figur 1-3 og som det fremgår af simuleringen, er den akutte tilbagerykning ca. 25 meter.

Blåvand - gennemsnitsstrandprofil, 100-års bølgeforhold, vandstand = +2 m,  $d_{50} = 0,17$  mm,  $d_{15}/d_{50} = 0,78$ ,  $d_{90}/d_{50} = 2,61$



Figur 1-3. Simuleret akut kysttilbagerykning i XBeach under en 100-års hændelse.

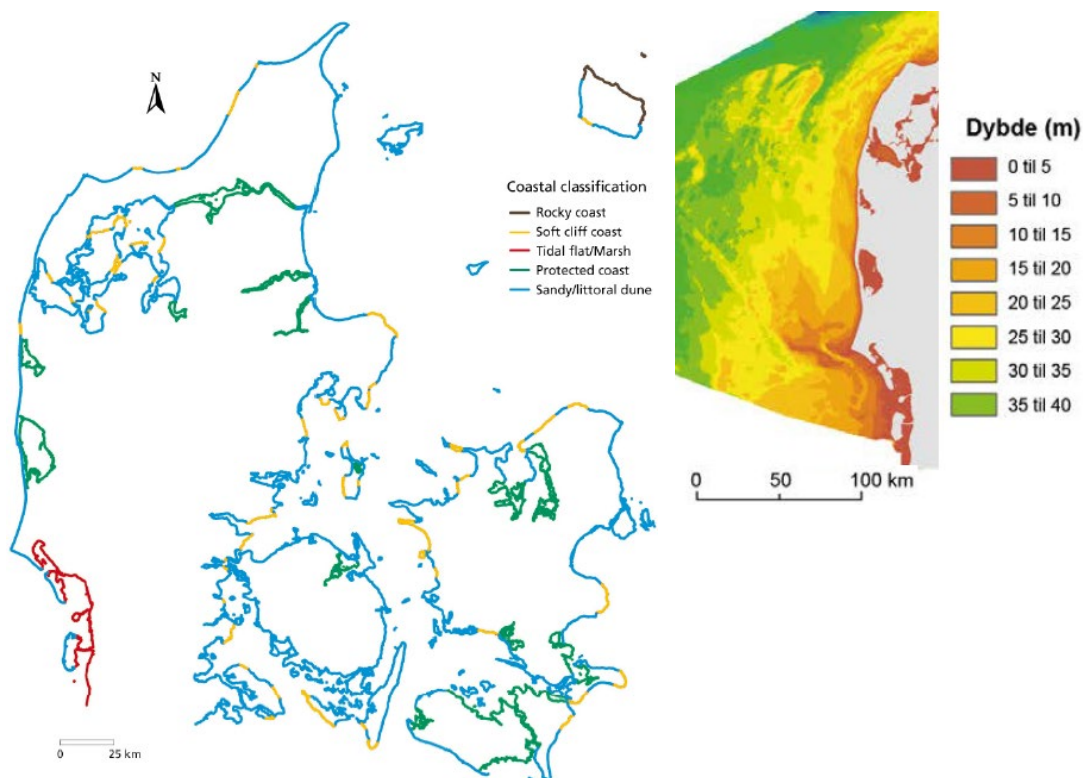
### 1.1.3

#### Eksisterende kystbeskyttelse og dybdeforhold

Kysten kan jf. figur 1-4 (venstre) generelt klassificeres som en sandet litoral kyst. Pga. relativt høje vandstande under storm samt en smal klitzone og et lavt bagland forefindes der forskellige former for kystbeskyttelse langs strækningen, bestående af en kombination af strandfodring, høfder, diger, samt sandflugtsdæmpning. Eksisterende kystbeskyttelse er desuden illustreret i figur 1-2.

<sup>6</sup> Wolfram, Julian; Linfoot, Brian; Stansell, Paul, Long- and short-term extreme wave statistics in the North Sea: 1994-1998, 2000.

Vanddybden på Vestkysten samt ved Blåvand er vist i figur 1-4 (højre), hvoraf det fremgår, at vanddybden generelt er relativt begrænset i området.



Figur 1-4. (venstre) Klassificering af de danske kyststrækninger.<sup>7</sup> (højre) Dybdekort over bl.a. Nordsøen samt Skagerrak.<sup>8</sup>

## 1.2 Vind/Bølgeforhold ved Blåvand

Figur 1-5 viser en vindrose samt vindstatistik for vindmålinger fra Blåvandshuk Fyr-måleren for perioden 1989 – 1998 (Cappelen & Jørgensen, 1999)<sup>9</sup> og som det fremgår af vindrosen, er den fremherskende vindretning fra vestlige retninger, hvorfra der også forekommer de højeste vindhastigheder jf. vindstatistikken. Højeste vindhastighed i perioden er målt fra 240°. Vindretninger er defineret som vinklen i forhold til nord (med uret).

<sup>7</sup> Kystdirektoratet. (2008). Safecoast - CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE ALONG THE DANISH COASTS.

<sup>8</sup> GEUS. (2017). GEUS-NOTAT nr.: 14-MI-2017-8: Beskrivelse af forhold vedrørende havbunden i danske havområder.

Retrieved from: [https://mfvm.dk/fileadmin/user\\_upload/MFVM/Natur/Al-](https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Natur/Al-Hamdani_Z.____Beskrivelse_af_forhold_vedhoerende_havbunden_i_danske_havomraader____GEUS_Notat_nr._14-MI-2017-8_udarbejdet_for_Miljoe-og_Foedevareministeriet_25._august_2017.pdf)

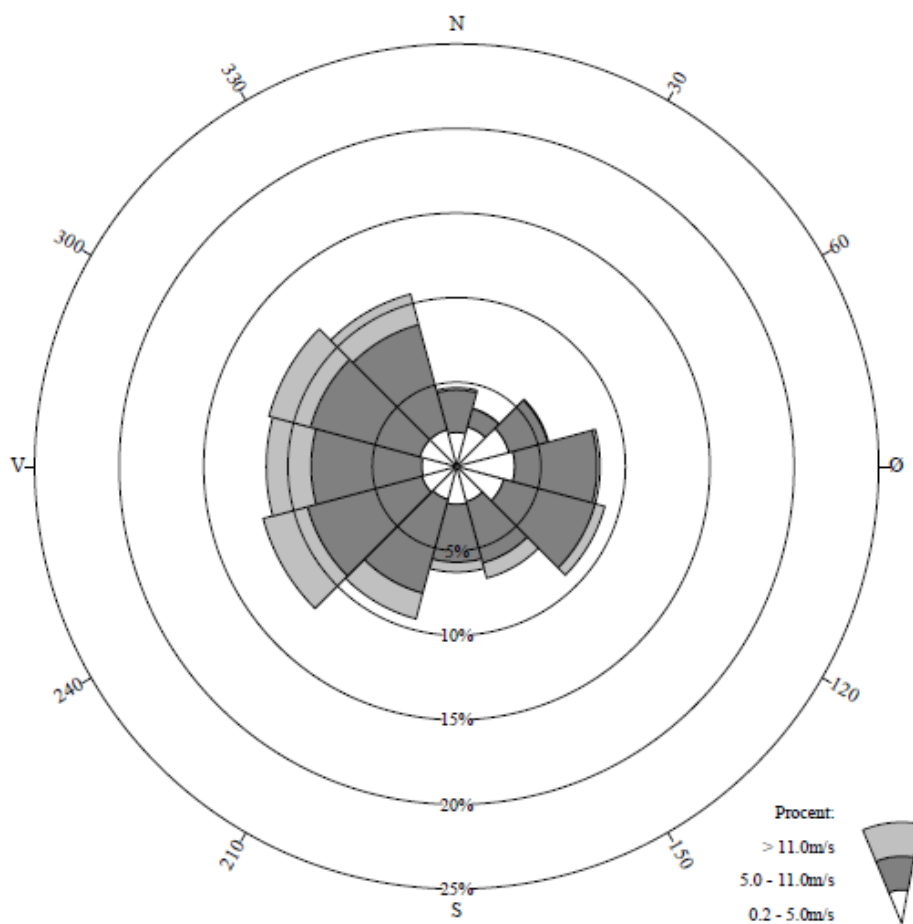
Hamdani\_Z.\_\_\_\_Beskrivelse\_af\_forhold\_vedhoerende\_havbunden\_i\_danske\_havomraader\_\_\_\_GEUS\_Notat\_nr.\_14-MI-2017-8\_udarbejdet\_for\_Miljoe-og\_Foedevareministeriet\_25.\_august\_2017.pdf.

<sup>9</sup> Cappelen, John; Jørgensen, Bent, Technical Report 99-13: Observeret vindhastighed og -retning i Danmark - med klimanormaler 1961-90, 1999.

# Station 06081 BLÅVANDSHUK FYR

01-01-89 - 31-12-98

Hele perioden



|                      | N    | 30   | 60   | Ø    | 120  | 150  | S    | 210  | 240  | V    | 300  | 330  | Ialt |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| %                    | 4.7  | 3.6  | 5.6  | 8.5  | 9.1  | 6.8  | 6.3  | 9.3  | 11.9 | 11.3 | 11.5 | 10.6 | 99.2 |
| %<br>0.2-5.0m/s      | 2.0  | 2.4  | 3.2  | 3.4  | 2.9  | 2.2  | 2.3  | 2.0  | 2.1  | 2.1  | 2.3  | 2.3  | 29.2 |
| %<br>5.0-11.0m/s     | 2.5  | 1.1  | 2.4  | 4.9  | 5.6  | 3.8  | 3.4  | 5.8  | 7.0  | 6.6  | 6.7  | 6.4  | 56.2 |
| %<br>> 11.0m/s       | 0.1  | 0.0  | 0.0  | 0.2  | 0.6  | 0.9  | 0.6  | 1.6  | 2.7  | 2.7  | 2.6  | 1.9  | 13.8 |
| Middel<br>hastighed  | 5.7  | 4.4  | 4.8  | 5.8  | 6.5  | 7.0  | 6.4  | 7.8  | 8.4  | 8.5  | 8.3  | 7.8  | 7.2  |
| Største<br>hastighed | 18.0 | 16.5 | 13.9 | 17.5 | 25.7 | 21.1 | 19.5 | 26.2 | 27.3 | 25.8 | 25.7 | 23.2 | 27.3 |

Totalt antal observationer = 81990

Vindstille defineret som hastighed  $\leq 0.2$  m/s

Antal observationer med vindstille/varierende vind: 672 = 0.8%

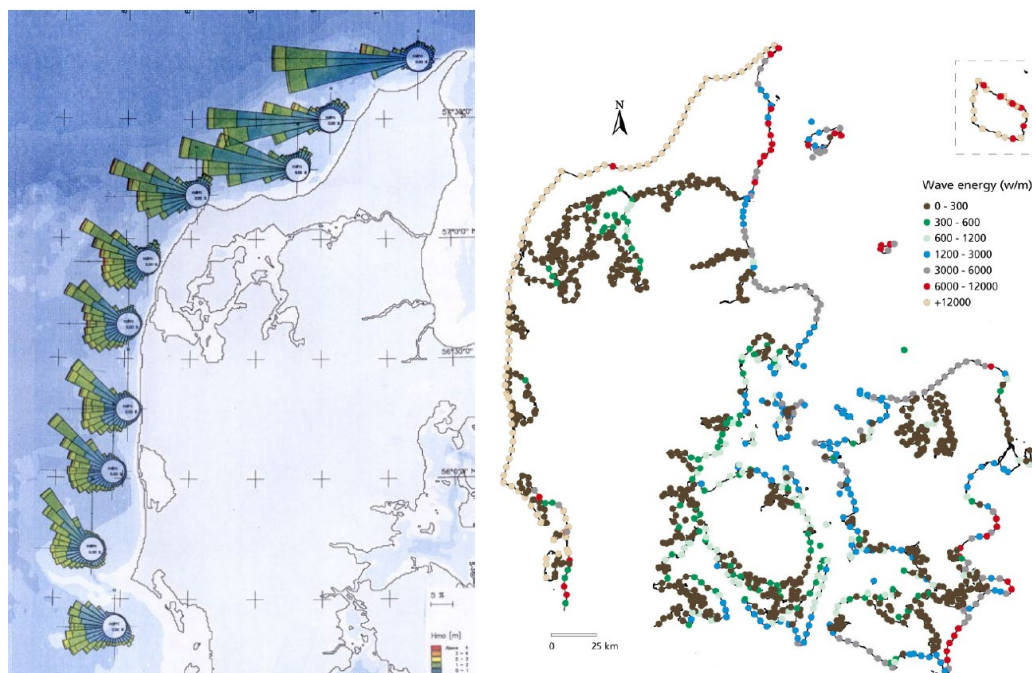
Kilde: DMI

Figur 1-5: Vindrose fra Blåvands Huk fyr for perioden 1989 – 1998 (Cappelen & Jørgensen, 1999)<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Cappelen, John; Jørgensen, Bent, Technical Report 99-13: Observeret vindhastighed og -retning i Danmark - med klimanormaler 1961-90, 1999.

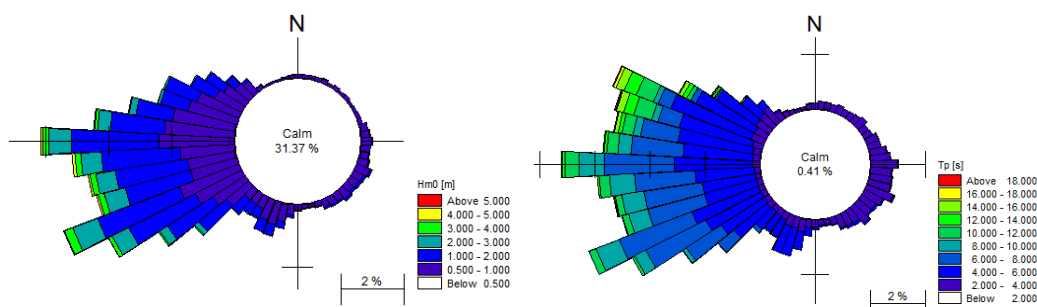


Figur 1-6 (venstre) viser bølgeroser for udvalgte positioner langs Vestkysten. Som det fremgår af bølgeroserne, som er baseret på et hindcaststudie i (Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000).<sup>11</sup>, er der ved Blåvand fremherskende bølger fra vest.



Figur 1-6: (venstre) Bølgeroser på Vestkysten baseret på hindcast bølgedata i perioden 1992 – 1996 (Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000).<sup>12</sup> (højre) Bølgeenergi langs de danske kyster – bestemt for hver fem kilometer kyst (Kystdirektoratet, Safecoast - CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE ALONG THE DANISH COASTS, 2008).<sup>13</sup>

Figur 1-7 viser bølgeroser, der repræsenterer hhv. henholdsvis den signifikante bølgehøjde,  $H_{m0}$ , og peak-bølgeperioden,  $T_p$ , fra Fanø Bugt (Øst: 451076 m, Nord: 6133520 m), baseret på bølge-måler placeret på ca. 15 vanddybde, for perioden 1997 – 2018 (dvs. for en længere periode sammenlignet med bølgeroserne i figur 1-6 (venstre)). Som det fremgår af figur 1-7, er der en forekomst af både de højeste signifikante bølger  $H_{m0}$  samt de længste peak-bølgeperioder  $T_p$  fra vestsydvest, hvorfra også de højeste vindhastigheder forekommer (jf. figur 1-5).



Figur 1-7: (venstre) Bølgeroser for  $H_{m0}$  fra Fanø Bugt-måleren baseret på bølgedata i perioden 1991 – 2018. (højre) Bølgerose for  $T_p$  baseret på bølgedata i perioden 1991 – 2018.

Tabel 1-1 viser et såkaldt scatter-diagram for forekomst af signifikante bølgehøjder,  $H_{m0}$ , og peak bølgeperioder,  $T_p$ , ved Fanø Bugt-måleren i perioden 1997-2018. Som det fremgår af scatter-

<sup>11</sup> Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000.

<sup>12</sup> Kystdirektoratet, Sedimentbudget Vestkysten, 2000

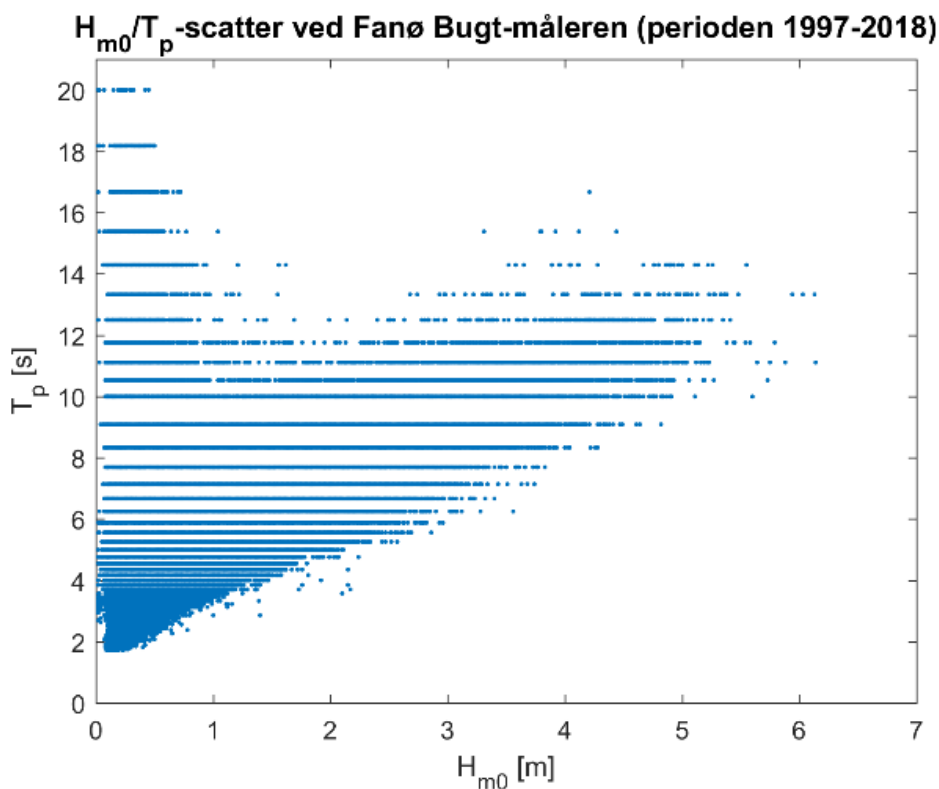
<sup>13</sup> Kystdirektoratet, Safecoast - CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE ALONG THE DANISH COASTS, 2008

tabellen, er de hyppigst-forekommende signifikante bølgehøjder mellem nul og tre meter og hyppigste peak bølgeperioder er imellem to og otte sekunder.

| $H_{m0}/T_p$ | 0-2s | 2-4s  | 4-6s  | 6-8s  | 8-10s | 10-12s | 12-14s | 14-16s | 16-18s | 18-20s | sum [%] |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 0-1m         | 0.54 | 26.30 | 24.77 | 8.07  | 1.20  | 1.68   | 1.47   | 0.97   | 0.21   | 0.10   | 65.31   |
| 1-2m         | 0.00 | 0.40  | 12.88 | 11.32 | 2.75  | 0.09   | 0.01   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 27.45   |
| 2-3m         | 0.00 | 0.00  | 0.27  | 2.26  | 2.69  | 0.30   | 0.01   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 5.53    |
| 3-4m         | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.08  | 0.83  | 0.40   | 0.03   | 0.01   | 0.00   | 0.00   | 1.34    |
| 4-5m         | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.07  | 0.19   | 0.07   | 0.01   | 0.00   | 0.00   | 0.34    |
| 5-6m         | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.02   | 0.01   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.03    |
| 6-7m         | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00    |
| 7-8m         | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00    |
| 8-9m         | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00    |
| sum [%]      | 0.54 | 26.70 | 37.92 | 21.73 | 7.55  | 2.67   | 1.60   | 0.99   | 0.21   | 0.10   | 100.00  |

Tabel 1-1: Fanø Bugt (omni retn. 1997 - 2018)

Korrelationen mellem  $H_{m0}$  og  $T_p$  er yderligere illustreret i scatter-plottet i figur 1-8 hvoraf det ses, at der for lave  $H_{m0}$  er sandsynlighed for underliggende lange swell-bølger (dvs. høje  $T_p$ ). Kombinationen af lange swell bølger med lille bølgehøjde opstår ofte efter en periode med kraftig vind eller storm.

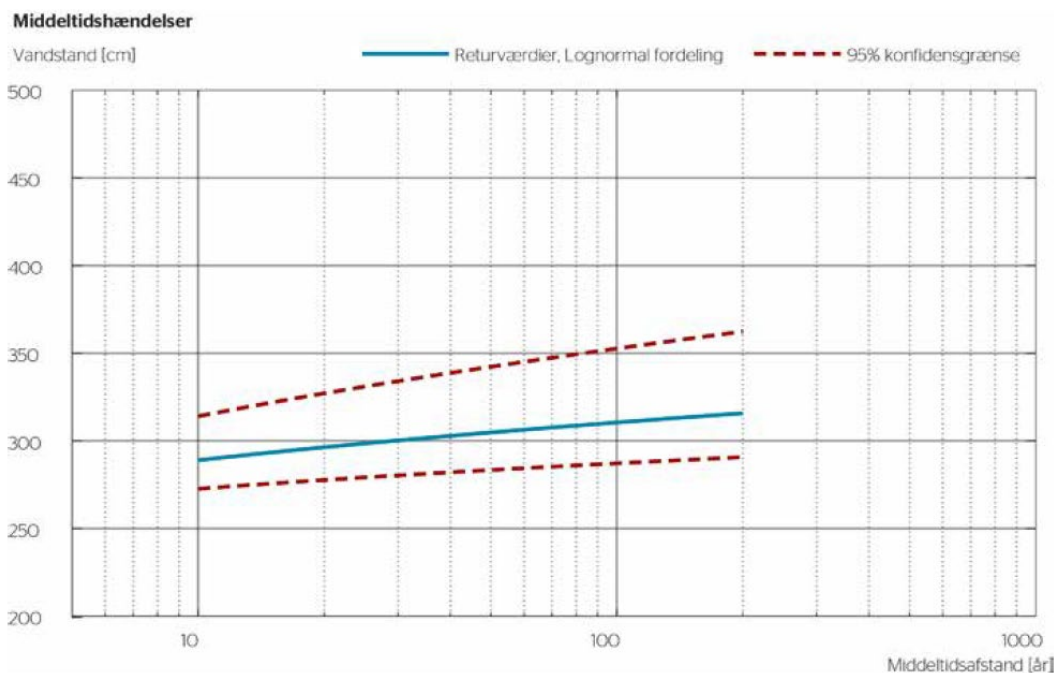


Figur 1-8:  $H_{m0}/T_p$ -scatterplot for bølgemålinger ved Fanø Bugt-måleren i perioden 1997 - 2018.

### 1.3 Vandstandsforhold ved Blåvand

Vandstandsniveaue i Fanø Bugt er påvirket af vind, atmosfærisk tryk, tidevand samt (lokalt) bølger (bølge setup). Vandstandsstatistikken fra Kystdirektoratets højvandsstatistik 2017 baseret på målinger i perioden 1997 - 2017 fra Grådyb Barre (placering 55,4° Nord, 8,3° Øst) er vist i figur 1-9, og er desuden opsummeret i Tabel 1-2. Højeste vandstand (svarende ca. til 100-års

vandstanden) blev målt under orkanen d. 3. december 1999 hvor vindretningen var fra vest og maks.-vindhastigheden (10. minutters middel) var 37,1 m/s.<sup>14</sup>



Figur 1-9: Højvandstatistik fra Grådyb Barre baseret på vandstandsmålinger i perioden 1997 - 2017. (Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker 2017, 2018).<sup>15</sup>

| Returperiode [år] | 20  | 50  | 100 |
|-------------------|-----|-----|-----|
| Vandstand [cm]    | 296 | 305 | 310 |

Tabel 1-2: Vandstandsstatistik for Grådyb Barre. (Kystdirektoratet, 2018).<sup>16</sup>

Den generelle vandstandsforøgelse som følge af vindstuvning kan i nogle tilfælde øges yderligere pga. bølgesetup, som på Vestkysten kan bevirke en lokal forøgelse af vandstanden på 0,25 – 0,75 meter afhængig af bølgehøjden og bølgeperioden (DHI, 2001).<sup>17</sup>

Jf. DMI er tidevandsvariationen ved Esbjerg Havn ca. 1,55 meter.<sup>18</sup>

## 1.4 Strømforhold ved Blåvand

Udenfor littoralzonen er strømmen langs Blåvandstrækningen 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 Vind/tidevandsgenereret kyststrøm

Havstrømme langs Vestkysten og Vadehavet opstår i forbindelse med vindstuvning, densitetsforskelle, samt tidevandsudvekslingen i Nordsøen. Langs Vestkysten betegnes denne havstrøm ofte som "Den Jyske Kyststrøm" som er regionalt forekommende, og bevirker til at vandet i Nordsøen

<sup>14</sup> DMI, Orkanen over Danmark den 3.-4. december 1999, 2000

<sup>15</sup> Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker 2017, 2018

<sup>16</sup> Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker 2017, 2018

<sup>17</sup> DHI, Redegørelse for planlagte kystfodringsprojekter udfor Fjaltring i 2002 og ved Årgab i 2003, 2001

<sup>18</sup> DMI. (2018). Tidevandstabeller for danske farvande 2018.



cirkulerer imod urets retning, hvilket medfører en netto-dominerende nordgående strøm, hvis styrke er styret af vindforhold. En skematisk gengivelse af cirkulationen i Nordsøen er vist i figur 1-10.



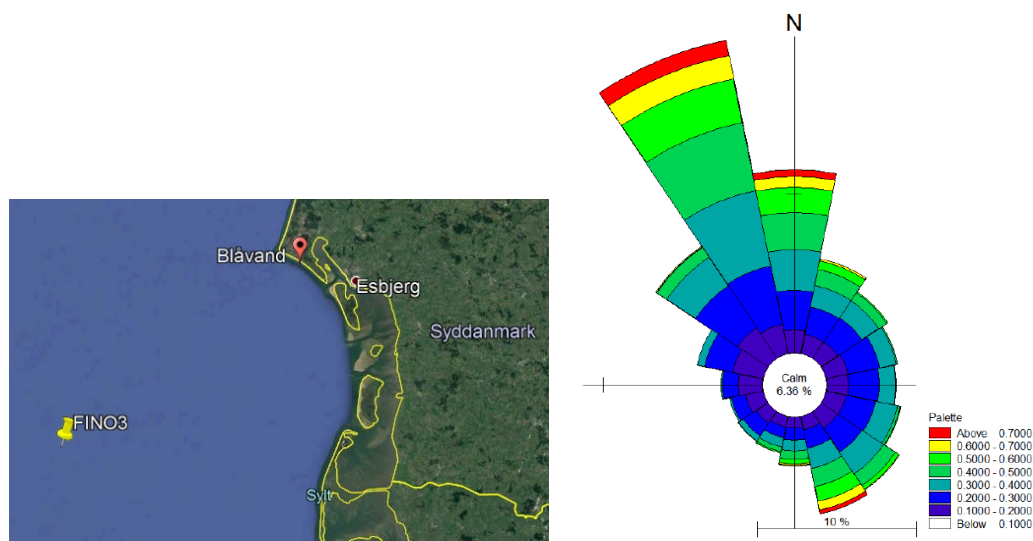
Figur 1-10. Skematisk gengivelse af netto-cirkulationen i Nordsøen, Skagerrak, samt Kattegat. Mørke pile viser strømninger i overfladen og de lyse pile viser dybereliggende strømme. Bredden på pilene indikerer styrken.<sup>19</sup>

Baseret på analyse af ét års strømdata ved FINO3-plattformen i Nordsøen, beliggende på placeringen 55° 11,7 'N, 007° 9,5' E, se figur 1-11 (venstre), er der i VVM for Horns Rev 3<sup>20</sup> udarbej-

<sup>19</sup> 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.

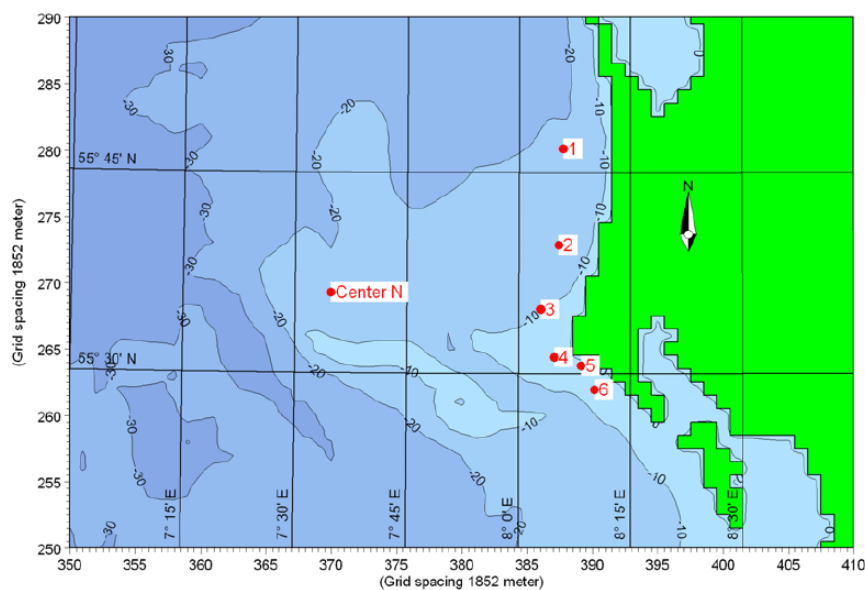
<sup>20</sup> Orbicon, Horns Rev 3 Offshore Wind Farm - HYDROGRAPHY, SEDIMENT SPILL, WATER QUALITY,

det en strømrose for 2011, se figur 1-11 (højre). På samme vis som i figur 1-10 viser strømrosen dominerende nordgående strøm, med en maks. strømhastighed på op til 0,7 m/s.



Figur 1-11. Placering af FINO3-plattformen på koordinater 55° 11,7 'N, 007° 9,5' E (venstre) samt dybdemidtet strømrose for 2011 fra FINO3-plattformen.<sup>21</sup> (højre).

Jf. (DHI, 2006)<sup>22</sup> er den tidevandsgenererede strømhastighed (nord/syd-gående) ca. 0,5 m/s umiddelbart på placeringen; "Center N", vist i figur 1-12.



Figur 1-12. Placering af "Center N" (DHI, 2006).<sup>23</sup>

Strømforhold ved Strækningen ved Blåvand, i tilfælde af typisk sydgående og nordgående strøm, er vist i figur 1-13. Som det fremgår af figuren, er den tidevandsgenererede strømhastighed umiddelbart lidt lavere tæt ved kysten, sammenlignet med på dybere vand. Bølgegenereret strøm

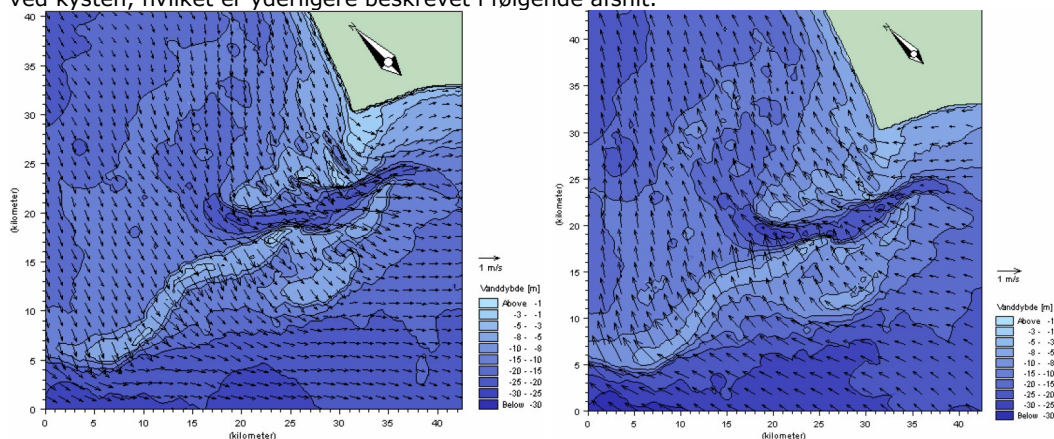
GEOMORPHOLOGY AND COASTAL MORPHOLOGY, April 2014

<sup>21</sup> Orbicon, Horns Rev 3 Offshore Wind Farm - HYDROGRAPHY, SEDIMENT SPILL, WATER QUALITY, GEOMORPHOLOGY AND COASTAL MORPHOLOGY, April 2014

<sup>22</sup> DHI, Horns Rev 2 Offshore Wind Farm - Coastal Impact Assessment, maj 2006

<sup>23</sup> DHI, Horns Rev 2 Offshore Wind Farm - Coastal Impact Assessment, maj 2006

indenfor bølgerens brydningszone kan dog lokalt bevirke til markant højere strømhastighed tæt ved kysten, hvilket er yderligere beskrevet i følgende afsnit.



Figur 1-13. Typisk sydgående strøm (venstre), samt typisk nordgående strøm (højre).<sup>24</sup>

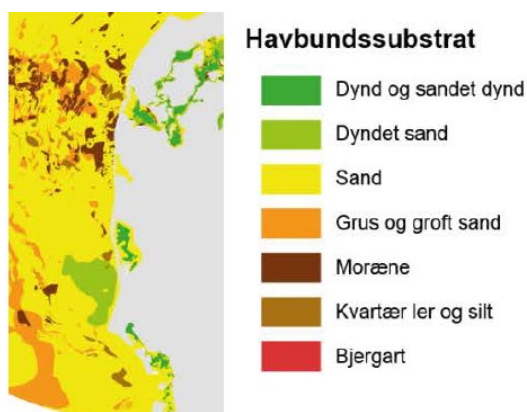
#### 1.4.2 Bølgegenereret strøm

Bølgehøjden,  $H_{m0}$ , tæt ved kysten er begrænset af vanddybden, og når den 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 til, at der opstår en reaktionskraft i samme retning som bølgeudbredelsen, og såfremt bølgen angriber kysten med en vinkel, kan reaktionskraften opdeles i to komponenter (henholdsvis på langs med- og på tværs af kystlinjen). Den vinkelrette kraftkomponent på kysten bevirker til at der, som tidligere nævnt, 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 bl.a. øges proportionelt med bølgehøjden, genererer desuden henholdsvis en søværts sedimenttransport samt en langsgående sedimenttransport. Begge transporter er dog udelukkende forekommende indenfor brydningszonen.

#### 1.5 Sedimentforhold

Området ved Blåvand er generelt bestående af sandbund, se figur 1-14.



Figur 1-14. Havbundssubstrater på Vestkysten samt ved Blåvand..<sup>25</sup>

<sup>24</sup> DHI, Sedimenttransport ved Horns Rev og Blåvandshuk, oktober 2001.

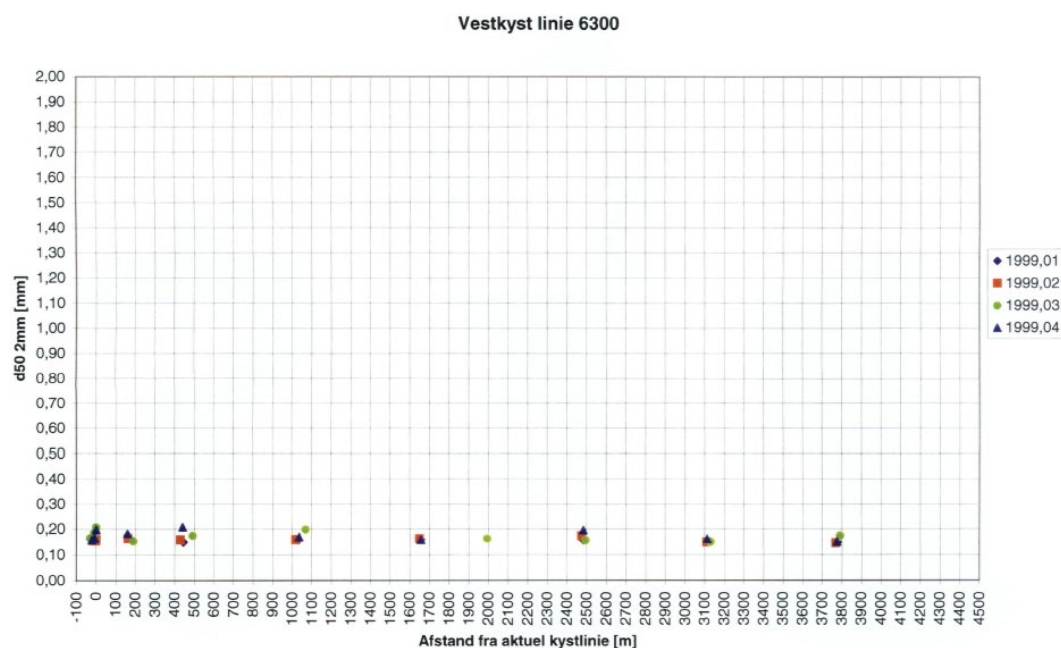


Sandprocenter, som er den andel af havbunden der består af ikke-kohæsivt materiale, er for Strækningen ved Blåvand angivet i figur 1-15, hvoraf det fremgår, at der 6,5 km fra kysten er 100 % sandforekomst.

| Linie nr. | Sted         | % klittop<br>-> +4 | % +4<br>-> -4 | % -4<br>-> -8 | % -8<br>-> -12 | % -12<br>-> 4950m | % 4950<br>-> 6450m |
|-----------|--------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|--------------------|
| 6270      | Blåvands Huk | 100                | 100           | 100           | 100            | 100               | 100                |

Figur 1-15. Sandprocenter ved Strækningen ved Blåvand.<sup>26</sup>

I en sedimentanalyse fra 1999.<sup>27</sup> er det konkluderet, at middeldkornstørrelsen  $d_{50}$  er forholdsvis ensartet i både tid og sted, se figur 1-16. På baggrund af data der er gengivet i figuren er den gennemsnitlige middeldkornstørrelse,  $d_{50} \approx 0,17$  mm.



Figur 1-16. Variation i  $d_{50}$  for henholdsvis forår 1999 (1999,01), sommer 1999 (1999,02), efterår 1999 (1999,03) og vinter 1999 (1999,04).<sup>28</sup>

Oplysninger fra sedimentanalysen fra 1999.<sup>29</sup> for stemmer overens med gennemførte sandprøver til nærværende projekt, hvor der på baggrund af 21 sandprøver på stranden (gennemført i perioden 31.10.2018 – 06.12.2018) er fundet en gennemsnitlig middeldkornstørrelse på  $d_{50} = 0,166$  mm (varierende i spændet  $d_{50} = 0,14 - 0,2$  mm). Den gennemsnitlige andel af fint materiale ( $d \leq 0,125$  mm) fra de 21 sandprøver er 26 % (varierende fra 4 % til 48 %) og den gennemsnitlige

<sup>25</sup> GEUS. (2017). GEUS-NOTAT nr.: 14-MI-2017-8: Beskrivelse af forhold vedrørende havbunden i danske havområder. Retrieved from [https://mfvm.dk/fileadmin/user\\_upload/MFVM/Natur/AI-Hamdani\\_Z.\\_\\_\\_\\_Beskrivelse\\_af\\_forhold\\_vedhoerende\\_havbunden\\_i\\_danske\\_havomraader\\_\\_\\_\\_GEUS\\_Notat\\_nr.\\_14-MI-2017-8\\_udarbejdet\\_for\\_Miljoe-og\\_Foedevareministeriet\\_\\_25.\\_august\\_2017.pdf](https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Natur/AI-Hamdani_Z.____Beskrivelse_af_forhold_vedhoerende_havbunden_i_danske_havomraader____GEUS_Notat_nr._14-MI-2017-8_udarbejdet_for_Miljoe-og_Foedevareministeriet__25._august_2017.pdf).

<sup>26</sup> Kystdirektoratet. (2001) Sedimentbudget – Vestkysten, 2001.

<sup>27</sup> Kystinspektoret. (1999). Sedimentanalyse - Vestkysten 1999.

<sup>28</sup> Kystinspektoret. (1999). Sedimentanalyse - Vestkysten 1999.

<sup>29</sup> Kystinspektoret. (1999). Sedimentanalyse - Vestkysten 1999.

andel af "fint grus" ( $d > 2 \text{ mm}$ ) er 0,43 % (varierende fra 0 % til 2 %). I ingen af de 21 prøver forekommer der sten ( $d > 60 \text{ mm}$ ).

## 1.6 Sedimenttransport og kystmorfologi

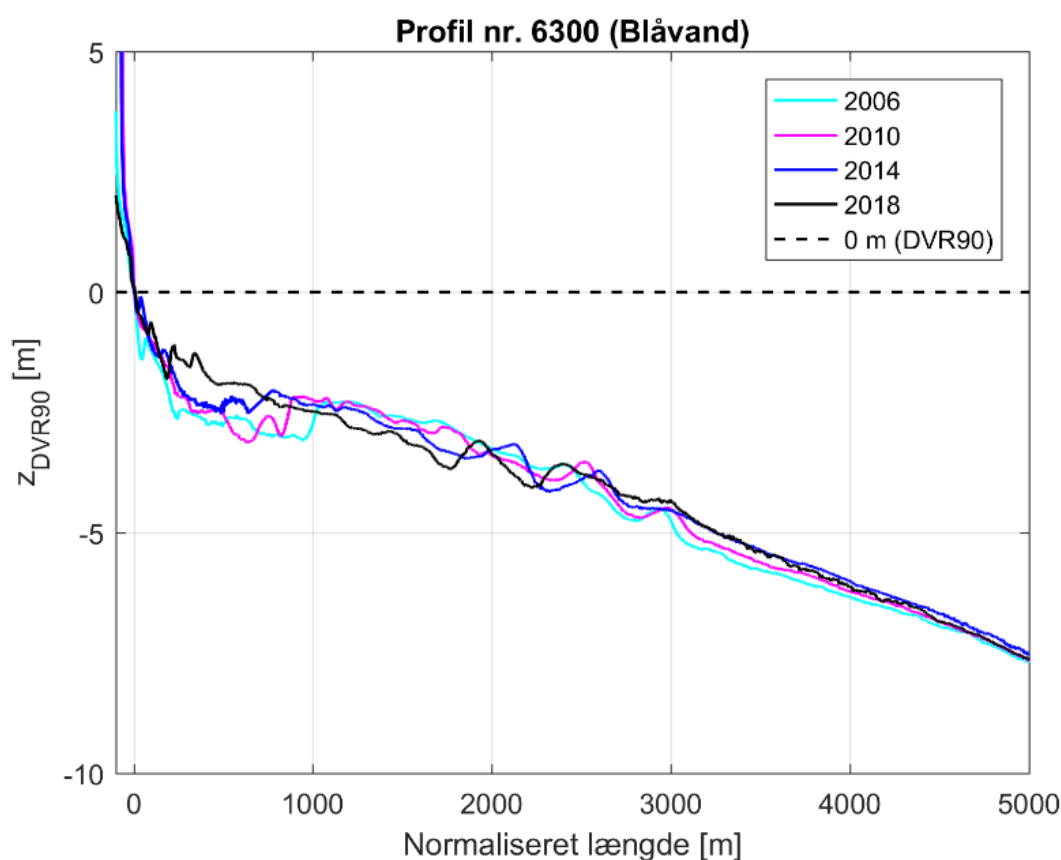
Sedimenttransporten drives af den bølgeinducerede strøm samt den Jyske Kyststrøm, beskrevet i afsnit 1.4.

Ift. den bølgeinducerede strøm vil der, såfremt bølgerne angriber kysten med en vinkel, som tidligere nævnt opstå to strømkomponenter, og således vil der desuden opstå to komponenter af sedimenttransporten. Det skal dog hertil nævnes, at sedimenttransporten udelukkende opstår i tilfældet hvor den kritiske forskydningsspænding for sedimentet overskrides (dvs. bl.a. ved tilstrækkelig strømhastighed).

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

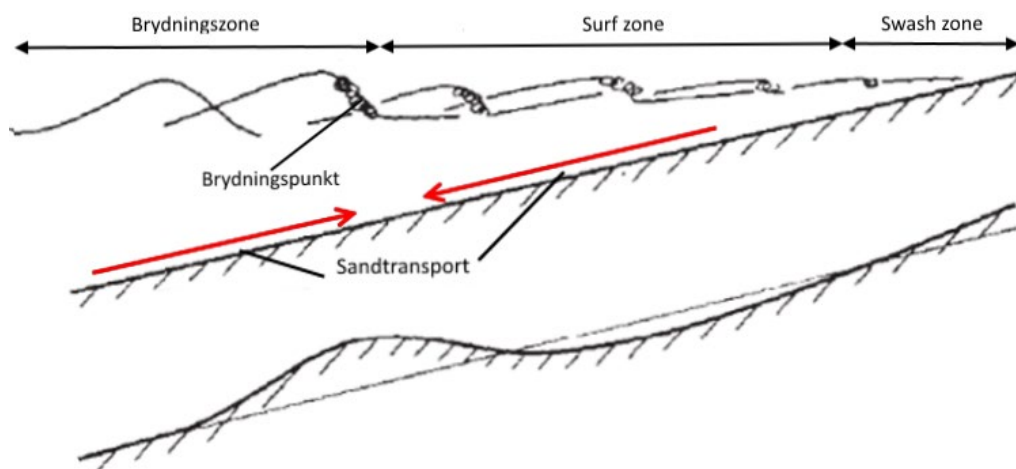
Den tværgående sedimenttransport afhænger bl.a. af bølgeforholdene, tværprofilet, samt sedimentkarakteristikken. Indenfor brydningszonen, er kystprofilet meget dynamisk, og der forekommer signifikante omlejninger af sediment afhængig af aktuelle bølgeforhold. Kystprofilet bliver dog mere stabilt på større vanddybde, da det her er mindre påvirket af bølgerne, hvilket desuden fremgår af figur 1-17, hvor kystprofiler indmålt i perioden 2006 -2018 er vist.



Figur 1-17. Variation i målte kystprofiler (profil 6300) ved strækningen ved Blåvand i perioden 2006 - 2018.

Strækningen ved Blåvand påvirkes af forskellige bølgeforhold med forskellige typer af brydende bølger (normalt karakteriseret som topbrydende og styrtbrydende). Topbrydende bølger, som forekommer under storm, bevirker normalt til revledannelse, hvor der søværts for brydningspunktet (dvs. i brydnings-zonen) forekommer en mindre sandtransport ind mod kysten, og hvor der landværts for brydningspunktet (i surf-zonen og swash-zonen) forekommer en udadrettet transport, se illustration i figur 1-18. Brydningspunktet varierer pga. vekslende bølge- og vandstandsforhold, samt pga. tidevand, og revlen vil desuden med tiden langsomt bevæge sig søværts.

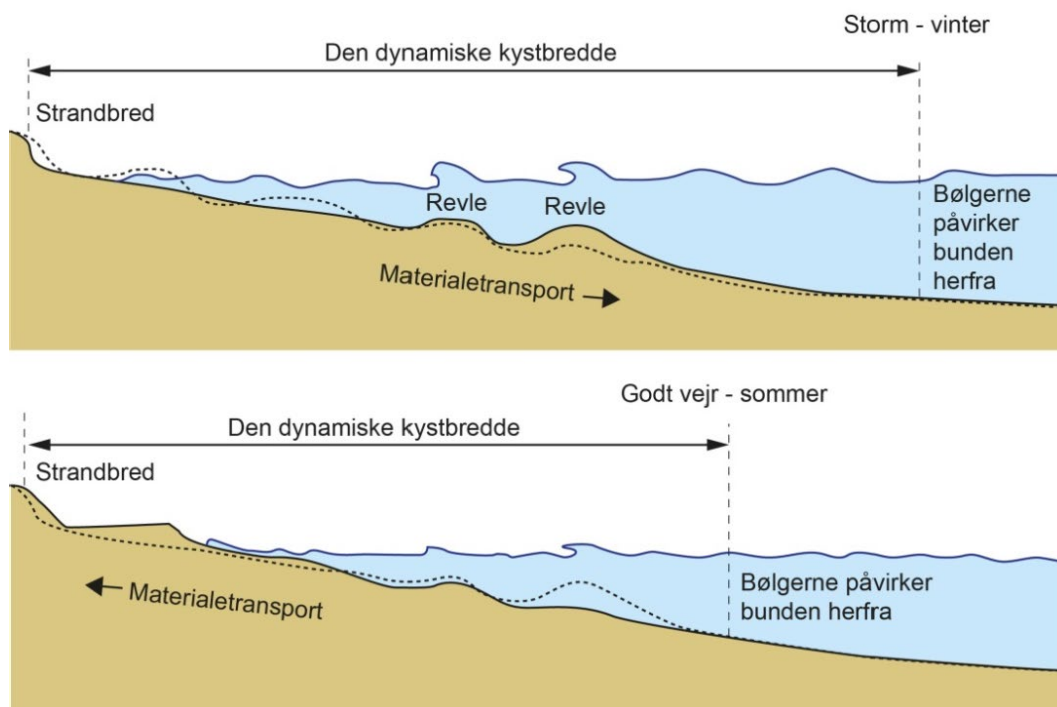
Revledannelsen, som forekommer indenfor ca. fem meter vanddybde jf. figur 1-17, er mindre udtalt sammenlignet med den nordligere del af Vestkysten. Dette skyldes bl.a. den mere udtalte tidevandsvariation, i kombination med det forholdsvis mildt-hældende kystprofil, som bevirker til en større udbredelse af bølgebrydning på profilet i løbet af tidevandsperioden.



Figur 1-18. 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 er kysten påvirket af både top- og styrtbrydende bølger, og der er således tale om 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 1-19.

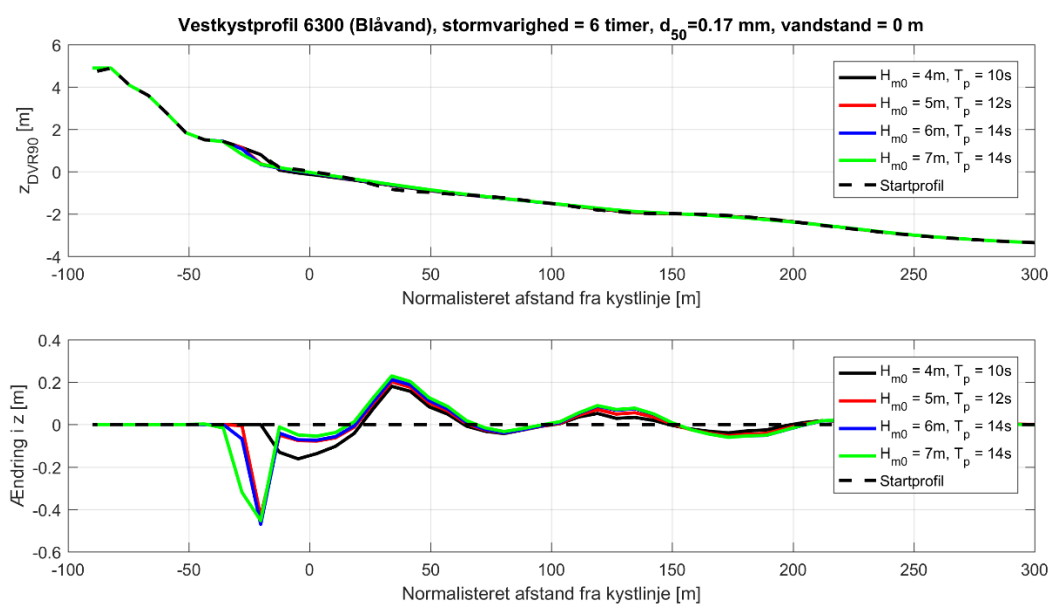




Figur 1-19. Tværtransport giver erosion under storm og opbygning under roligt vejr.<sup>30</sup>

Et eksempel på omfanget af dynamikken i kystprofilen ved Blåvand under forskellige bølgeforhold, pga. den tværgående bølgeinducerede sedimenttransport, kan ses i figur 1-20, baseret på simuleringer i den tidligere omtalte XBeach-model i afsnit 1.1.2.

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. Bølger 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.



<sup>30</sup> Kystdirektoratet. (2018). *Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder*.

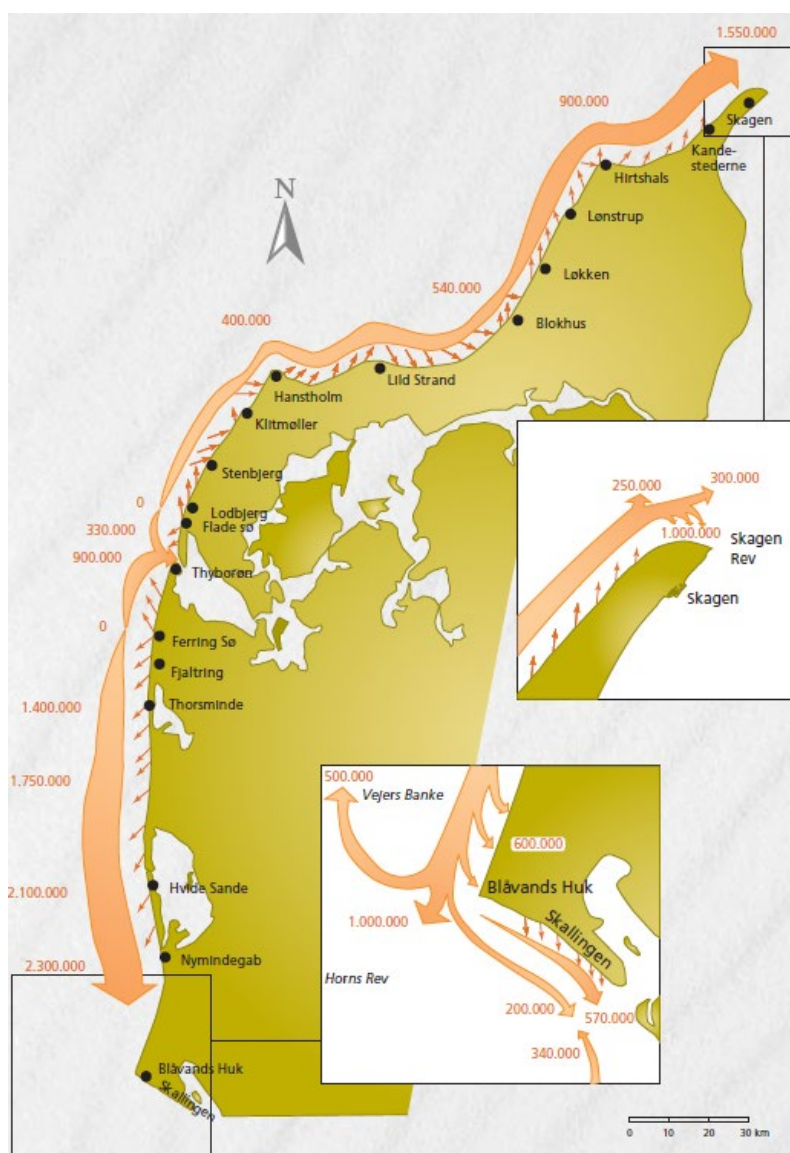
Figur 1-20. Eksempel på ændringer i et kystprofil beliggende ved Blåvand efter forskellige storme med en varighed på seks timer (bølgerne er antaget at være vinkelrette på kysten).

Som det fremgår af figur 1-20, kan det ses, at der forekommer bundændringer på op til ca. 0,5 meter i surf- og swash-zonen. Herudover forekommer der bundændringer på revlen, som dog til sammenligning er af mindre omfang.

### 1.6.2

#### Langsgående sedimenttransport

Sedimentbudgettet for den langsgående sandtransport på Vestkysten og Skallingen (nordlige del af Vadehavet) er bl.a. undersøgt i rapporten "Sedimentbudget Vestkysten"<sup>31</sup>, se opgørelse i figur 1-21. Som det fremgår af figuren, forekommer der en signifikant langsgående nettotransport langs strækningen ved Blåvand mod syd.



Figur 1-21. Nettosedimentbudget for Vestkysten, tal er i  $\text{m}^3/\text{år}$ .<sup>32</sup>

<sup>31</sup> Kystdirektoratet. (2000). *Sedimentbudget Vestkysten*.

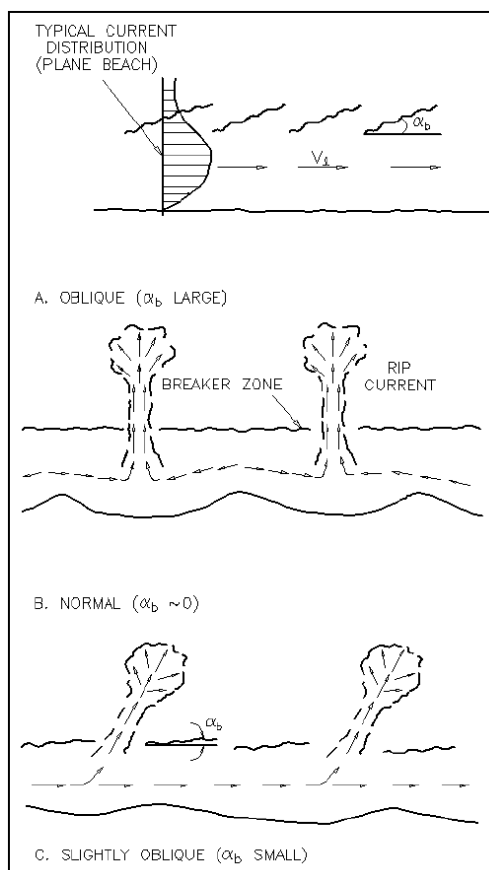
<sup>32</sup> Kystdirektoratet. (2000). *Sedimentbudget Vestkysten*.

### 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 årsagen til hovedparten af sedimenttransporten på Vestkysten.<sup>33</sup> Bølger over tre meter forekommer på strækningen ved Blåvand gennemsnitligt set i ca. 100 timer/år, og der er således tale om en relativt 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 morfologiske ændringer ud fra opmålte kystprofiler fra år til år er den aktive dybde vurderet til ca. otte til ti meter vanddybde.

Kombinationen af langsgående og tværgående transport kan medføre at revlen langs kysten gennembrydes pga. u-ensformige transportmønstre og/eller u-ensformige bundkonturer, hvilket danner såkaldte revlehuller – også kendt som "hestehuller". Disse huller påvirker desuden beliggenheden af kystlinjen hvor der skabes udbugtninger, hvilket er illustreret i figur 1-22, som ofte vil bevæge sig i netto-transportretningen for den langsgående transport. Dannelsen af revlehullerne, og dermed kystudbugtningerne (sandbølger), er påvirket af bl.a. indfaldsvinklen for bølgerne.



Figur 1-22. Eksempel på kyst-udbugtninger.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> DHI. (2001). Redegørelse for planlagte kystfodringsprojekter udfor Fjaltring i 2002 og ved Årgab i 2003.

<sup>34</sup> Corps, U. A. (2013). *Coastal Sediment Processes*.

## 1.7 Naturlig koncentration af suspenderet sediment

Sedimenttransporten ved Blåvand, beskrevet i afsnit 1.6, bevirker til en naturlig baggrundskoncentration af suspenderet sediment som bl.a. påvirker vandets farve og gennemsigtighed (sigtdybde).

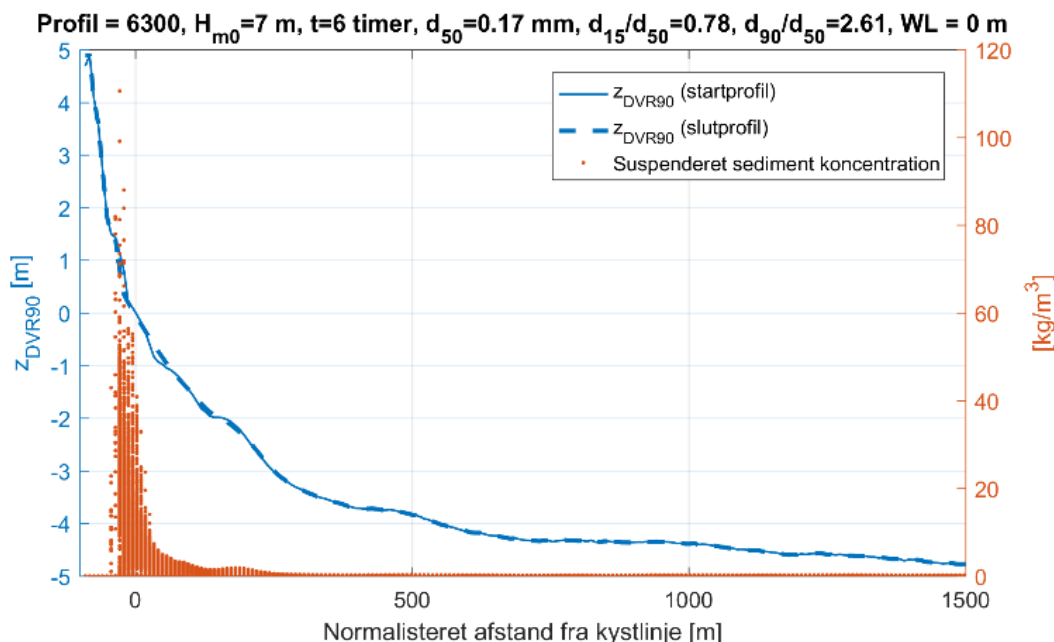
Troels Aagaard (2006)<sup>35</sup> har ved hjælp af såkaldte UFOBS-sensorer (fiberoptical backscatter sensors) målt sedimentkoncentrationer i swash-zonen ved Skallingen på Vestkysten. Målingerne er udført under forskellige bølgeforhold og viser sedimentkoncentrationer på op til ca. 90 – 100 kg/m<sup>3</sup> (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 stor forskel imellem maks.-koncentration og middelmiddelt koncentration af det suspendede materiale under en periode med bølger. De højeste koncentrationer blev i studiet af Troels Aagaard (2006) målt ca. midt i swash-zonen.

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

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

Estimeret fra XBeach-simuleringerne for dybdemidlede henholdsvis maks.- og middelkoncentrationer af suspenderet sedimentkoncentration for forskellige bølgehøjder samt i forskellige afstande fra kysten er opsummeret i tabel 1-3 og tabel 1-4. Maks. og middel er præsenteret for en periode på seks timer. Som et eksempel blandt mange scenarier er den summerede suspenderede sedimentkoncentration samt start- og slutkystprofil efter en kraftig storm vist i figur 1-23.



Figur 1-23. Simulerede maks.-koncentrationer for suspenderet sediment ved Blåvand (profil 6300).

<sup>35</sup> Troels Aagaard, M. G. (2006). Sediment suspension and turbulence in the swash zone of dissipative beaches.



| Afstand til kystlinjen [m] | $H_{m0}=1$ m,<br>$T_p = 4$ s | $H_{m0}=2$ m,<br>$T_p = 6$ s | $H_{m0}=3$ m,<br>$T_p = 8$ s | $H_{m0}=4$ m,<br>$T_p = 10$ s | $H_{m0}=5$ m,<br>$T_p = 12$ s | $H_{m0}=6$ m,<br>$T_p = 14$ s | $H_{m0}=7$ m,<br>$T_p = 14$ s |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| -50 - 0                    | 20155                        | 51941                        | 53300                        | 61339                         | 102652                        | 103868                        | 126535                        |
| 1 - 250                    | 32653                        | 57913                        | 45537                        | 53181                         | 29182                         | 32495                         | 41164                         |
| 251 - 500                  | 7                            | 111                          | 178                          | 338                           | 475                           | 470                           | 478                           |
| 501 - 750                  | 2                            | 61                           | 108                          | 174                           | 372                           | 276                           | 283                           |
| 750 - 1000                 | 1                            | 48                           | 93                           | 132                           | 203                           | 266                           | 248                           |
| 1001 - 1250                | 1                            | 45                           | 103                          | 133                           | 203                           | 332                           | 256                           |
| 1250 - 1500                | 0                            | 43                           | 105                          | 162                           | 197                           | 348                           | 257                           |
| 1250 - 1500                | 0                            | 41                           | 90                           | 166                           | 193                           | 287                           | 228                           |
| 1750 - 2000                | 0                            | 34                           | 83                           | 157                           | 191                           | 236                           | 191                           |
| 2000 - 2250                | 0                            | 32                           | 79                           | 137                           | 199                           | 274                           | 230                           |
| 2250 - 2500                | 0                            | 30                           | 69                           | 121                           | 198                           | 276                           | 229                           |
| 2500 - 2750                | 0                            | 24                           | 63                           | 119                           | 175                           | 212                           | 245                           |
| 2750 - 3000                | 0                            | 21                           | 62                           | 117                           | 175                           | 208                           | 263                           |

Tabel 1-3. Maks.-koncentration af suspenderet materiale i tværprofilet (profil 6300, Blåvand) for varierende bølgeforhold samt i forskellige afstande fra kystlinjen [mg/l].

| Afstand til kystlinjen [m] | $H_{m0}=1$ m,<br>$T_p = 4$ s | $H_{m0}=2$ m,<br>$T_p = 6$ s | $H_{m0}=3$ m,<br>$T_p = 8$ s | $H_{m0}=4$ m,<br>$T_p = 10$ s | $H_{m0}=5$ m,<br>$T_p = 12$ s | $H_{m0}=6$ m,<br>$T_p = 14$ s | $H_{m0}=7$ m,<br>$T_p = 14$ s |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| -50 - 0                    | 303                          | 1007                         | 828                          | 918                           | 2060                          | 2517                          | 3014                          |
| 0 - 250                    | 238                          | 580                          | 855                          | 1107                          | 1351                          | 1547                          | 1544                          |
| 251 - 500                  | 0                            | 24                           | 64                           | 96                            | 125                           | 144                           | 143                           |
| 501 - 750                  | 0                            | 14                           | 43                           | 68                            | 91                            | 104                           | 106                           |
| 750 - 1000                 | 0                            | 13                           | 41                           | 67                            | 91                            | 106                           | 108                           |
| 1001 - 1250                | 0                            | 11                           | 41                           | 67                            | 91                            | 108                           | 110                           |
| 1250 - 1500                | 0                            | 10                           | 40                           | 67                            | 92                            | 111                           | 111                           |
| 1250 - 1500                | 0                            | 8                            | 37                           | 65                            | 89                            | 107                           | 108                           |
| 1750 - 2000                | 0                            | 7                            | 34                           | 63                            | 87                            | 104                           | 106                           |
| 2000 - 2250                | 0                            | 7                            | 33                           | 64                            | 91                            | 109                           | 112                           |
| 2250 - 2500                | 0                            | 6                            | 30                           | 61                            | 88                            | 107                           | 111                           |
| 2500 - 2750                | 0                            | 5                            | 29                           | 59                            | 84                            | 106                           | 109                           |
| 2750 - 3000                | 0                            | 4                            | 26                           | 57                            | 82                            | 103                           | 107                           |

Tabel 1-4. Middelkoncentration af suspenderet materiale i tværprofilet (profil 6300, Blåvand) for varierende bølgeforhold samt i forskellige afstande fra kystlinjen [mg/l].

Bemærk at detaljeringsgraden i tabel 1-3 og tabel 1-4 ikke afspejler estimerens nøjagtighed, men som det dog fremgår af tabel 1-3, er koncentrationen i swash-zonen ca.  $50 \text{ kg/m}^3$  for  $H_{m0} = 2 - 3$  meter, hvilket er af samme størrelsesorden sammenlignet med hvad der blev målt i swash-zonen af (Troels Aagaard, 2006) ved Skallingen. Dette giver en indikation for, at modellen giver estimer, som er af nogenlunde samme størrelsesorden sammenlignet med, hvad der kan måles på Vestkysten. Det er forventeligt, at der ikke 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 1-3 og tabel 1-4. En vindstuvning på ca. én meter (bølgesetup er som tidligere nævnt inkluderet i simuleringen) vil f.eks. potentielt rykke de nævnte afstande i tabel 1-3 og tabel 1-4 med ca. 100 meter.

Middelkoncentrationen i zonen indenfor ca. seks meter vanddybden ved Blåvand (ekskl. swash-zonen hvori der forekommer ekstremt høj koncentration) er vist i Tabel 1-5.

| Afstand til kystlinjen [m]                           | H <sub>m0</sub> =1 m,<br>T <sub>p</sub> = 4 s | H <sub>m0</sub> =2 m,<br>T <sub>p</sub> = 6 s | H <sub>m0</sub> =3 m,<br>T <sub>p</sub> = 8 s | H <sub>m0</sub> =4 m,<br>T <sub>p</sub> = 10 s | H <sub>m0</sub> =5 m,<br>T <sub>p</sub> = 12 s | H <sub>m0</sub> =6 m,<br>T <sub>p</sub> = 14 s | H <sub>m0</sub> =7 m,<br>T <sub>p</sub> = 14 s |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 250 - 3000 meter (indenfor ca. seks meter vanddybde) | 0                                             | 10                                            | 38                                            | 67                                             | 92                                             | 110                                            | 112                                            |

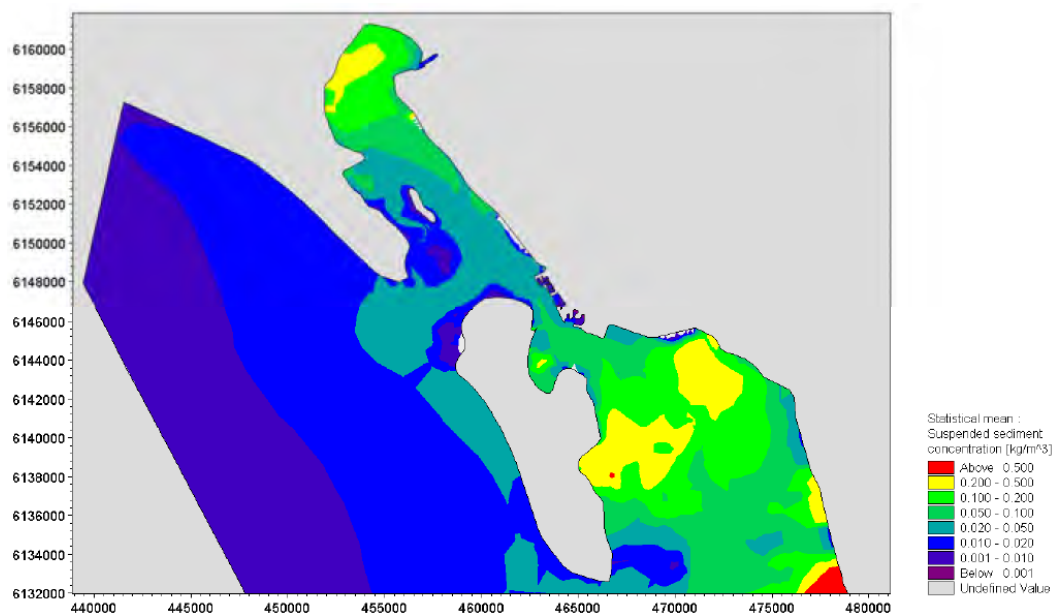
Tabel 1-5. Middelkoncentration af suspenderet materiale i tværprofilet indenfor ca. fem meter vanddybde (ekskl. swash-zonen) for varierende bølgeforhold (profil 6300, Blåvand) [mg/l].

### 1.7.2

#### Naturlig baggrundskoncentration af suspenderet sediment i Grådyb

Udover en bølgeinduceret naturlig baggrundskoncentration af bølgeinduceret suspenderet sediment i vandsøjlen bidrager desuden den forholdsvis kraftige strøm i Grådyb (kombineret med forholdsvis fint sediment) til en høj suspenderet sedimentkoncentration i området. Koncentrationen af suspenderet materiale varierer, jf. (DHI, 2005)<sup>36</sup>, i normale tidevandsperioder mellem 20 og 100 mg/l, og når sjældent under 10 mg/l i området. I stormsituationer kan koncentrationen jf. (DHI, 2005) nå op på 500 mg/l, hvilket medfører at vandet til tider er meget uklart i området.

Den forholdsvis høje baggrundskoncentration ved Grådyb spreder sig til det omkringliggende område, og til en vis grad helt op til strækningen ved Blåvand, se figur 1-24.



Figur 1-24. Simuleret naturlig middel sedimentkoncentration i Grådyb tidevandsområde for perioden 15. april til 15. maj 2004. (DHI, 2009).<sup>37</sup>

Som det fremgår af figur 1-24, er bidraget fra Grådyb til baggrundskoncentrationen ved Blåvand op til ca. 10 – 20 mg/l (middelværdi) indtil ca. fem kilometer fra kysten, som således er et direkte tillæg til den gennemsnitlige bølgeinducerede naturlige baggrundskoncentration i tabel 1-4.

<sup>36</sup> DHI (2005): Undersøgelse af de nuværende klappladers indflydelse på sedimentationen i Grådybs tidevandsområde samt effekten af at fjerne det opgravede materiale fra området.

<sup>37</sup> DHI (2009): VVM Esbjerg Sydhavn - Hydraulisk modellering – Påvirkning på sedimentation

## 2. FREMTIDIGE FORHOLD

I dette afsnit beskrives de fremtidige forhold langs strækningen ved Blåvand for 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 i nærværende bilag. Dvs. at der i det følgende vurderes på følgende:

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

De beskrevne eksisterende forhold vedr. vandstandsforhold, bølgeforhold, samt strømforhold behandles ikke videre i dette afsnit, da disse forhold som udgangspunkt vurderes ikke at blive påvirket af projektets gennemførelse pga. sandets placering på stranden.

### 2.1 Indledende beskrivelse af projektets gennemførelse

Gennemførelsen af kystbeskyttelsen er beskrevet i detaljer i projektbeskrivelsen. Væsentlige elementer fra projektbeskrivelsen, ift. at vurdere indflydelsen fra projektets gennemførelse på sediment, hydraulik, morfologi, er dog gengivet i det følgende.

Kystbeskyttelsen på strækningen omfatter strandfodring samt sandflugtsdæmpning ved plantning af hjælme, opsætning af faskiner foran klitterne og udlægning fyrretoppe. Aktiviteterne udgør, sammen med vedligeholdelsen af de eksisterende hårde kystbeskyttelses anlæg, den samlede kystbeskyttelsesindsats på strækningen. Vedligeholdelsen er dog ikke omfattet af projektet.

Strandfodring gennemføres som kampagner med et interval på fem år, med en mængde som vist i tabel 2-1.

| Blåvand 2020-24<br>Delstrækninger | Strækningenslængde<br>[m] | Kampagne hvert 5. år<br>[m³] | Maksimal strandfodrings-<br>intensitet [m³/m] |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| Ishuset                           | 272                       | 22.000                       | 325                                           |
| Ishuset – Høfde 1                 | 1498                      | 130.000                      | 325                                           |
| Høfde 1 – Høfde 6                 | 1988                      | 194.000                      | 325                                           |
| Høfde 6 – Høfde 10a               | 1742                      | 180.000                      | 325                                           |
| I alt                             | 5500                      | 526.000                      |                                               |

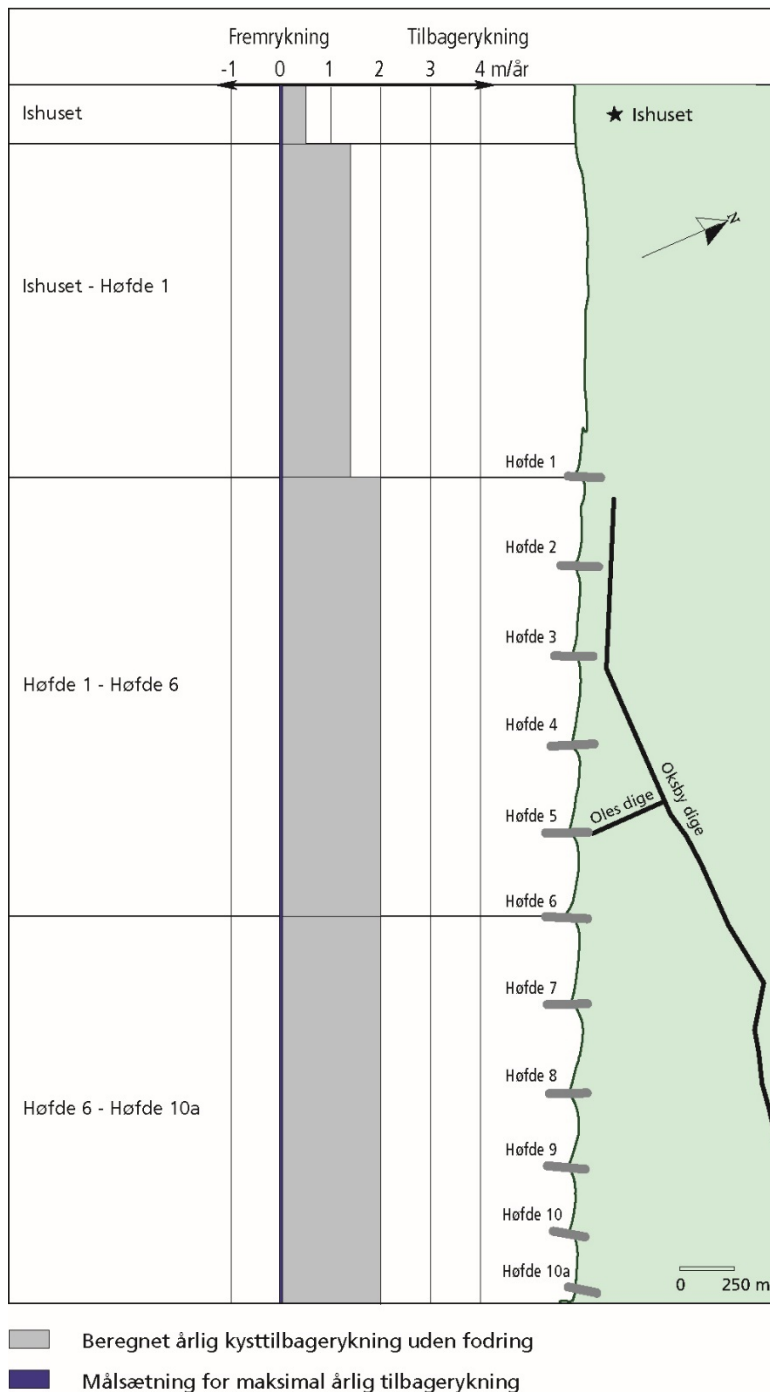
Tabel 2-1. Kampagnemængder samt strandfodringsintensitet i perioden 2020-24.

Der plantes hvert år hjælme foran klitfoden og udlægges fyrretoppe i klitfoden. Plantningen sker på hele strækningen mellem høfde 1 og høfde 10a, afhængig af hvor der har været erosion i klitfoden i løbet af vinteren. Der vil blive suppleret med udlægning af fyrretoppe på strækningen høfde 6 – høfde 10a.

Målsætningerne for kystbeskyttelsen forventes opnået ved en kombination af de nævnte aktiviteter og de eksisterende kystbeskyttelses anlæg i form af:

- Sanddiger, stendiger(skråningsbeskyttelse) og klitter
- Høfder

Målsætningen er at standse tilbagerykningen af strand og klitforkant langs den strækning, som fremgår af figur Figur 2-1, så denne del af kystprofilen fastholdes i hele aftaleperioden. Herved forøges sikkerheden signifikant mod skade på huse og infrastruktur som følge af erosion i forhold til, hvis der ikke udføres kystbeskyttelse.



Figur 2-1. Målsætning for fællesaftalen 2020-24.

### 2.1.1 Sandkarakteristik for sand til strandfodring

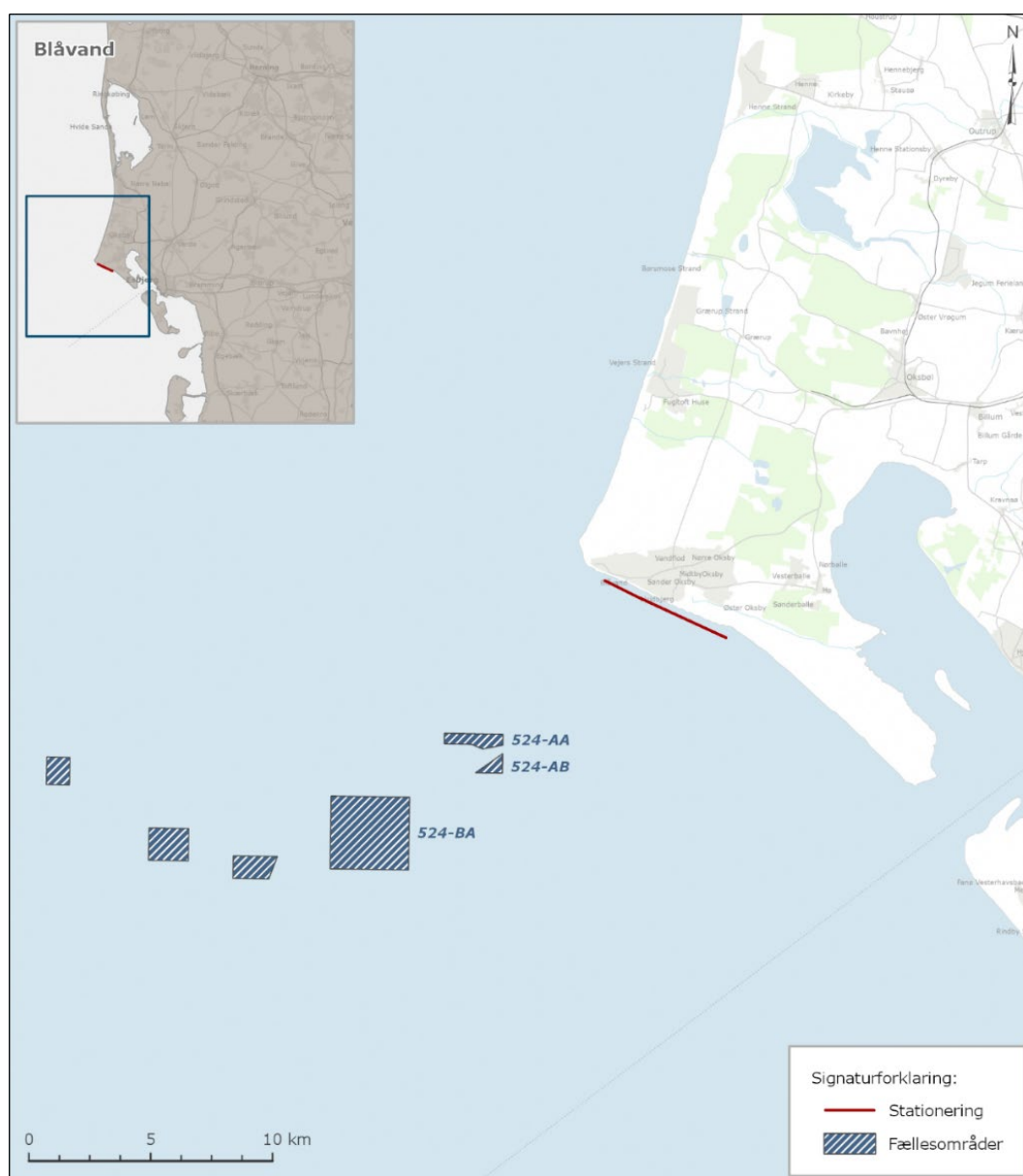
Fyldsand til strandfodring hentes fra fælles indvindingsområder. Fordeling af indvindingslokaliteter er begrænset af de gældende indvindings- og nyttiggørelsestilladelser:



- Fælles indvindingsområde (524-AA + 524-AB Cancer Nord)  
Primær tilladelse til indvinding af råstoffer i fællesområde 524-AA og 524-AB Cancer Nord. Max. 1.000.000 m<sup>3</sup> pr. år.
- Fælles indvindingsområde (524BA Cancer Syd)  
Primær tilladelse til indvinding af råstoffer i fællesområde 524-BA Cancer Nord. Max. 1.000.000 m<sup>3</sup> pr. år.

Fordeelingen af indvindingsmængden fra ovennævnte områder vil variere pga. mængdebegrænsningen i tilladelserne og andres brug af fællesområdet samt et ønske om laveste pris på levering af fyldsand. Ved den seneste strandfodring i Blåvand (2015) blev den største mængde indvundet i 524-AB, som også ligger tættest på projektlokaliteten og derved har kortest sejltid.

Placeringen af indvindingslokaliteterne fremgår af figur 2-2.



Figur 2-2. Eksisterende indvindingstilladelser til marin indvinding.

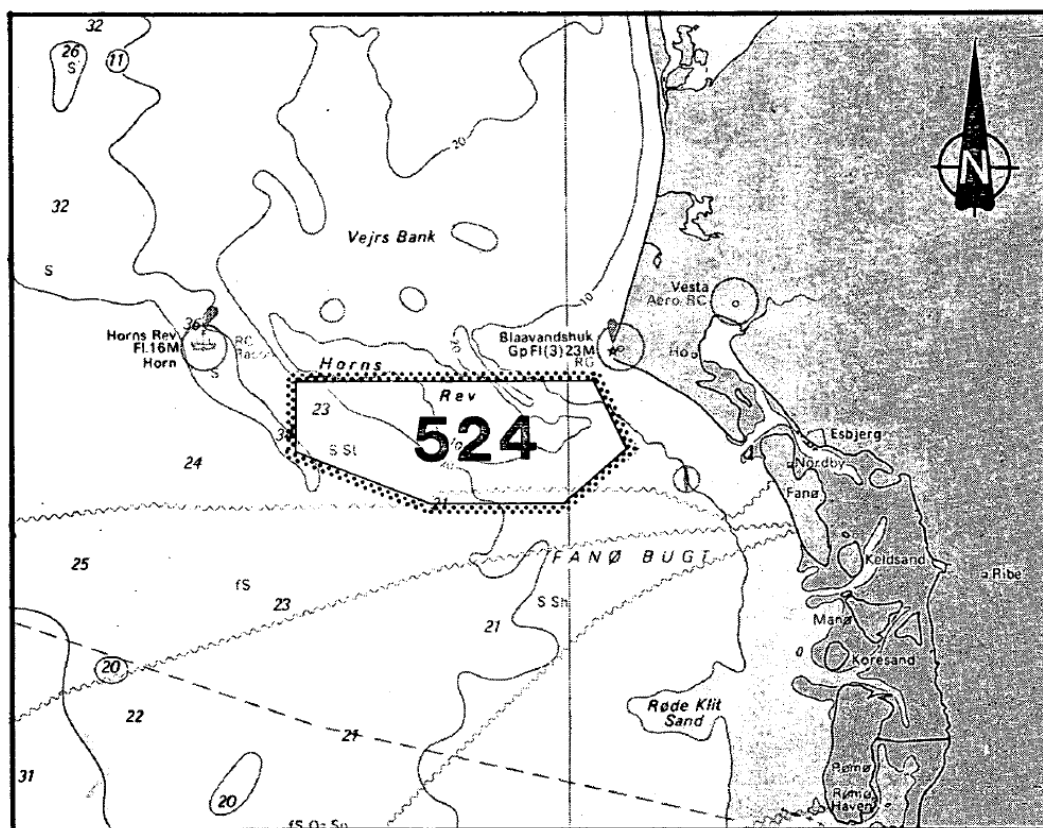
Generelt sker strandfodring med fyldsand, som er ensartet sand med et lavt indhold af sten. Sandet sorteres ikke over sold i skibet, og kan derfor indeholde varierende kornstørrelser og have et lavt indhold af sten. Sandets karakter varierer i indvindingsområderne indenfor større eller mindre arealer, som erfaringsmæssigt kan ændre sig fra år til år.

Ved selve indvindingen sker der et spild af især finere materialer. Det sker, når slæbehovedet på bunden løsner materialet og sammen med havvand pumper det via sugerøret til lastrummet, hvor det bundfældes, hvorefter overskydende vand med suspenderet finstof udledes via et overløb. Kornstørrelsesfordelingen på det indbyggede fyldsand varierer derfor efter entreprenørens materiel, valg af metode under udførelse og forskelligt sandmateriale i indvindingsområderne.

Der foreligger ikke specifikke karakteristika for sandet fra indvindingsområderne i figur 2-2, men der foreligger dog data for sigteanalyser fra området gennemført i 1982/1983<sup>38</sup>. Området er illustreret i figur 2-3, og da cancer-indvindingsområderne ligger tæt ved den undersøgte lokalitet, antages det at sigteanalyserne er repræsentative for det anvendte sand til strandfodringen. Rapporten fra feltundersøgelserne indeholder tre sigteanalyser, hvoraf der fremgår følgende:

- Middelkornstørrelse,  $d_{50}$ : 1,1 – 1,2 mm
- Finstofindhold ( $d \leq 0,125$  mm): ~0,5% - ~1%
- Andel af "fint grus" ( $d > 2$  mm): ~20% - 23%
- Andel af sten ( $d > 60$  mm): ~5% - 9%

Det forventede spild ved indvindingen er op til 1% (dvs. at alt finstofindholdet i nogle laster forventes spildt).



<sup>38</sup> Horns Rev ressourceundersøgelser, Fase 5 – 7, DGI-sag nr. K82362/K82389, GEUS

Figur 2-3. Illustration af område for undersøgte sedimentkarakteristika.

## 2.2 Ændring i sedimentkarakteristik

Som tidligere nævnt i *eksisterende forhold* er sandet på strækningen forholdsvis ensartet på trods af de sæsonvarierende bølge-/strømforhold og den signifikante naturlige dynamik i kystprofilerne pga. den bølgeinducerede langs- og tværgående sedimenttransport.

I det følgende vurderes der på hvorvidt sedimentforholdene ændres som følge af strandfodring.

### 2.2.1 Vurdering af indflydelse på sedimentkarakteristik ved strandfodring

Placering af sand på stranden (strandfodring) forventes i et vist omfang at bevirke til en forøgelse af  $d_{50}$  i perioden umiddelbart efter fodringen. Herudover vil Kystdirektoratet ikke tillade, at der sandfodres med materiale, der har et væsentligt indhold af grus, og det forventes derfor ikke, at mængden af mindre sten på stranden forøges betragteligt.

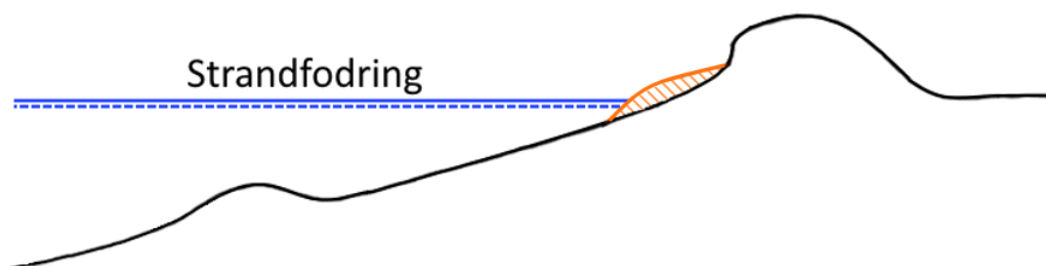
Af rekreative grunde er det relevant, hvorvidt stranden i perioden efter fodringen ændrer farve pga. en forskellig farvesammensætning i strandfodringsmaterialet sammenlignet med det naturligt forekommende materiale. Erfaringsmæssigt viser det sig, at det indpumpede sand er forholdsvis mørkt, umiddelbart når det kommer ind på stranden, men efter et par dage i solen er erfaringerne dog at det typisk er bleget og ligner det naturligt forekommende sand på stranden.

## 2.3 Ændring i kystmorfologi og sedimenttransport

I det følgende vurderes der på indflydelsen fra strandfodringen på kystmorfologien langs strækningen ved Blåvand i den fremtidige situation.

### 2.3.1 Indflydelse fra strandfodring

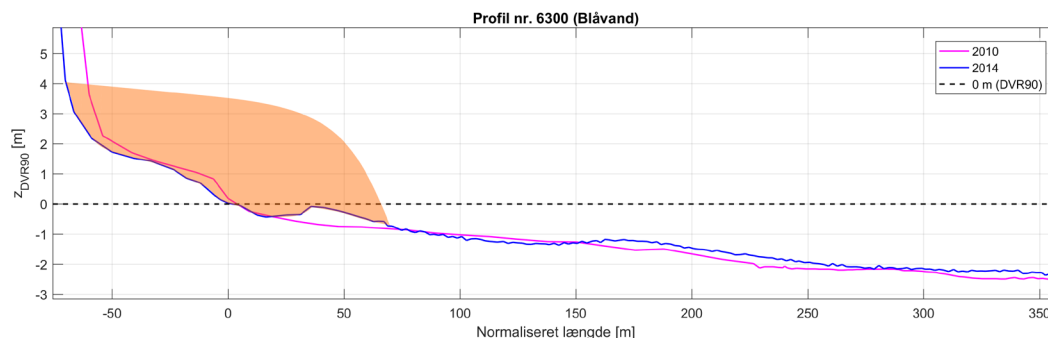
Strandfodring gennemføres ved indpumpning af sand via en rørledning, og fyldsandet placeres fra forsiden af klitten ned til strandkanten, se illustration i figur 2-4.



Figur 2-4. Principskitse for strandfodring.

Strandfodringen yder en akut forstærkning af strandprofilet og etablerer hurtigt et bredere strandplan, hvilket reducerer risikoen for klit- og skrænterosion. Jf. tabel 2-1 er maks. intensiteten for strandfodringen 325 m<sup>3</sup>/m pr. fem års kampagne, hvilket eksempelvis kan medføre en ændring af kystprofilet svarende til principskitsen i figur 2-5.

Som det ses af figur 2-5, er den tilførte ændring af kystprofilet væsentligt større sammenlignet med den tidligere forekomne profilændring i perioden 2010 - 2014.



Figur 2-5. Skitseret strandfodring på 2014-kystprofilen ved kystprofil 6300.

Det vurderes, at stranden vil kunne blive op til ca. 100 meter bred på de strækninger hvor der fodres med den intensive mængde på  $325 \text{ m}^3/\text{m}$ . Hertil skal det dog nævnes, at stranden under lavvande allerede mange steder er 100 meter bred. Et foto taget efter en strandfodring på strækningen ved Blåvand i 2015 er vist i Figur 2-6.



Figur 2-6. Foto taget efter strandfodring i 2015.

Umiddelbart efter strandfodringen forekommer der en lidt bredere strand, men efter nogen tid må det forventes, at strandbreddeudvidelsen forsvinder, hvilket skyldes den naturlige omfordeling af sand, hvor de fineste sandfraktioner udvaskes og aflejres på større vanddybde. Desuden 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 i 0-alternativet og den eksisterende situation.

Såfremt der ikke gennemføres kystbeskyttelse, ville den naturlige udvikling være, at der dannes en vis sammenhængende klitformation, hvis forside eroderes under stormangreb, og som genbrydes og overskylls flere steder under kraftige stormangreb. Klitten ville imidlertid efterfølgende gendannes ovenpå overskylsfladerne pga. sandfygning.

Strandfodringen kan potentielt give anledning til en lille forøgelse af den æoliske (vindbårne) sandtransport til forklitten samt måske til områder længere inde i land. Strandfodringen kan desuden bevirke 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 middeldkornstørrelsen).



### 2.3.2 Indflydelse fra sandflugtsdæmpning

Klitten opretholdes, samt genopbygges efter en potentiel akut-erosion, ved naturlig sandfygning fra strandplanet. Gendannelsen foregår relativt langsomt, men fremskyndes ganske væsentligt ved plantning af hjælme, opsætning af faskiner foran klitterne, og udlægning fyrretoppe. Sand opfanges således og giver mulighed for dannelse af en fremtidig bred klit. Desuden kan sandflugtsdæmpningen, som tidligere dokumenteret i (Kystinspektoret, 1999)<sup>39</sup>, medvirke til dannelse af en spinkel forklit foran den eksisterende klit, som således vil virke som en første stødpude mod skrænt- og kliterosion under stormangreb. Et eksempel på en sådan klitdannelse er vist i Figur 2-7, som viste sit værd under oktoberstormen i 1998, da den forhindrede erosion i den egentlige kystskrænt og højvandsbarriere, se Figur 2-8.



Figur 2-7. Ny klitdannelse mellem p-plads og højde 1 efter plantning af ris og hjælme.



Figur 2-8. Erosion i nydannet klit mellem p-plads og højde 1 efter oktoberstormen i 1998.

## 2.4 Ændring i koncentration af suspenderet sediment

Kystbeskyttelse ved strandfodring, kan, til en vis grad, påvirke koncentrationen af suspenderet sediment i vandsøjlen. Materiale fra eventuelle tidligere strandfodringer indgår som en del af den naturlige dynamik langs kysten og tages derfor ikke i regning.

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 kommer ud af røret, falder hastigheden og vandet kan ikke længere transportere sandet og dette aflejres umiddelbart under rørudmundingen. 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 fine 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.

Et eksempel på strandfodring på Vestkysten er vist i Figur 2-9, hvoraf det desuden fremgår, at strandfodringen medfører en vis koncentration af suspenderet sediment i vandsøjlen umiddelbart tæt ved tilbageløbet af vand fra fodringsrøret. Der forekommer ikke direkte målinger af den suspenderede sedimentkoncentration som følge af strandfodringen, men baseret på overflyvningsbillederne i Figur 2-9 vurderes det, at udstrækningen af sedimentfanen er forholdsvis begrænset. Hertil skal det dog nævnes, at strandfodringsmængden fremover vil være signifikant højere

<sup>39</sup> (Kystinspektoret, 1999), Blåvand 1999.

sammenlignet med tidligere fodringer, og derfor forventes det også, at den tilførte suspenderede sedimentkoncentration som følge af strandfodringen, vil øges fremover.

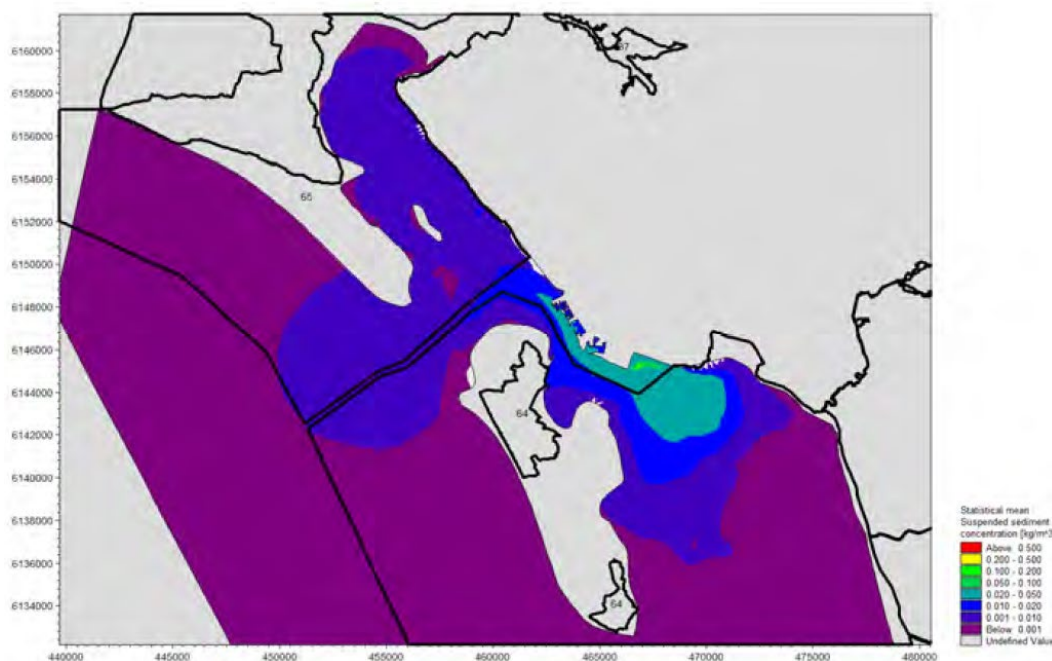


Figur 2-9. Eksempel på strandfodring på Vestkysten.

#### 2.4.1

##### Erfaringer mht. suspenderet sediment ift. uddybning ved Esbjerg Havn

I forbindelse med VVM for Esbjerg Ny Sydhavn<sup>40</sup> er der simuleret suspenderet sedimentkoncentration for sedimentspild under uddybningsarbejdet. Spildprocenten antaget til 10% for gytje, med en uddybningsmængde på 231.000 m<sup>3</sup>, og 1% for sand, med en uddybningsmængde på 1.716.000 m<sup>3</sup>. Den gennemsnitlige sedimentkoncentration i forbindelse med spild fra uddybning af sand og gytje i sejlrende og havnebassin kan ses i Figur 2-10.



Figur 2-10. Gennemsnitlig sedimentkoncentration i forbindelse med spild fra uddybning af sand og gytje i ny sejlrende og havnebassin..<sup>41</sup>

Som det fremgår af Figur 2-10, er den gennemsnitlige sedimentkoncentration ca. 50 mg/l (meget lokalt dog op til 200 mg/l) i uddybningsområdet i forbindelse med spild på 1 – 10 %, samt ved håndtering af sand-/gytjemængder som er langt højere sammenlignet med strandfodringsmængden i nærværende projekt.

<sup>40</sup> VVM-redegørelse, Esbjerg Ny Sydhavn, Esbjerg kommune, 2010.

<sup>41</sup> VVM-redegørelse, Esbjerg Ny Sydhavn, Esbjerg kommune, 2010.



# BILAG 5

EMISSIONER



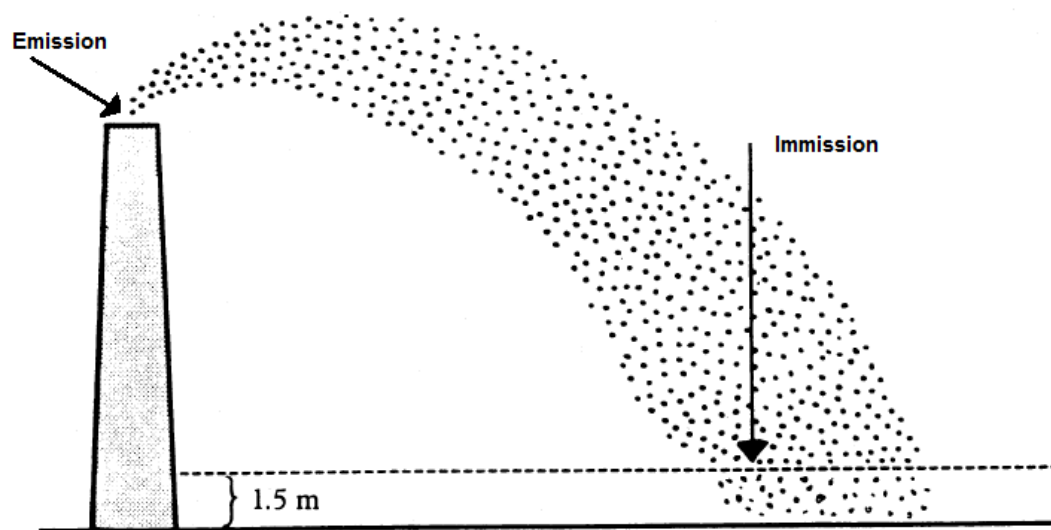


I det følgende beskrives de emissioner opstået i forbindelse med udførelse af kystbeskyttelse af kyststrækningen ved Blåvand. De beregnede emissioner anvendes efterfølgende til beregning af projektets klimapåvirkning, immissionskoncentrationsbidrag og N-deposition.

## 5.1 Grundlag for beregningerne

I det følgende benyttes betegnelserne emission og immission. De to begreber er illustreret på Figur 5-1. 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 5-1. Illustration af de to begreber, emission og immission<sup>13</sup>.

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

- NO<sub>x</sub> (Nitrogenoxider)
- CO (Kulilte)
- Partikler (støv)
- UHC og HC (Uforbrændte kulbrinter)
- SO<sub>x</sub> (Svovloxider)
- CO<sub>2</sub> (Kuldioxid)
- Lugt

<sup>13</sup> Vejledning fra miljøstyrelsen Nr. 2 2001, Luftvejledningen



### Emissioner fra entreprenørmaskiner på land

Emissioner fra entreprenørmaskiner, dvs. mobilt ikke-vejbående udstyr, er reguleret via en typegodkendelsesordning<sup>14</sup>. 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.

Emissionerne fra entreprenørmaskinerne kan på den baggrund beregnes for hver type maskine ved brug af følgende formel:

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

Det er ved beregningerne forudsat, at maskinerne yder 80 % af deres maksimale effekt, idet det forventes, at maskinerne belastes 80 % i hele den tid, hvor de er i drift.

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

### Emissioner fra skibe

Udstødningerne fra de skibenes store motorer indeholder CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, HC og partikler<sup>15</sup>, og skibenes emissioner er beregnet på baggrund af AIS (Automatic Identification System) data samt antagelser om skibenes ballast, last, brændstofforbrug 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 radier i passende afstand 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 i vandkanten.

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 NO<sub>2</sub>, CO og partikler er overholdt i alle retninger, jf. Tabel 5-1. Derudover præsenteres resultatet af NO<sub>2</sub> beregningerne visuelt, idet NO<sub>2</sub> erfaringsmæssigt udgør den væsentligste emission fra motorer.

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 indenfor et areal på 100 x 100 meter.

<sup>14</sup> Miljø- og Fødevarerministeriet, Bekendtgørelse nr. 1458 af 7. december 2015 om begrænsning af luftforurening fra mobile ikke-vejbående maskiner mv., <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=175847>

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

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

Der er desuden regnet med, at terrænet er fladt 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.

Resultaterne præsenteres i skemaform med angivelse af, hvor langt fra kystlinjen den største koncentration findes samt i hvilken afstand fra kystlinjen relevante EU's og Arbejdstilsynets luftgrænseværdier for NO<sub>2</sub>, CO og partikler er overholdt i alle retninger, jf. Tabel 5-1. Derudover præsenteres resultatet af NO<sub>2</sub> beregningerne visuelt, idet NO<sub>2</sub> erfaringsmæssigt udgør den væsentligste emission fra motorer.

De beregnede immissionskoncentrationsbidrag sammenlignes med EU's grænseværdier<sup>16</sup> og Arbejdstilsynets grænseværdier<sup>17</sup> for beskyttelse af menneskers sundhed, jf. Tabel 5-1.

---

<sup>16</sup> Miljø- og Fødevareministeriet, Bekendtgørelse nr. 1472 af 12. december 2017 om vurdering og styring af luftkvaliteten, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=194506>

<sup>17</sup> Beskæftigelsesministeriet, Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 655 af 31. maj 2018, bilag 2 om grænseværdier for stoffer og materialer, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=201810>

| Stof                                  | EU's luftkvalitetsgrænseværdi                                                         | Arbejdstilsynets grænseværdi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nitrogendioxid, NO<sub>2</sub></b> | 200 µg/m <sup>3</sup> , én time, må ikke overskrides mere end 18 gange pr. kalenderår | 0,96 mg/m <sup>3</sup> : Gennemsnitskoncentration over otte timer<br><br>2x0,96 mg/m <sup>3</sup> : Korttidsværdi, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides<br><br>4 mg/m <sup>3</sup> Loftsgrenseværdi, der aldrig må overskrides                                                                                                                                                                                             |
| <b>Carbonmonoxid, CO</b>              | 10 mg/ m <sup>3</sup> , daglig maksimal 8-timers middelværdi                          | 23 mg/m <sup>3</sup> : Gennemsnitskoncentration over otte timer<br><br>2x23 mg/m <sup>3</sup> : Korttidsværdi, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Partikler, PM10</b>                | 50 µg/m <sup>3</sup> , ét døgn må ikke overskrides mere end 35 gange pr. kalenderår   | <u>Mineralsk inert støv</u> : 10 mg/m <sup>3</sup> : Gennemsnitskoncentration over otte timer<br><br>2x10 mg/m <sup>3</sup> : Korttidsværdi, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides<br><br><u>Mineralsk inert respirabelt støv</u> : 5 mg/m <sup>3</sup> : Gennemsnitskoncentration over otte timer<br><br>2x5mg/m <sup>3</sup> : Korttidsværdi, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides |

Tabel 5-1. Oversigt over EU's og Arbejdstilsynets grænseværdier for beskyttelse af menneskers sundhed.

Da EU's luftkvalitetsgrænseværdi for NO<sub>2</sub> 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 vedrører også en gennemsnitskoncentration over otte timer. NO<sub>2</sub>- og partikelimmissioner er derfor også beregnet som en maksimal otte timers glidende middelværdi. Korttidsværdien for NO<sub>2</sub> 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.

EU's luftgrænseværdi for partikler gælder over et døgn og må højst overskrides 35 gange på et kalenderår. Derfor er det den 36. største døgnmiddelmiddelkoncentration, 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). Overfladetyper har betydning for de enkelte stoffers depositionshastighed, jf. Tabel 5-2.

|                                                      | Vand (type nr. 1) | Græs (type nr. 2) | Skov (type nr. 3) |
|------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Tørdepositions-hastighed, NO<sub>2</sub> cm/s</b> | 0,00022           | 0,6               | 1,2               |
| <b>Tørdepositions-hastighed, NO cm/s</b>             | 0,00004           | 0,1               | 0,2               |

Tabel 5-2. Tørdepositions-hastigheder.

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

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

Da NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> oxideres til NO<sub>2</sub> og resten udgør NO. I OML-beregningerne anvendes derfor en kildestyrke for NO<sub>2</sub> og NO, der hver især svarer til 50 % af NO<sub>x</sub>, hvorefter der efterfølgende korrigeres til kvælstofdeposition ved multiplikation med forholdet mellem molmassen for henholdsvis N i NO<sub>2</sub> (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 ti år ved hjælp af meteorologiske data for en 10-års periode (Aalborg 1974-1983) i stedet for som normalt et år (Kastrup 1976).

Udover at der er regnet worst-case, så viser resultaterne N-depositionen, for aktiviteter over et helt år. Da der er regnet på aktiviteter indenfor et areal på 100x100 meter, 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 strandfodringen 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. Det er derfor antaget, at der ikke er behov for at vurdere depositionen i naturområder, der ligger længere væk end 1.000 meter.



På den baggrund er det videre antaget, at der i et beregningspunkt sker N-deposition fra det nærmeste arbejdsareal samt 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 omtrent lig 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, så 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, idet der er foretaget en række antagelser, som betyder, at der anvendes worst case betragtninger.

## 5.2 Emissioner i perioden 2020-24

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

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

### 1.1.16 Emissioner fra skibe

Der er foretaget en beregning af emissioner fra det skib, der anvendes i forbindelse med kystbeskyttelsesarbejdet<sup>18</sup>. Beregningerne er foretaget på situationerne: Sejlads med tomt skib, sejlads med fuldt skib og losning, der almindeligvis anvendes i forbindelse med kystbeskyttelsesarbejder. Resultaterne er angivet i Tabel 5-3.

<sup>18</sup> Notat 1 om Beregning af bunker olie og emissioner, Rambøll den 11. januar 2019.

| Emissioner              | Skib med lastekapacitet 1.000 m <sup>3</sup> |       |         |
|-------------------------|----------------------------------------------|-------|---------|
|                         | Tomt                                         | Fuldt | Losning |
| CO <sub>2</sub> , ton/h | 0,45                                         | 0,41  | 0,62    |
| NO <sub>x</sub> , kg/h  | 7,13                                         | 6,48  | 9,73    |
| SO <sub>x</sub> , kg/h  | 0,30                                         | 0,27  | 0,40    |
| CO, kg/h                | 0,37                                         | 0,34  | 0,51    |
| HC, kg/h                | 0,37                                         | 0,34  | 0,51    |
| Partikel, kg/h          | 0,20                                         | 0,18  | 0,27    |

Tabel 5-3 Emissioner ved forskellige aktiviteter med det modellerede skib.

Det fremgår af Tabel 5-3, at aktiviteten med den største emission er losning.

Der er foretaget en beregning af den samlede emission fra skibe<sup>19</sup> i perioden 2020-24. Resultaterne er angivet i Tabel 5-4.

| Strækning | CO <sub>2</sub> , kg | NO <sub>x</sub> , kg | SO <sub>x</sub> , kg | CO, kg | HC, kg | Partikler, kg |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|--------|---------------|
| Blåvand   | 832.600              | 13.122               | 600                  | 683    | 683    | 468           |

Tabel 5-4 Samlede emissioner ved strandfodring og kystnærfodring i perioden 2020-24.

#### 1.1.17 Brændstofforbrug og emissioner fra entreprenørmaskiner

For at estimere emissionsmængderne benyttes emissionsfaktorer for maskinerne, se Tabel 5-5, der giver den øvre grænse målt i masse per energiforbrug.

| Maks effekt pr. maskine, kWh | Emissionsfaktor, g/kWh |      |                 |           |
|------------------------------|------------------------|------|-----------------|-----------|
|                              | CO                     | HC   | NO <sub>x</sub> | Partikler |
| 130 < P < 560                | 3,5                    | 0,19 | 2               | 0,025     |

Tabel 5-5. Emissionsfaktorer<sup>20</sup> for entreprenørmaskiner.

I Tabel 5-6 angives i kolonne 1 vægtintervaller for entreprenørmaskinerne, der forventes brugt til at udføre arbejdet. Med udgangspunkt i vægtintervallerne er opslået og beregnet relevante motoreffekter, lastvolumen, skovlvolumen for entreprenørmaskinerne.

| Maskine      | Vægt (tons) | Midlet max effekt (kW) | Middel volumen/masse | Gennemsnitshastighed under arbejde |
|--------------|-------------|------------------------|----------------------|------------------------------------|
| Gravemaskine | 20-50       | 203                    | 5,1 t                | 5 km/t                             |
| Gummiged     | 15-30       | 220                    | 2,95 m <sup>3</sup>  | 20 km/t                            |

Tabel 5-6. Oversigt over maskinernes vægt, motoreffekt P og deres volumen eller masse i forbindelse med løft. For alle maskinerne er der antaget gennemsnitshastigheder, når de udfører arbejde til brug for estimaterne.

Energiforbruget for en af entreprenørmaskinerne afhænger af motorstørrelsen, målt i hestekræfter hvor 1 hk = 0.736 kW, og belastningsgraden motoren er udsat for, mens den arbejder.

<sup>19</sup> Notat 2 om Beregning af bunker olie og emissioner, Rambøll den 16. april 2019.

<sup>20</sup> Bekendtgørelse nr. 1458 af 7. december 2015 om begrænsning af luftforurening fra mobile ikke-vejgående maskiner mv.

Maskinernes brændstofforbrug skal også estimeres. Til dette formål benyttes ligeledes maskinernes estimerede energiforbrug, samt diesels nedre brændværdi på 42,7 MJ/kg og diesels massefylde på 0,83 kg/l.<sup>21,22</sup>

Foruden motorstørrelse og belastningsgraden, afhænger maskinernes totale energiforbrug af tiden, det tager at udføre deres arbejde.

Maskinernes motorbelastningsgrad antages i gennemsnit at være 50% af den maksimale motoreffekt under udførelse af arbejde. Motorer i tomgang antages at have en belastningsgrad på 1%, og det antages, at motorerne kører i tomgang 20% af tiden, det tager at gennemføre et projekt. Det medfører selvfølgelig en tidsforlængelse for projektgennemførelsen.

Endeligt beregnes emissionen af CO<sub>2</sub> ud fra CO forekomsten ved at antage at forholde CO<sub>2</sub> til CO er 165 til 1<sup>23</sup>.

#### Rørledning

Til strandfodring benyttes en rørledning, der består af segmenter, der antages at være fem meter lange. Antallet af rørsegmenter for hver strækning afhænger af strækningens længde. Dog kan en rørledning maksimalt bygges i en længde på én kilometer, svarende til 200 rørsegmenter. Det antages, at rørledningen kan bygges én kilometer til hver side langs stranden fra punktet, hvor rørledningen kommer i land fra skibet.

Positionering, ankring og flytning af rørledning på vand-siden kan ske med en slæbebåd eller et andet lignende fartøj. Aktiviteten estimeres ikke her.

Til at opbygge og nedtage rørledningen benyttes en gravemaskine og en gummiged. Det antages, at maskinerne allerede befinder sig på stranden, hvor deres aktivitet er. Der ses således bort fra, hvorfra maskinerne er kommet til stranden.

#### Gravemaskine til rørledning

Til opbygning bruges gravemaskiner 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.

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

#### Gummiged til rørledning

Gummigeden sørger for at udlægge rørene langs stranden til gravemaskinen. Endvidere supporterer den gravemaskinerne med at montere segmenterne samt evt. at flytte små mængder sand ved indpumpning.

Ved udlægning af rør antages det, at rørene skal flyttes fra arbejdspladsen, der er lagt stort set samme sted, som hvor første rørledning går i land. Herfra fordeler gummigeden rørsegmenterne jævnt langs med stranden. Det antages, at gummigeden kører i gennemsnit 20 km/t og kører

<sup>21</sup> [https://www.lavprisolie.dk/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2FFiles%2FFiles%2FIpo%2Fentrepreneoer\\_diesel\\_tds.pdf](https://www.lavprisolie.dk/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2FFiles%2FFiles%2FIpo%2Fentrepreneoer_diesel_tds.pdf)

<sup>22</sup> <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-403-5/html/kap02.htm>

<sup>23</sup> Konrad Reif (ed): Dieselmotor-Management im Überblick. 2nd edition. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014, ISBN 978-3-658-06554-6. p. 171

med læs af tre rør. Uniform fordeling af rørdlægnings betyder, at en gennemsnitlig tur (tur/retur) bliver én kilometer for en rørledning på én kilometer. Herfra kan gummigedens tilbagelagte afstand findes.

Gummigedens størrelse givet i projektbeskrivelsen gør, at der antages en motoreffekt på 220 kW. Det antages, at der er en gennemsnitlig motorbelastning på 50 %.

Det antages konservativt, at gummigeden bruger 20 % af tiden, hvor gravemaskinen lægger rørledning på ad-hoc opgaver med flytning af sand. Her har den en motorbelastning på 50%.

Gummigeden skal foruden opsætning og nedtagning af rørledning også tilrette stranden, efter sandet er pumpet ind. Dette antages at tage to arbejdsdage pr. kilometer strand. Én arbejdsdag er 7,5 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. Igen antages en gennemsnitlig motorbelastning på 50 %.

Bemærk, at antagelsen om, at sandet fordeles jævnt langs hele strækningen, betyder, at arbejdsbyrden for maskinerne ikke afhænger af mængden af sand, men udelukkende baseres på tidsestimatet af, hvor lang tid det tager at opstille, nedtage og flytte rørledningen.

Det samlede brændstofforbrug for entreprenørmaskinerne på strækningen i scenarie 1b og 2b er beregnet til 12.456 liter uanset, hvilket scenarie, der anvendes. De estimerede emissioner for perioden for 2020-24 i den økonomiske ramme er vist i Tabel 5-7.

|                    | CO <sub>2</sub> , kg | CO, kg | NO <sub>x</sub> , kg | Partikler, kg |
|--------------------|----------------------|--------|----------------------|---------------|
| <b>Eksempel 1b</b> | 70.820               | 429    | 245                  | 4             |
| <b>Eksempel 2b</b> | 70.820               | 429    | 245                  | 4             |

Tabel 5-7. Oversigt over de samlede emissioner fra entreprenørmaskiner fordelt på scenarier.

#### Usikkerheder - entreprenørmaskiner

Effektiviteten for udførelsen af arbejdet er sat til 100 %. Dog, når der fyldes sand på dumpers, fyldes de kun 80 % af maximal volumen. Det samme gælder for gummigeden, der ligeledes kun antages at kunne fylde sin skovl 80 % af maksimal volumen. Desuden er det antaget, at maskinerne står i tomgang i yderligere 20 % af projektperioden, hvor maskinerne ikke slukker. En undersøgelse fra Scania viser, at lastbiler i løbet af en arbejdsdag står i tomgang 25% af tiden.<sup>24</sup>

Emissioner og brændstofforbrug fra slæbebåde brugt til positionering af rørledninger ikke er medtaget i estimatet. Det bemærkes dog, at positioneringen af rørledningen ikke kræver skibe af en størrelse som sandfodringskibene. Forbruget af brændstoffer fra slæbebåden er næppe signifikant i dette forhold. Til gengæld må det forventes, at slæbebådens forbrug er sammenligneligt med entreprenørmaskinerne. Dog skal slæbebåden udføre et meget lille stykke arbejde, hvorfor, tiden brugt af slæbebåden er meget lille. Dermed bør dens brændstofforbrug og emissioner være signifikant mindre end entreprenørmaskinernes forbrug og emissioner.

En gravemaskine skal hjælpe rørledningen op på land, når den ankommer med slæbebåden. Denne opgave vurderes at være meget lille i forhold til gravemaskinens arbejde med at opsætte og nedtage rørledningen og ignoreres derfor.

<sup>24</sup> [https://www.transportmagasinet.dk/article/view/152212/dtl\\_undga\\_unodig\\_tomgang](https://www.transportmagasinet.dk/article/view/152212/dtl_undga_unodig_tomgang)



Estimatet ser bort fra, hvordan entreprenørmaskinerne kommer frem til arbejdspladsen og stranden. Det forventes, at de køres dertil på blokvogn. Men hvor langt de har kørt, eller hvor langt maskinerne skal køre fra arbejdspladsområdet bag stranden og ned til stranden kendes ikke. Derfor gives ikke et estimat af tiden. Det samme gælder for maskinernes transport til og fra arbejdspladsen i forbindelse med optankning af brændstof. Det forventes, at begge dele er signifikant mindre end det arbejde, maskinerne laver på stranden.

Hvor usikkerhederne omtalt her medfører et større brændstofforbrug og øgede emissioner, hvis de tages i betragtning, så forventes dette at være opvejet af de konservative skøn, der præsenteres.

Det er antaget, at maskinernes motor typisk yder 50 %, når de udfører arbejde i gennemsnit. Dette er et bedste skøn med baggrund i, at det forventes, at maskinen ikke er bygget til at køre ved fuld belastning gennem hele projektet men ved en variable belastning afhængig af, hvad den laver.

### 5.3 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.

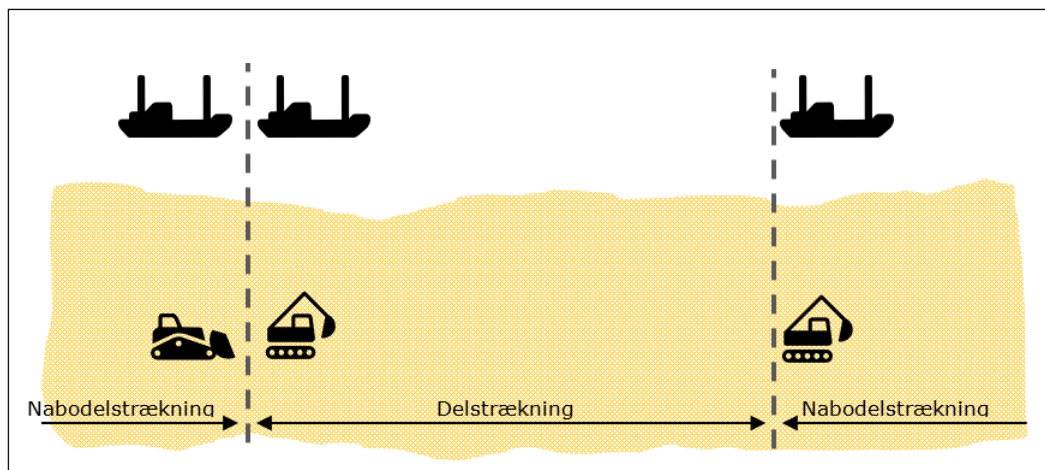
Den største emission fra skibene forekommer under aktiviteten losning<sup>25</sup>. Der foretages derfor beregninger, hvor skibet er i gang med losning, og worst case betragtningen er, at der altid ligger et skib klar til at afløse samt, at alle entreprenørmaskinerne arbejder med 80 % effektivitet.

Der er stor forskel på, hvor meget sand, der skal fodres på de enkelte strækninger og dermed også på den tidsperiode, hvor der er strandfodringsaktivitet, jf. **Error! Reference source not found..** 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.

Beregningerne foretages under den worst case betragtning, at der på hver delstrækning arbejdes indenfor et areal på 100x100 meter samt, at der samtidig forekommer ens aktiviteter på tre nærliggende kampagneområder (jf. Figur 5-2).

---

<sup>25</sup> Notat 1 om Beregning af bunker olie og emissioner, Rambøll den 11. januar 2019.



Figur 5-2. Illustration af scenario for beregning af worst case immissionskoncentration ved en kombination af luftemissioner fra entreprenørmaskiner og skibe.

Det vurderes, at den korteste delstrækning er på 250 meter. Denne strækning indtastes derfor som en worst case situation i beregningen.

#### Beregning af immissionskoncentrationer

I OML-modellen indtastes data for de forurenende kilder.

På baggrund af formelen i tabel 11 i tillæg til luftvejledningen<sup>26</sup> 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 (jf. **Error! Reference source not found.**), 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 skib og entreprenørmaskiner samt en antagelse om at iltindholdet i røggassen er 10 % kan røggasmængderne beregnes (jf. Tabel 5-8).

| Entreprenørmaskine      | Beregnet røggasmængde, Nm <sup>3</sup> /h |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| Gravemaskine            | 411                                       |
| Gummiged                | 325                                       |
| Mini skib under losning | 2.881                                     |

Tabel 5-8. Produceret Nm<sup>3</sup> våd røggas pr time ved forbrænding af fuelolie i skib og dieselolie i entreprenørmaskiner.

Der er foretaget en beregning af immissionskoncentrationen af CO, NO<sub>x</sub> og partikler, og inddata til OML-beregningerne er angivet i Tabel 5-9.

<sup>26</sup> 6. supplement til Luftvejledningen (vejledning nr. 2 2001) – Kapitel 6 om energianlæg, Miljøstyrelsen af 19. december 2017

| Koordinatsæt                            | Gravemaskine<br>(0,0), (75,-75),<br>(0,250),<br>(75,175), (0,-<br>250), (75,-325) | Gummiged<br>(25,-50)<br>(25,200),<br>(25,-300) | Skib<br>(-480,0),<br>(-480,-250),<br>(-450,250) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Skorstenshøjde, m                       | 3                                                                                 | 3                                              | 15**                                            |
| Afkastdiameter, ind-<br>vendig, m       | 0,15                                                                              | 0,15                                           | 0,4**                                           |
| Afkastdiameter udven-<br>dig, m         | 0,15                                                                              | 0,15                                           | 0,4**                                           |
| Luftmængde (våd),<br>Nm <sup>3</sup> /h | 410,9                                                                             | 325,1                                          | 2.881,1                                         |
| Kildestyrke, CO g/s                     | 0,22                                                                              | 0,17                                           | 0,14*                                           |
| Kildestyrke, NO <sub>2</sub><br>g/s**** | 0,06                                                                              | 0,05                                           | 1,35*                                           |
| Kildestyrke, partikler<br>g/s           | 0,0015                                                                            | 0,0012                                         | 0,08*                                           |
| Temperatur, °C***                       | 250                                                                               | 250                                            | 250                                             |

Tabel 5-9 Data til OML-beregning. \* Emissioner fra skibe under losning<sup>27</sup> 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 er oxideret til NO<sub>2</sub> i beregningspunkterne.

Immissionsberegningerne findes vedlagt som bilag 6 *Emissioner – Resultater* og giver resultater for CO, NOx og partikler, som angivet i Tabel 5-10.

|                                                                                   | CO immission                                                             | NO <sub>2</sub> -immission                                                                                          | Partikelimmission                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EU's luftgrænseværdi</b>                                                       | <b>CO: 10 mg/m<sup>3</sup>, daglig maksimal 8-timers middelværdi</b>     | <b>NO<sub>2</sub>: 200 µg/m<sup>3</sup> (timemiddelværdi). Må ikke overskrides mere end 18 gange pr. kalenderår</b> | <b>Partikler (PM10): 50 µg/m<sup>3</sup> (døgnmiddelværdi). Må ikke overskrides mere end 35 gange pr. kalenderår</b>                                        |
| Beregnet koncentration, mg/m <sup>3</sup>                                         | 0,86                                                                     | 273                                                                                                                 | 1,66                                                                                                                                                        |
| Afstand til nulpunkt*, m                                                          | 100                                                                      | 100                                                                                                                 | 200                                                                                                                                                         |
| Retning i forhold til beregningens nord, grader                                   | 140                                                                      | 140                                                                                                                 | 30                                                                                                                                                          |
| Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor EU's luftgrænseværdi er overholdt på land | Overholdes i alle beregningspunkter                                      | Overholdes 100 - 250 meter fra nulpunktet                                                                           | Overholdes i alle beregningspunkter                                                                                                                         |
| <b>Arbejdstilsynets grænseværdi</b>                                               | <b>CO: 23 mg/m<sup>3</sup>, Gennemsnitskoncentration over otte timer</b> | <b>NO<sub>2</sub>: 0,96 mg/m<sup>3</sup>, Gennemsnitskoncentration over otte timer</b>                              | <b>Mineralsk støv (inert): 10 mg/m<sup>3</sup>. Gennemsnitskoncentration over otte timer<br/>Mineralsk støv (inert og respirabelt): 5 mg/m<sup>3</sup>.</b> |

<sup>27</sup> Notat 1 om Beregning af bunker olie og emissioner, Rambøll den 11. januar 2019.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Gennemsnitskoncentration over otte timer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor Arbejdstilsynets grænseværdi er overholdt | Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises vha. OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi. Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer overholdt i alle beregningspunkter | Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises vha. OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,24 mg/m <sup>3</sup> . Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer overholdt i alle beregningspunkter | Gennemsnitskoncentrationen over otte timer kan ikke vises vha. OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den beregnede maksimale otte timers glidende middelværdi beregnet til 0,006 mg/m <sup>3</sup> . Da den maksimale otte timers glidende middelværdi ikke er overskredet, vurderes gennemsnitskoncentrationen over otte timer overholdt i alle beregningspunkter |
| <b>Arbejdstilsynets korttidsværdi</b>                                             | <b>Ikke fastlagt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>NO<sub>2</sub>: 2x0,96 mg/m<sup>3</sup>, koncentrationen i en tidsperiode på højst 15 minutter må aldrig overskrides</b>                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Ikke fastlagt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Længste afstand til nulpunkt* (m), hvor Arbejdstilsynets grænseværdi er overholdt | IR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Korttidsværdien kan ikke vises vha. OML-modellen. Der sammenholdes derfor med den maksimale timemiddelkoncentration på 0,3 mg/m <sup>3</sup> . Da den maksimale timemiddelkoncentration ikke overskrider grænseværdien for korttidsværdien vurderes korttidsværdien overholdt i alle beregningspunkter                                                                | IR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Tabel 5-10 Oversigt over immissionskoncentrationer. \* Nulpunktet er beregningens nulpunkt og kan være et tilfældigt sted langs kysten. IR: Ikke relevant

Det fremgår af Tabel 5-10, at den væsentligste emission udgøres af NO<sub>2</sub>. NO<sub>2</sub> 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 partikelemmissionen overholder EU's og Arbejdstilsynets luftgrænseværdier i alle beregningspunkter.

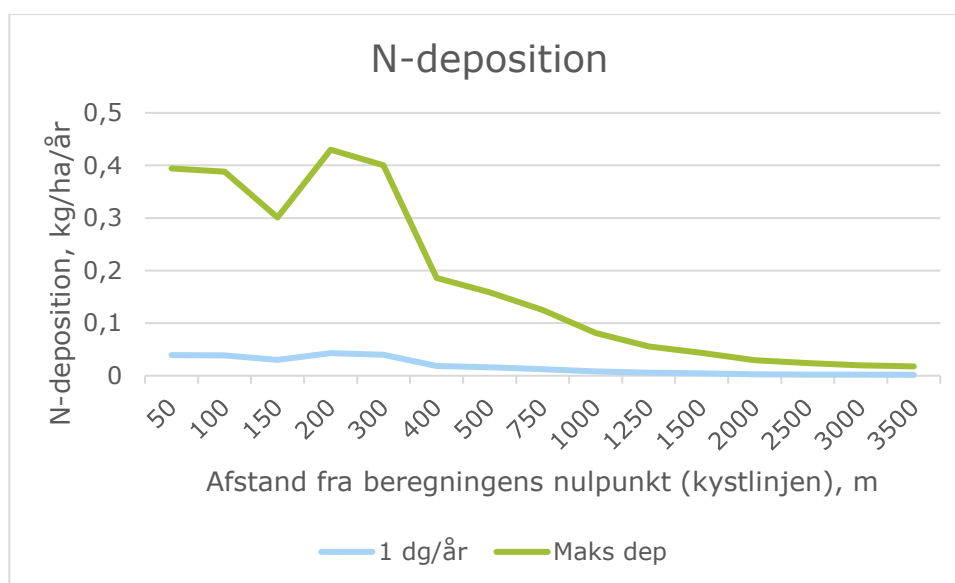


## 5.4 Beregning af deposition

Der er foretaget beregninger af kvælstofdepositionen. Beregningerne er foretaget med anvendelse af den beregnede NO<sub>2</sub>-emission, idet det antages, at 50% er oxideret til NO<sub>2</sub> i receptor-punkter og resten af NO<sub>x</sub> udgøres af NO.

OML-beregningerne findes vedlagt som bilag 6 *Emissioner - Resultater* og giver resultater af henholdsvis NO<sub>2</sub> og NO depositionerne. Resultaterne er efterfølgende omregnet til N-deposition ved multiplikation af forholdet mellem molmassen for N i NO<sub>2</sub> (14/46) og N i NO (14/30), og den maksimale N-deposition i hver afstand fra beregningens nulpunkt er fundet. Derefter er foretaget en korrektion for antal arbejdsdage og afstanden fra nulpunktet hvorfra der vil være en kumuleret effekt i en bestemt afstand (jf. beskrivelsen i afsnit 5.1).

Resultaterne af OML-beregningerne for deposition er nedenfor præsenteret for worst-case scenariet som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt (en entreprenørmaskine placeret i strandkanten), jf. Figur 5-3.



Figur 5-3 Beregnet maksimal N-deposition som funktion af afstanden til beregningens nulpunkt. Den blå kurve viser N-depositionen fra aktiviteter på et areal på 100x100 meter (over en dag) og den grønne kurve viser den maksimale kumulerede N-deposition i et punkt for aktiviteterne over en strækning på 1.000 meter på begge sider af arealet.

Resultaterne kan også præsenteres som den maksimale kumulerede N-deposition på 0,43 kg N/ha/år fundet i afstanden 200 meter i retning ti grader fra beregningens nulpunkt.

Resultaterne skal herefter sammenholdes med baggrundsbelastningen i det enkelte naturområde samt dets tålegrænse, hvilket gøres i kapitel 16 om *Natur på land*.



# BILAG 6

EMISSIONER - RESULTATER





# **Immissionsberegninger**

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 kilde nummer  
 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.

Kilddata:

| Nr | ID       | X     | Y     | Z   | HS   | T(C) | VOL  | DSI  | DSO  | HB  | CO<br>Q1 | NO2<br>Q2 | Partik<br>Q3 |
|----|----------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----|----------|-----------|--------------|
| 1  | Gravemas | 0.    | 0.    | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.2200   | 0.0600    | 1.50E-03     |
| 2  | Gravemas | 75.   | -75.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.2200   | 0.0600    | 1.50E-03     |
| 3  | Gravemas | 0.    | 250.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.2200   | 0.0600    | 1.50E-03     |
| 4  | Gravemas | 75.   | 175.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.2200   | 0.0600    | 1.50E-03     |
| 5  | Gravemas | 0.    | -250. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.2200   | 0.0600    | 1.50E-03     |
| 6  | Gravemas | 75.   | -325. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.2200   | 0.0600    | 1.50E-03     |
| 7  | Gummiged | 25.   | -50.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.1700   | 0.0500    | 1.20E-03     |
| 8  | Gummiged | 25.   | 200.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.1700   | 0.0500    | 1.20E-03     |
| 9  | Gummiged | 25.   | -300. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.1700   | 0.0500    | 1.20E-03     |
| 10 | Skib     | -480. | 0.    | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 0.0 | 0.1400   | 1.3500    | 0.0800       |
| 11 | Skib     | -480. | -250. | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 0.0 | 0.1400   | 1.3500    | 0.0800       |
| 12 | Skib     | -480. | 250.  | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 0.0 | 0.1400   | 1.3500    | 0.0800       |

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

| Kilde nr. | Vertikal røggashastighed<br>m/s | Buoyancy flux (termisk løft)<br>(omtrentlig) m4/s3 |
|-----------|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1         | 12.4                            | 0.3                                                |
| 2         | 12.4                            | 0.3                                                |
| 3         | 12.4                            | 0.3                                                |
| 4         | 12.4                            | 0.3                                                |
| 5         | 12.4                            | 0.3                                                |
| 6         | 12.4                            | 0.3                                                |
| 7         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 8         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 9         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 10        | 17.5                            | 3.1                                                |
| 11        | 17.5                            | 3.1                                                |
| 12        | 17.5                            | 3.1                                                |

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/04 kl. 09:14  
Dato: 2019/04/04

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

Side 3

Side til advarsler.

CO Periode: 760101-761231

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

| Retning<br>(grader) | Afstand (m) |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |
|---------------------|-------------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
|                     | 50          | 100  | 150 | 200  | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
| 0                   | 480         | 288  | 369 | 691  | 333 | 493 | 247 | 179 | 153 | 132 | 89   | 54   | 41   | 33   | 27   |
| 10                  | 454         | 229  | 401 | 1023 | 532 | 296 | 181 | 166 | 145 | 126 | 86   | 53   | 37   | 28   | 22   |
| 20                  | 443         | 269  | 555 | 1055 | 396 | 243 | 159 | 145 | 130 | 116 | 82   | 51   | 36   | 28   | 22   |
| 30                  | 442         | 209  | 506 | 872  | 315 | 190 | 154 | 142 | 125 | 112 | 83   | 52   | 37   | 28   | 22   |
| 40                  | 460         | 252  | 329 | 512  | 253 | 138 | 132 | 126 | 116 | 104 | 76   | 50   | 36   | 30   | 26   |
| 50                  | 448         | 188  | 280 | 309  | 225 | 145 | 118 | 118 | 109 | 98  | 71   | 47   | 35   | 27   | 22   |
| 60                  | 472         | 210  | 228 | 223  | 185 | 129 | 110 | 111 | 106 | 98  | 74   | 49   | 36   | 28   | 22   |
| 70                  | 451         | 201  | 186 | 165  | 139 | 112 | 107 | 103 | 98  | 91  | 69   | 47   | 35   | 27   | 22   |
| 80                  | 474         | 268  | 158 | 148  | 116 | 112 | 102 | 100 | 95  | 89  | 69   | 47   | 37   | 33   | 30   |
| 90                  | 488         | 296  | 221 | 128  | 111 | 103 | 101 | 100 | 95  | 89  | 69   | 47   | 35   | 27   | 22   |
| 100                 | 480         | 417  | 250 | 161  | 127 | 104 | 102 | 100 | 96  | 90  | 71   | 48   | 36   | 28   | 22   |
| 110                 | 465         | 534  | 322 | 215  | 155 | 125 | 109 | 103 | 99  | 94  | 74   | 50   | 36   | 28   | 22   |
| 120                 | 571         | 829  | 447 | 301  | 185 | 131 | 116 | 106 | 103 | 98  | 76   | 50   | 36   | 28   | 22   |
| 130                 | 725         | 1117 | 623 | 297  | 186 | 145 | 126 | 112 | 111 | 105 | 80   | 51   | 37   | 28   | 22   |
| 140                 | 925         | 1130 | 519 | 282  | 188 | 147 | 125 | 120 | 122 | 115 | 85   | 53   | 37   | 28   | 23   |
| 150                 | 708         | 802  | 421 | 252  | 191 | 170 | 235 | 145 | 141 | 121 | 88   | 56   | 38   | 29   | 23   |
| 160                 | 1140        | 511  | 302 | 211  | 261 | 447 | 373 | 177 | 164 | 143 | 96   | 57   | 39   | 29   | 23   |
| 170                 | 880         | 407  | 252 | 360  | 534 | 645 | 343 | 231 | 189 | 159 | 101  | 59   | 39   | 29   | 23   |
| 180                 | 691         | 371  | 230 | 447  | 332 | 691 | 244 | 212 | 185 | 156 | 101  | 58   | 39   | 29   | 23   |
| 190                 | 542         | 308  | 285 | 529  | 520 | 312 | 173 | 164 | 153 | 137 | 95   | 57   | 39   | 28   | 22   |
| 200                 | 470         | 262  | 255 | 318  | 237 | 179 | 133 | 132 | 125 | 117 | 90   | 55   | 38   | 28   | 22   |
| 210                 | 475         | 238  | 207 | 207  | 183 | 129 | 119 | 120 | 108 | 101 | 81   | 53   | 37   | 28   | 22   |
| 220                 | 447         | 246  | 171 | 159  | 145 | 125 | 108 | 110 | 105 | 96  | 73   | 50   | 36   | 27   | 22   |
| 230                 | 447         | 215  | 140 | 125  | 117 | 110 | 101 | 98  | 94  | 88  | 68   | 48   | 35   | 27   | 22   |
| 240                 | 468         | 224  | 125 | 110  | 105 | 105 | 98  | 95  | 91  | 83  | 65   | 47   | 34   | 27   | 22   |
| 250                 | 474         | 205  | 123 | 117  | 110 | 104 | 99  | 96  | 91  | 86  | 67   | 45   | 34   | 27   | 21   |
| 260                 | 472         | 239  | 137 | 107  | 106 | 103 | 99  | 95  | 90  | 83  | 67   | 46   | 34   | 26   | 21   |
| 270                 | 450         | 229  | 139 | 118  | 107 | 103 | 100 | 95  | 90  | 83  | 65   | 45   | 34   | 26   | 21   |
| 280                 | 442         | 198  | 160 | 126  | 114 | 107 | 102 | 98  | 92  | 86  | 67   | 46   | 33   | 26   | 21   |
| 290                 | 454         | 257  | 165 | 132  | 120 | 113 | 104 | 100 | 94  | 87  | 67   | 46   | 34   | 30   | 26   |
| 300                 | 467         | 259  | 182 | 138  | 129 | 120 | 107 | 104 | 98  | 91  | 69   | 47   | 34   | 27   | 22   |
| 310                 | 546         | 274  | 175 | 149  | 137 | 126 | 112 | 109 | 103 | 94  | 72   | 48   | 35   | 27   | 22   |
| 320                 | 581         | 328  | 201 | 154  | 139 | 126 | 120 | 120 | 113 | 103 | 75   | 48   | 35   | 27   | 22   |
| 330                 | 639         | 312  | 212 | 175  | 157 | 148 | 137 | 137 | 121 | 108 | 78   | 50   | 37   | 32   | 28   |
| 340                 | 556         | 288  | 191 | 215  | 275 | 215 | 166 | 164 | 144 | 123 | 82   | 50   | 35   | 27   | 22   |
| 350                 | 523         | 290  | 270 | 350  | 525 | 396 | 215 | 173 | 145 | 126 | 86   | 55   | 45   | 37   | 30   |

Maksimum= 1140.27 i afstand 50 m og retning 160 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

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

| Retning<br>(grader) | 50  | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | Afstand (m) |     | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 0                   | 131 | 80  | 109 | 203 | 98  | 135 | 69          | 50  | 43  | 38  | 42  | 36  | 29   | 26   | 23   | 23   | 23   |
| 10                  | 124 | 64  | 109 | 302 | 171 | 99  | 51          | 46  | 42  | 40  | 37  | 34  | 27   | 23   | 21   | 21   | 21   |
| 20                  | 121 | 73  | 151 | 288 | 109 | 76  | 53          | 49  | 45  | 43  | 48  | 46  | 34   | 22   | 20   | 20   | 20   |
| 30                  | 121 | 57  | 138 | 268 | 111 | 75  | 53          | 51  | 48  | 46  | 50  | 58  | 57   | 51   | 43   | 43   | 43   |
| 40                  | 125 | 69  | 90  | 142 | 83  | 66  | 50          | 48  | 44  | 41  | 37  | 41  | 44   | 43   | 40   | 40   | 40   |
| 50                  | 123 | 68  | 77  | 86  | 86  | 69  | 48          | 49  | 48  | 46  | 43  | 32  | 27   | 23   | 20   | 20   | 20   |
| 60                  | 165 | 90  | 63  | 62  | 56  | 58  | 58          | 50  | 57  | 58  | 43  | 33  | 29   | 25   | 22   | 22   | 22   |
| 70                  | 134 | 72  | 55  | 48  | 43  | 45  | 45          | 52  | 57  | 63  | 66  | 51  | 38   | 28   | 22   | 22   | 22   |
| 80                  | 136 | 73  | 55  | 50  | 47  | 44  | 47          | 57  | 64  | 68  | 72  | 66  | 59   | 53   | 48   | 48   | 48   |
| 90                  | 175 | 115 | 81  | 64  | 54  | 48  | 47          | 55  | 60  | 63  | 64  | 54  | 44   | 37   | 32   | 32   | 32   |
| 100                 | 131 | 114 | 68  | 69  | 62  | 62  | 57          | 53  | 52  | 55  | 44  | 35  | 26   | 23   | 20   | 20   | 20   |
| 110                 | 138 | 146 | 122 | 82  | 69  | 54  | 45          | 45  | 45  | 47  | 43  | 37  | 32   | 27   | 24   | 24   | 24   |
| 120                 | 168 | 226 | 137 | 89  | 65  | 53  | 43          | 47  | 52  | 47  | 43  | 36  | 31   | 26   | 23   | 23   | 23   |
| 130                 | 213 | 305 | 206 | 109 | 73  | 56  | 49          | 58  | 48  | 46  | 42  | 36  | 31   | 27   | 23   | 23   | 23   |
| 140                 | 272 | 308 | 141 | 78  | 57  | 50  | 67          | 49  | 50  | 47  | 41  | 35  | 30   | 26   | 23   | 23   | 23   |
| 150                 | 208 | 219 | 115 | 70  | 53  | 67  | 87          | 60  | 50  | 47  | 42  | 35  | 32   | 28   | 24   | 24   | 24   |
| 160                 | 333 | 140 | 82  | 59  | 81  | 122 | 123         | 58  | 47  | 42  | 37  | 33  | 28   | 23   | 20   | 20   | 20   |
| 170                 | 259 | 119 | 72  | 98  | 178 | 190 | 94          | 65  | 53  | 45  | 36  | 33  | 28   | 26   | 23   | 23   | 23   |
| 180                 | 203 | 109 | 66  | 122 | 98  | 203 | 69          | 59  | 52  | 44  | 42  | 40  | 32   | 27   | 24   | 24   | 24   |
| 190                 | 159 | 90  | 79  | 146 | 142 | 85  | 61          | 55  | 49  | 46  | 56  | 44  | 34   | 28   | 25   | 25   | 25   |
| 200                 | 132 | 77  | 71  | 88  | 69  | 71  | 74          | 67  | 63  | 55  | 72  | 46  | 31   | 28   | 25   | 25   | 25   |
| 210                 | 130 | 65  | 62  | 68  | 75  | 80  | 86          | 82  | 79  | 78  | 81  | 49  | 34   | 27   | 24   | 24   | 24   |
| 220                 | 122 | 67  | 66  | 74  | 81  | 87  | 99          | 86  | 93  | 140 | 72  | 45  | 39   | 27   | 22   | 22   | 22   |
| 230                 | 122 | 63  | 69  | 76  | 85  | 93  | 95          | 89  | 129 | 99  | 55  | 40  | 30   | 24   | 20   | 20   | 20   |
| 240                 | 134 | 67  | 73  | 81  | 87  | 95  | 92          | 116 | 116 | 90  | 58  | 32  | 27   | 24   | 21   | 21   | 21   |
| 250                 | 129 | 69  | 74  | 83  | 93  | 94  | 88          | 144 | 96  | 97  | 56  | 29  | 26   | 22   | 20   | 20   | 20   |
| 260                 | 129 | 68  | 80  | 87  | 96  | 97  | 97          | 91  | 95  | 97  | 55  | 30  | 31   | 29   | 26   | 26   | 26   |
| 270                 | 123 | 72  | 80  | 87  | 96  | 96  | 90          | 92  | 88  | 98  | 51  | 33  | 32   | 30   | 27   | 27   | 27   |
| 280                 | 121 | 71  | 80  | 87  | 93  | 97  | 90          | 96  | 95  | 95  | 51  | 37  | 32   | 28   | 25   | 25   | 25   |
| 290                 | 124 | 70  | 77  | 87  | 93  | 96  | 93          | 144 | 98  | 95  | 57  | 45  | 38   | 33   | 29   | 29   | 29   |
| 300                 | 127 | 72  | 75  | 82  | 87  | 91  | 94          | 112 | 115 | 94  | 59  | 37  | 34   | 31   | 27   | 27   | 27   |
| 310                 | 149 | 76  | 72  | 76  | 84  | 89  | 94          | 86  | 130 | 101 | 54  | 44  | 35   | 31   | 27   | 27   | 27   |
| 320                 | 160 | 91  | 67  | 72  | 81  | 87  | 96          | 97  | 95  | 139 | 82  | 51  | 39   | 31   | 26   | 26   | 26   |
| 330                 | 178 | 87  | 63  | 70  | 75  | 80  | 87          | 87  | 78  | 78  | 86  | 59  | 40   | 33   | 28   | 28   | 28   |
| 340                 | 154 | 80  | 59  | 62  | 75  | 71  | 73          | 71  | 64  | 55  | 70  | 52  | 37   | 29   | 25   | 25   | 25   |
| 350                 | 144 | 81  | 79  | 97  | 143 | 108 | 60          | 60  | 49  | 49  | 49  | 45  | 31   | 25   | 23   | 23   | 23   |

Maksimum= 332.70 i afstand 50 m og retning 160 grader.



Partik Periode: 760101-761231

Maksimalle timeværdier (µg/m3)

| Retning<br>(grader) | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | Afstand (m) |   | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
|---------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 0                   | 3  | 3   | 3   | 5   | 3   | 3   | 3           | 3 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 10                  | 3  | 3   | 3   | 7   | 6   | 3   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 20                  | 3  | 3   | 4   | 7   | 3   | 3   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 3   | 3    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 30                  | 3  | 3   | 3   | 8   | 4   | 3   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 3   | 3    | 3    | 3    | 3    | 2    |
| 40                  | 3  | 3   | 2   | 4   | 3   | 3   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
| 50                  | 4  | 3   | 2   | 2   | 3   | 3   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 60                  | 5  | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 3           | 2 | 3   | 3   | 3   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 70                  | 4  | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2           | 3 | 3   | 3   | 3   | 3   | 3    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 80                  | 4  | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2           | 3 | 3   | 3   | 3   | 4   | 4    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| 90                  | 6  | 4   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2           | 3 | 3   | 3   | 3   | 3   | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    |
| 100                 | 4  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3           | 3 | 3   | 3   | 3   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 110                 | 5  | 4   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 3   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 120                 | 5  | 6   | 5   | 3   | 3   | 2   | 2           | 2 | 3   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 130                 | 5  | 8   | 6   | 4   | 3   | 2   | 2           | 3 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 140                 | 7  | 8   | 4   | 2   | 2   | 3   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 150                 | 5  | 5   | 3   | 2   | 3   | 3   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 160                 | 8  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 170                 | 6  | 3   | 3   | 3   | 6   | 5   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 180                 | 5  | 3   | 3   | 3   | 3   | 5   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 190                 | 4  | 3   | 3   | 4   | 4   | 4   | 4           | 3 | 3   | 3   | 3   | 3   | 3    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 200                 | 3  | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4           | 4 | 4   | 4   | 4   | 3   | 4    | 3    | 2    | 2    | 1    |
| 210                 | 3  | 4   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5           | 5 | 5   | 5   | 5   | 5   | 5    | 3    | 2    | 2    | 1    |
| 220                 | 4  | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 6           | 5 | 6   | 6   | 8   | 4   | 4    | 3    | 2    | 2    | 1    |
| 230                 | 4  | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 6           | 6 | 5   | 8   | 6   | 3   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 240                 | 3  | 4   | 4   | 5   | 5   | 6   | 5           | 7 | 7   | 5   | 5   | 3   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 250                 | 4  | 4   | 4   | 5   | 5   | 6   | 5           | 9 | 6   | 6   | 6   | 3   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 260                 | 4  | 4   | 5   | 5   | 6   | 6   | 6           | 5 | 6   | 6   | 6   | 3   | 1    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 270                 | 4  | 4   | 5   | 5   | 6   | 6   | 5           | 5 | 5   | 6   | 6   | 3   | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 280                 | 4  | 4   | 5   | 5   | 6   | 6   | 5           | 6 | 6   | 6   | 6   | 3   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    |
| 290                 | 4  | 4   | 5   | 5   | 5   | 6   | 6           | 9 | 6   | 6   | 6   | 3   | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    |
| 300                 | 4  | 4   | 4   | 5   | 5   | 5   | 6           | 7 | 7   | 5   | 5   | 3   | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 310                 | 4  | 4   | 4   | 5   | 5   | 5   | 6           | 5 | 8   | 6   | 6   | 3   | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 320                 | 4  | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 6           | 6 | 6   | 8   | 5   | 3   | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 330                 | 4  | 4   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5           | 5 | 5   | 5   | 5   | 5   | 3    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 340                 | 4  | 3   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4           | 4 | 4   | 4   | 3   | 4   | 3    | 2    | 2    | 2    | 1    |
| 350                 | 4  | 3   | 3   | 4   | 4   | 4   | 4           | 4 | 3   | 3   | 3   | 3   | 3    | 2    | 1    | 1    | 1    |

Maksimum= 8.55 i afstand 500 m og retning 250 grader.

CO Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

| Retning<br>(grader) | 50  | 100 | 150 | 200 | 250  | 300  | Afstand (m) |      |      |     |    |    |    |    |    |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------|------|------|-----|----|----|----|----|----|
|                     | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000        | 2500 | 3000 |     |    |    |    |    |    |
| 0                   | 350 | 192 | 217 | 598 | 272  | 359  | 148         | 109  | 90   | 77  | 53 | 34 | 24 | 18 | 15 |
| 10                  | 329 | 188 | 323 | 774 | 384  | 237  | 122         | 95   | 82   | 72  | 53 | 35 | 26 | 20 | 16 |
| 20                  | 349 | 162 | 417 | 694 | 283  | 166  | 112         | 100  | 84   | 71  | 53 | 36 | 27 | 22 | 18 |
| 30                  | 372 | 149 | 336 | 660 | 267  | 137  | 108         | 103  | 96   | 87  | 64 | 42 | 30 | 23 | 19 |
| 40                  | 359 | 135 | 261 | 340 | 204  | 111  | 89          | 88   | 83   | 77  | 60 | 40 | 29 | 22 | 17 |
| 50                  | 387 | 134 | 188 | 223 | 137  | 102  | 83          | 70   | 64   | 59  | 44 | 30 | 23 | 18 | 15 |
| 60                  | 383 | 162 | 140 | 126 | 105  | 92   | 89          | 80   | 71   | 63  | 48 | 35 | 27 | 21 | 18 |
| 70                  | 363 | 148 | 118 | 97  | 86   | 90   | 92          | 86   | 79   | 71  | 53 | 35 | 26 | 20 | 16 |
| 80                  | 391 | 175 | 125 | 92  | 91   | 93   | 93          | 89   | 83   | 76  | 58 | 39 | 29 | 23 | 19 |
| 90                  | 354 | 239 | 128 | 97  | 95   | 95   | 94          | 89   | 83   | 77  | 59 | 39 | 29 | 22 | 18 |
| 100                 | 322 | 288 | 180 | 114 | 99   | 96   | 92          | 87   | 80   | 73  | 55 | 38 | 28 | 22 | 18 |
| 110                 | 391 | 410 | 244 | 128 | 96   | 94   | 88          | 82   | 74   | 66  | 52 | 37 | 28 | 23 | 18 |
| 120                 | 455 | 648 | 329 | 187 | 110  | 102  | 91          | 85   | 79   | 73  | 54 | 39 | 29 | 23 | 19 |
| 130                 | 560 | 761 | 528 | 182 | 114  | 101  | 96          | 97   | 91   | 82  | 58 | 36 | 27 | 22 | 18 |
| 140                 | 771 | 864 | 433 | 196 | 129  | 109  | 104         | 110  | 98   | 84  | 56 | 36 | 27 | 21 | 17 |
| 150                 | 350 | 626 | 292 | 171 | 139  | 136  | 131         | 113  | 94   | 88  | 64 | 42 | 30 | 22 | 18 |
| 160                 | 643 | 412 | 195 | 160 | 185  | 375  | 195         | 133  | 124  | 110 | 74 | 45 | 31 | 24 | 19 |
| 170                 | 793 | 300 | 177 | 277 | 399  | 541  | 241         | 148  | 116  | 97  | 62 | 37 | 26 | 20 | 16 |
| 180                 | 598 | 217 | 165 | 324 | 257  | 598  | 201         | 169  | 138  | 113 | 70 | 40 | 28 | 22 | 17 |
| 190                 | 479 | 202 | 178 | 371 | 412  | 239  | 138         | 138  | 131  | 120 | 85 | 52 | 36 | 26 | 21 |
| 200                 | 389 | 179 | 191 | 218 | 177  | 130  | 95          | 89   | 86   | 80  | 64 | 44 | 32 | 25 | 20 |
| 210                 | 330 | 156 | 148 | 165 | 125  | 101  | 79          | 76   | 75   | 71  | 55 | 38 | 28 | 22 | 18 |
| 220                 | 355 | 156 | 130 | 122 | 101  | 89   | 76          | 73   | 66   | 60  | 50 | 36 | 27 | 21 | 17 |
| 230                 | 379 | 151 | 112 | 95  | 84   | 82   | 71          | 73   | 68   | 62  | 46 | 32 | 24 | 19 | 16 |
| 240                 | 364 | 152 | 99  | 88  | 81   | 81   | 72          | 70   | 68   | 65  | 49 | 32 | 24 | 18 | 14 |
| 250                 | 395 | 152 | 101 | 96  | 90   | 84   | 77          | 68   | 68   | 66  | 55 | 38 | 28 | 21 | 17 |
| 260                 | 355 | 156 | 106 | 96  | 92   | 87   | 80          | 72   | 65   | 62  | 51 | 37 | 28 | 22 | 18 |
| 270                 | 386 | 153 | 106 | 98  | 94   | 92   | 86          | 78   | 71   | 64  | 51 | 36 | 27 | 21 | 17 |
| 280                 | 378 | 156 | 109 | 101 | 98   | 96   | 91          | 84   | 78   | 71  | 54 | 36 | 27 | 22 | 18 |
| 290                 | 338 | 181 | 118 | 101 | 98   | 96   | 93          | 88   | 82   | 75  | 58 | 39 | 28 | 22 | 18 |
| 300                 | 417 | 191 | 123 | 95  | 94   | 95   | 94          | 89   | 82   | 75  | 56 | 37 | 27 | 21 | 17 |
| 310                 | 423 | 214 | 133 | 111 | 99   | 96   | 96          | 89   | 80   | 71  | 53 | 39 | 30 | 24 | 19 |
| 320                 | 389 | 235 | 170 | 136 | 118  | 108  | 97          | 87   | 79   | 71  | 58 | 40 | 30 | 23 | 19 |
| 330                 | 491 | 246 | 165 | 130 | 118  | 113  | 109         | 104  | 95   | 84  | 60 | 40 | 29 | 23 | 18 |
| 340                 | 461 | 220 | 150 | 167 | 190  | 160  | 143         | 125  | 104  | 92  | 66 | 43 | 31 | 23 | 19 |
| 350                 | 460 | 206 | 171 | 267 | 366  | 305  | 169         | 129  | 107  | 92  | 63 | 40 | 28 | 22 | 17 |

Maksimum= 863.97 i afstand 100 m og retning 140 grader.

CO Periode: 760101-761231

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

| Retning<br>(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                   | 440 | 225  | 270 | 634 | 297 | 456 | 189         | 136 | 116 | 100 | 67   | 44   | 32   | 25   | 20   |
| 10                  | 415 | 203  | 373 | 891 | 489 | 276 | 150         | 125 | 106 | 92  | 66   | 44   | 33   | 25   | 20   |
| 20                  | 401 | 189  | 491 | 908 | 376 | 196 | 130         | 120 | 109 | 98  | 71   | 45   | 33   | 25   | 21   |
| 30                  | 394 | 177  | 459 | 806 | 305 | 144 | 115         | 111 | 103 | 94  | 71   | 47   | 34   | 26   | 21   |
| 40                  | 426 | 163  | 302 | 430 | 218 | 127 | 97          | 97  | 95  | 86  | 66   | 45   | 33   | 26   | 21   |
| 50                  | 425 | 158  | 241 | 266 | 177 | 121 | 92          | 85  | 81  | 77  | 62   | 43   | 32   | 25   | 20   |
| 60                  | 432 | 169  | 188 | 173 | 130 | 109 | 85          | 78  | 75  | 73  | 62   | 45   | 33   | 26   | 21   |
| 70                  | 428 | 174  | 149 | 136 | 110 | 93  | 86          | 74  | 73  | 72  | 62   | 45   | 34   | 26   | 21   |
| 80                  | 427 | 209  | 139 | 113 | 97  | 86  | 84          | 76  | 72  | 70  | 62   | 45   | 34   | 27   | 22   |
| 90                  | 420 | 256  | 148 | 113 | 98  | 91  | 84          | 78  | 72  | 70  | 61   | 45   | 34   | 27   | 22   |
| 100                 | 427 | 345  | 193 | 136 | 107 | 94  | 83          | 76  | 73  | 71  | 62   | 46   | 34   | 27   | 22   |
| 110                 | 436 | 482  | 277 | 177 | 124 | 101 | 86          | 79  | 75  | 73  | 64   | 47   | 35   | 27   | 22   |
| 120                 | 527 | 724  | 388 | 220 | 134 | 103 | 87          | 84  | 77  | 75  | 64   | 46   | 34   | 26   | 21   |
| 130                 | 680 | 746  | 519 | 244 | 145 | 111 | 94          | 91  | 84  | 81  | 68   | 47   | 35   | 26   | 21   |
| 140                 | 829 | 1002 | 463 | 244 | 156 | 124 | 111         | 99  | 91  | 90  | 74   | 49   | 36   | 27   | 21   |
| 150                 | 422 | 696  | 393 | 212 | 157 | 156 | 166         | 112 | 113 | 107 | 80   | 50   | 35   | 27   | 21   |
| 160                 | 710 | 474  | 260 | 184 | 199 | 398 | 291         | 149 | 127 | 113 | 79   | 49   | 34   | 26   | 21   |
| 170                 | 817 | 362  | 211 | 302 | 493 | 601 | 288         | 191 | 155 | 131 | 87   | 52   | 36   | 27   | 21   |
| 180                 | 634 | 278  | 199 | 404 | 294 | 634 | 224         | 178 | 155 | 135 | 89   | 53   | 37   | 28   | 22   |
| 190                 | 505 | 237  | 198 | 425 | 486 | 279 | 145         | 138 | 130 | 116 | 84   | 52   | 36   | 27   | 22   |
| 200                 | 441 | 206  | 193 | 267 | 199 | 147 | 105         | 110 | 107 | 96  | 73   | 46   | 34   | 26   | 21   |
| 210                 | 400 | 182  | 164 | 182 | 142 | 111 | 96          | 94  | 96  | 89  | 69   | 45   | 33   | 26   | 21   |
| 220                 | 406 | 171  | 135 | 132 | 112 | 97  | 88          | 84  | 84  | 83  | 67   | 46   | 33   | 26   | 21   |
| 230                 | 422 | 167  | 117 | 106 | 94  | 89  | 84          | 79  | 77  | 76  | 63   | 45   | 33   | 26   | 21   |
| 240                 | 428 | 162  | 113 | 96  | 89  | 86  | 80          | 76  | 74  | 72  | 62   | 44   | 33   | 26   | 21   |
| 250                 | 413 | 164  | 108 | 92  | 84  | 84  | 76          | 73  | 71  | 69  | 60   | 44   | 33   | 26   | 21   |
| 260                 | 415 | 163  | 112 | 92  | 85  | 83  | 77          | 72  | 70  | 68  | 59   | 44   | 33   | 26   | 21   |
| 270                 | 414 | 168  | 115 | 95  | 88  | 85  | 75          | 71  | 70  | 67  | 58   | 42   | 31   | 24   | 20   |
| 280                 | 419 | 173  | 120 | 102 | 94  | 89  | 82          | 75  | 69  | 65  | 55   | 40   | 30   | 23   | 19   |
| 290                 | 409 | 194  | 129 | 105 | 98  | 94  | 87          | 80  | 74  | 71  | 57   | 41   | 31   | 24   | 20   |
| 300                 | 448 | 221  | 139 | 112 | 99  | 96  | 93          | 86  | 81  | 75  | 62   | 43   | 32   | 25   | 20   |
| 310                 | 498 | 241  | 147 | 114 | 103 | 97  | 96          | 87  | 82  | 79  | 64   | 44   | 32   | 24   | 19   |
| 320                 | 512 | 254  | 156 | 127 | 112 | 104 | 103         | 95  | 90  | 85  | 65   | 43   | 31   | 24   | 19   |
| 330                 | 540 | 259  | 167 | 140 | 127 | 121 | 118         | 107 | 102 | 91  | 68   | 44   | 32   | 25   | 20   |
| 340                 | 521 | 238  | 163 | 181 | 197 | 176 | 136         | 124 | 110 | 96  | 71   | 45   | 32   | 25   | 20   |
| 350                 | 489 | 233  | 199 | 300 | 475 | 369 | 172         | 133 | 116 | 102 | 71   | 46   | 33   | 25   | 20   |

Maksimum= 1002.07 i afstand 100 m og retning 140 grader.

CO Periode: 760101-761231

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

| Retning<br>(grader) | 50  | 100 | 150 | 200 | 250  | 300  | Afstand (m) |      |      |    |    |   |   |   |   |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------|------|------|----|----|---|---|---|---|
|                     | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000        | 2500 | 3000 |    |    |   |   |   |   |
| 0                   | 87  | 62  | 78  | 132 | 68   | 92   | 32          | 19   | 13   | 11 | 7  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 10                  | 81  | 64  | 103 | 133 | 116  | 79   | 32          | 22   | 16   | 13 | 8  | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 20                  | 78  | 60  | 73  | 125 | 93   | 65   | 33          | 21   | 15   | 13 | 8  | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 30                  | 79  | 61  | 86  | 157 | 85   | 54   | 30          | 21   | 15   | 12 | 8  | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 40                  | 86  | 62  | 53  | 69  | 67   | 47   | 29          | 20   | 16   | 12 | 8  | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 50                  | 95  | 60  | 47  | 42  | 46   | 39   | 28          | 20   | 16   | 13 | 9  | 6 | 4 | 3 | 3 |
| 60                  | 95  | 61  | 46  | 37  | 34   | 32   | 25          | 21   | 17   | 14 | 10 | 6 | 5 | 3 | 3 |
| 70                  | 100 | 65  | 46  | 36  | 31   | 29   | 24          | 20   | 17   | 15 | 11 | 7 | 5 | 4 | 3 |
| 80                  | 99  | 68  | 49  | 39  | 32   | 28   | 23          | 19   | 17   | 15 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |
| 90                  | 109 | 70  | 54  | 44  | 35   | 29   | 23          | 19   | 17   | 15 | 11 | 7 | 5 | 4 | 3 |
| 100                 | 108 | 83  | 66  | 49  | 39   | 30   | 23          | 20   | 17   | 15 | 10 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| 110                 | 116 | 91  | 82  | 54  | 37   | 30   | 23          | 20   | 16   | 14 | 9  | 6 | 5 | 3 | 3 |
| 120                 | 111 | 104 | 102 | 52  | 35   | 29   | 23          | 19   | 16   | 13 | 9  | 6 | 4 | 3 | 2 |
| 130                 | 110 | 103 | 74  | 38  | 34   | 32   | 28          | 22   | 16   | 13 | 9  | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 140                 | 114 | 101 | 57  | 42  | 39   | 41   | 35          | 22   | 15   | 12 | 7  | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 150                 | 86  | 115 | 80  | 50  | 50   | 57   | 44          | 20   | 15   | 12 | 8  | 5 | 3 | 2 | 2 |
| 160                 | 113 | 115 | 72  | 63  | 66   | 81   | 39          | 23   | 17   | 13 | 8  | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 170                 | 133 | 110 | 67  | 72  | 107  | 128  | 73          | 31   | 18   | 14 | 7  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 180                 | 136 | 90  | 68  | 83  | 62   | 139  | 65          | 30   | 21   | 16 | 9  | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 190                 | 126 | 85  | 61  | 72  | 97   | 88   | 50          | 27   | 19   | 15 | 10 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| 200                 | 112 | 84  | 58  | 53  | 55   | 58   | 41          | 25   | 18   | 13 | 8  | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 210                 | 96  | 76  | 56  | 45  | 40   | 37   | 32          | 24   | 19   | 15 | 9  | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 220                 | 91  | 71  | 52  | 43  | 35   | 30   | 27          | 22   | 18   | 16 | 10 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| 230                 | 93  | 72  | 50  | 40  | 33   | 29   | 23          | 20   | 17   | 14 | 10 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| 240                 | 107 | 63  | 46  | 37  | 32   | 28   | 23          | 18   | 16   | 15 | 10 | 6 | 4 | 3 | 3 |
| 250                 | 110 | 61  | 41  | 34  | 28   | 25   | 21          | 18   | 16   | 14 | 10 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| 260                 | 104 | 58  | 39  | 30  | 27   | 24   | 19          | 16   | 14   | 13 | 8  | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 270                 | 95  | 52  | 38  | 31  | 26   | 23   | 18          | 15   | 12   | 11 | 8  | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 280                 | 91  | 48  | 35  | 30  | 27   | 23   | 18          | 15   | 12   | 11 | 7  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 290                 | 85  | 48  | 37  | 32  | 29   | 25   | 17          | 14   | 11   | 10 | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 300                 | 83  | 50  | 40  | 37  | 31   | 25   | 17          | 13   | 11   | 10 | 7  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 310                 | 86  | 51  | 45  | 41  | 33   | 25   | 18          | 13   | 10   | 10 | 7  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 320                 | 85  | 53  | 48  | 47  | 39   | 27   | 19          | 15   | 13   | 10 | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 330                 | 82  | 53  | 55  | 57  | 46   | 32   | 24          | 17   | 12   | 10 | 7  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 340                 | 86  | 59  | 63  | 71  | 65   | 47   | 26          | 17   | 13   | 10 | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 350                 | 87  | 62  | 72  | 81  | 117  | 68   | 29          | 17   | 13   | 10 | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 |

Maksimum= 156.71 i afstand 200 m og retning 30 grader.



NO2 Periode: 760101-761231

Maksimale 8-timers glidende middel (µg/m3)

| Retning<br>(grader) | 50  | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | Afstand (m) |    | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 0                   | 96  | 54  | 59  | 175 | 79  | 99  | 41          | 36 | 29  | 30  | 29  | 21  | 16   | 15   | 14   | 14   | 14   |
| 10                  | 90  | 52  | 88  | 231 | 133 | 82  | 35          | 28 | 29  | 26  | 27  | 21  | 16   | 13   | 12   | 12   | 12   |
| 20                  | 95  | 45  | 114 | 189 | 77  | 49  | 36          | 30 | 27  | 25  | 22  | 21  | 20   | 17   | 15   | 15   | 15   |
| 30                  | 102 | 41  | 92  | 199 | 91  | 46  | 40          | 32 | 30  | 27  | 23  | 19  | 17   | 15   | 14   | 14   | 14   |
| 40                  | 98  | 40  | 72  | 100 | 75  | 49  | 38          | 33 | 30  | 28  | 24  | 18  | 14   | 12   | 11   | 11   | 11   |
| 50                  | 107 | 48  | 52  | 62  | 52  | 46  | 35          | 32 | 30  | 28  | 24  | 20  | 17   | 15   | 13   | 13   | 13   |
| 60                  | 134 | 71  | 48  | 39  | 41  | 38  | 38          | 33 | 30  | 28  | 22  | 19  | 17   | 15   | 14   | 14   | 14   |
| 70                  | 110 | 52  | 43  | 38  | 35  | 37  | 38          | 36 | 34  | 31  | 26  | 21  | 17   | 15   | 13   | 13   | 13   |
| 80                  | 118 | 62  | 44  | 39  | 37  | 38  | 39          | 37 | 35  | 34  | 28  | 23  | 19   | 17   | 16   | 16   | 16   |
| 90                  | 128 | 66  | 44  | 44  | 40  | 39  | 39          | 38 | 36  | 34  | 29  | 23  | 20   | 17   | 15   | 15   | 15   |
| 100                 | 98  | 79  | 55  | 54  | 44  | 42  | 39          | 37 | 35  | 33  | 28  | 23  | 19   | 17   | 15   | 15   | 15   |
| 110                 | 115 | 112 | 94  | 55  | 42  | 39  | 37          | 35 | 33  | 30  | 25  | 20  | 17   | 15   | 13   | 13   | 13   |
| 120                 | 134 | 177 | 105 | 65  | 48  | 38  | 35          | 33 | 31  | 29  | 26  | 21  | 18   | 15   | 14   | 14   | 14   |
| 130                 | 165 | 208 | 168 | 70  | 41  | 35  | 35          | 36 | 35  | 34  | 29  | 23  | 19   | 17   | 15   | 15   | 15   |
| 140                 | 227 | 236 | 118 | 55  | 36  | 35  | 38          | 41 | 38  | 36  | 29  | 23  | 20   | 17   | 15   | 15   | 15   |
| 150                 | 95  | 171 | 81  | 47  | 44  | 40  | 56          | 42 | 38  | 34  | 27  | 22  | 19   | 16   | 14   | 14   | 14   |
| 160                 | 185 | 112 | 56  | 45  | 71  | 102 | 73          | 39 | 35  | 31  | 24  | 19  | 16   | 15   | 14   | 14   | 14   |
| 170                 | 233 | 88  | 50  | 76  | 130 | 159 | 66          | 41 | 32  | 27  | 22  | 18  | 16   | 15   | 13   | 13   | 13   |
| 180                 | 175 | 59  | 47  | 89  | 75  | 175 | 57          | 47 | 39  | 32  | 21  | 20  | 19   | 18   | 16   | 16   | 16   |
| 190                 | 140 | 59  | 50  | 103 | 112 | 65  | 38          | 40 | 37  | 35  | 28  | 29  | 20   | 17   | 16   | 16   | 16   |
| 200                 | 114 | 53  | 53  | 60  | 49  | 45  | 40          | 34 | 45  | 40  | 44  | 25  | 22   | 20   | 18   | 18   | 18   |
| 210                 | 95  | 46  | 49  | 58  | 50  | 54  | 49          | 38 | 44  | 56  | 41  | 27  | 23   | 21   | 19   | 19   | 19   |
| 220                 | 97  | 45  | 50  | 54  | 65  | 49  | 54          | 46 | 55  | 73  | 47  | 23  | 18   | 16   | 14   | 14   | 14   |
| 230                 | 103 | 43  | 43  | 56  | 63  | 75  | 62          | 60 | 82  | 81  | 40  | 26  | 18   | 14   | 13   | 13   | 13   |
| 240                 | 99  | 44  | 50  | 56  | 61  | 62  | 57          | 74 | 80  | 67  | 38  | 24  | 19   | 15   | 13   | 13   | 13   |
| 250                 | 108 | 46  | 52  | 54  | 57  | 67  | 51          | 71 | 63  | 81  | 42  | 24  | 20   | 16   | 14   | 14   | 14   |
| 260                 | 97  | 46  | 51  | 58  | 64  | 58  | 70          | 66 | 52  | 74  | 42  | 23  | 18   | 16   | 14   | 14   | 14   |
| 270                 | 105 | 49  | 56  | 63  | 69  | 68  | 55          | 58 | 50  | 75  | 42  | 25  | 24   | 22   | 19   | 19   | 19   |
| 280                 | 103 | 43  | 49  | 57  | 76  | 62  | 56          | 68 | 60  | 73  | 41  | 25  | 21   | 18   | 16   | 16   | 16   |
| 290                 | 92  | 50  | 51  | 69  | 73  | 68  | 54          | 81 | 63  | 57  | 42  | 27  | 24   | 22   | 19   | 19   | 19   |
| 300                 | 114 | 53  | 63  | 62  | 61  | 59  | 73          | 77 | 89  | 61  | 44  | 29  | 22   | 19   | 18   | 18   | 18   |
| 310                 | 116 | 59  | 51  | 50  | 57  | 64  | 64          | 59 | 97  | 90  | 43  | 29  | 21   | 19   | 17   | 17   | 17   |
| 320                 | 108 | 65  | 51  | 44  | 54  | 58  | 70          | 83 | 67  | 93  | 53  | 37  | 31   | 26   | 21   | 21   | 21   |
| 330                 | 136 | 68  | 48  | 45  | 49  | 53  | 68          | 71 | 63  | 66  | 42  | 31  | 32   | 28   | 23   | 23   | 23   |
| 340                 | 128 | 61  | 45  | 48  | 52  | 47  | 55          | 43 | 44  | 43  | 39  | 26  | 23   | 21   | 19   | 19   | 19   |
| 350                 | 127 | 57  | 50  | 77  | 100 | 84  | 47          | 43 | 34  | 34  | 38  | 23  | 19   | 18   | 16   | 16   | 16   |

Maksimum= 235.63 i afstand 100 m og retning 140 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

Den 19. største timemiddel koncentration (µg/m3)

| Retning<br>(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                   | 121 | 62  | 78  | 186 | 87  | 125 | 53          | 43  | 38  | 34  | 33   | 28   | 23   | 19   | 17   |
| 10                  | 113 | 57  | 102 | 264 | 163 | 92  | 43          | 38  | 35  | 31  | 30   | 24   | 21   | 18   | 16   |
| 20                  | 109 | 53  | 134 | 248 | 103 | 59  | 43          | 35  | 33  | 30  | 28   | 24   | 21   | 19   | 17   |
| 30                  | 108 | 49  | 125 | 242 | 105 | 57  | 45          | 37  | 33  | 31  | 28   | 22   | 21   | 19   | 17   |
| 40                  | 116 | 46  | 83  | 119 | 80  | 60  | 44          | 39  | 35  | 33  | 28   | 23   | 20   | 18   | 16   |
| 50                  | 118 | 57  | 67  | 74  | 76  | 55  | 42          | 36  | 34  | 32  | 28   | 24   | 21   | 18   | 16   |
| 60                  | 151 | 77  | 56  | 48  | 49  | 51  | 41          | 36  | 32  | 31  | 26   | 23   | 21   | 19   | 17   |
| 70                  | 130 | 65  | 49  | 43  | 39  | 39  | 38          | 35  | 32  | 31  | 28   | 24   | 21   | 19   | 18   |
| 80                  | 126 | 68  | 51  | 46  | 43  | 39  | 35          | 33  | 32  | 31  | 28   | 24   | 21   | 19   | 18   |
| 90                  | 156 | 81  | 58  | 52  | 46  | 41  | 37          | 34  | 32  | 31  | 28   | 24   | 21   | 19   | 17   |
| 100                 | 121 | 94  | 62  | 62  | 50  | 45  | 40          | 36  | 33  | 31  | 28   | 24   | 21   | 19   | 18   |
| 110                 | 131 | 132 | 106 | 72  | 60  | 47  | 38          | 34  | 32  | 31  | 27   | 23   | 21   | 19   | 18   |
| 120                 | 155 | 198 | 130 | 79  | 56  | 44  | 38          | 34  | 33  | 31  | 26   | 23   | 21   | 19   | 17   |
| 130                 | 200 | 204 | 169 | 91  | 57  | 44  | 40          | 40  | 34  | 32  | 27   | 23   | 20   | 18   | 17   |
| 140                 | 244 | 273 | 126 | 69  | 44  | 44  | 50          | 41  | 38  | 35  | 28   | 22   | 20   | 18   | 17   |
| 150                 | 116 | 190 | 107 | 58  | 48  | 55  | 69          | 51  | 40  | 34  | 28   | 22   | 20   | 19   | 17   |
| 160                 | 204 | 133 | 71  | 51  | 77  | 108 | 104         | 49  | 38  | 35  | 28   | 24   | 20   | 18   | 17   |
| 170                 | 240 | 106 | 60  | 82  | 165 | 175 | 79          | 53  | 43  | 37  | 31   | 24   | 20   | 18   | 16   |
| 180                 | 186 | 81  | 56  | 111 | 87  | 186 | 63          | 50  | 44  | 38  | 33   | 26   | 24   | 21   | 18   |
| 190                 | 148 | 69  | 55  | 118 | 133 | 76  | 49          | 44  | 40  | 40  | 41   | 31   | 24   | 20   | 18   |
| 200                 | 127 | 59  | 57  | 74  | 59  | 63  | 59          | 46  | 47  | 50  | 51   | 30   | 25   | 21   | 19   |
| 210                 | 114 | 56  | 58  | 62  | 67  | 69  | 71          | 55  | 56  | 72  | 63   | 34   | 25   | 21   | 18   |
| 220                 | 111 | 58  | 61  | 67  | 72  | 77  | 83          | 65  | 71  | 118 | 62   | 32   | 23   | 18   | 17   |
| 230                 | 115 | 58  | 64  | 71  | 76  | 81  | 85          | 77  | 115 | 93  | 48   | 28   | 22   | 18   | 17   |
| 240                 | 117 | 59  | 65  | 73  | 80  | 89  | 73          | 89  | 98  | 74  | 53   | 28   | 23   | 18   | 17   |
| 250                 | 113 | 62  | 67  | 73  | 82  | 88  | 77          | 123 | 78  | 86  | 52   | 26   | 24   | 20   | 17   |
| 260                 | 113 | 61  | 71  | 74  | 87  | 87  | 84          | 80  | 80  | 89  | 47   | 25   | 22   | 18   | 17   |
| 270                 | 113 | 63  | 72  | 80  | 89  | 89  | 77          | 83  | 80  | 85  | 47   | 25   | 21   | 18   | 17   |
| 280                 | 114 | 61  | 69  | 77  | 84  | 88  | 71          | 83  | 82  | 91  | 46   | 25   | 22   | 18   | 17   |
| 290                 | 111 | 62  | 70  | 76  | 84  | 87  | 81          | 114 | 79  | 84  | 49   | 28   | 25   | 21   | 18   |
| 300                 | 122 | 64  | 65  | 72  | 80  | 86  | 85          | 97  | 96  | 83  | 52   | 30   | 26   | 22   | 19   |
| 310                 | 137 | 67  | 66  | 72  | 75  | 80  | 83          | 74  | 118 | 93  | 49   | 34   | 27   | 23   | 20   |
| 320                 | 142 | 71  | 62  | 66  | 72  | 79  | 86          | 91  | 82  | 128 | 61   | 36   | 27   | 23   | 19   |
| 330                 | 149 | 72  | 58  | 62  | 65  | 69  | 78          | 78  | 70  | 72  | 63   | 37   | 29   | 24   | 21   |
| 340                 | 144 | 66  | 55  | 56  | 59  | 63  | 67          | 64  | 56  | 50  | 54   | 31   | 26   | 24   | 21   |
| 350                 | 135 | 65  | 59  | 86  | 129 | 102 | 56          | 50  | 44  | 41  | 42   | 30   | 24   | 19   | 17   |

Maksimum= 273.29 i afstand 100 m og retning 140 grader.

NO2 Periode: 760101-761231

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

| Retning<br>(grader) | 50  | 100 | 150 | 200 | 250  | 300  | Afstand (m) |      |      |    |    |   |   |   |   |   |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------|------|------|----|----|---|---|---|---|---|
|                     | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000        | 2500 | 3000 |    |    |   |   |   |   |   |
| 0                   | 27  | 20  | 23  | 37  | 22   | 28   | 16          | 12   | 11   | 9  | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 10                  | 25  | 20  | 29  | 44  | 39   | 30   | 17          | 12   | 10   | 9  | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 20                  | 25  | 19  | 22  | 41  | 35   | 27   | 17          | 13   | 10   | 9  | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 30                  | 25  | 20  | 25  | 54  | 33   | 24   | 16          | 13   | 11   | 9  | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 40                  | 29  | 21  | 19  | 27  | 28   | 22   | 15          | 13   | 11   | 9  | 6  | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 50                  | 32  | 22  | 19  | 19  | 21   | 19   | 15          | 12   | 10   | 9  | 6  | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 60                  | 34  | 23  | 18  | 18  | 18   | 17   | 14          | 12   | 10   | 9  | 7  | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 70                  | 35  | 25  | 19  | 18  | 17   | 16   | 14          | 12   | 10   | 9  | 7  | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 80                  | 36  | 26  | 21  | 19  | 17   | 16   | 14          | 12   | 11   | 10 | 7  | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 90                  | 39  | 29  | 24  | 21  | 18   | 16   | 14          | 12   | 11   | 10 | 7  | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 100                 | 36  | 31  | 28  | 22  | 18   | 16   | 14          | 12   | 10   | 9  | 7  | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 110                 | 36  | 33  | 33  | 23  | 19   | 16   | 13          | 11   | 9    | 8  | 6  | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 120                 | 36  | 37  | 37  | 22  | 18   | 15   | 13          | 11   | 9    | 8  | 5  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 130                 | 33  | 37  | 28  | 18  | 16   | 15   | 14          | 11   | 9    | 7  | 5  | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 140                 | 34  | 31  | 21  | 16  | 16   | 17   | 15          | 11   | 8    | 7  | 4  | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 150                 | 27  | 33  | 26  | 17  | 18   | 21   | 18          | 10   | 8    | 6  | 4  | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 160                 | 32  | 33  | 22  | 19  | 24   | 29   | 16          | 10   | 7    | 6  | 4  | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 170                 | 38  | 31  | 21  | 21  | 38   | 43   | 24          | 11   | 8    | 7  | 5  | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 180                 | 40  | 26  | 21  | 24  | 18   | 41   | 19          | 12   | 9    | 7  | 5  | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 190                 | 35  | 25  | 19  | 20  | 27   | 25   | 15          | 10   | 8    | 8  | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 200                 | 32  | 25  | 18  | 18  | 18   | 17   | 14          | 10   | 8    | 7  | 7  | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 210                 | 27  | 22  | 18  | 16  | 15   | 14   | 13          | 10   | 9    | 8  | 8  | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 220                 | 26  | 21  | 17  | 15  | 15   | 14   | 13          | 10   | 10   | 13 | 9  | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 230                 | 26  | 21  | 17  | 15  | 14   | 14   | 14          | 11   | 15   | 18 | 9  | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 240                 | 30  | 19  | 17  | 15  | 14   | 13   | 12          | 11   | 15   | 17 | 12 | 7 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 250                 | 31  | 19  | 16  | 15  | 16   | 15   | 12          | 15   | 14   | 15 | 15 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 260                 | 29  | 18  | 16  | 15  | 17   | 17   | 10          | 14   | 15   | 18 | 15 | 8 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 270                 | 27  | 18  | 16  | 16  | 16   | 15   | 10          | 12   | 15   | 15 | 14 | 7 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 280                 | 25  | 18  | 16  | 15  | 16   | 14   | 11          | 14   | 14   | 19 | 13 | 6 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 290                 | 24  | 18  | 16  | 15  | 15   | 14   | 12          | 13   | 15   | 17 | 12 | 6 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 300                 | 24  | 18  | 17  | 16  | 15   | 16   | 14          | 11   | 11   | 15 | 11 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 310                 | 25  | 18  | 17  | 16  | 16   | 18   | 16          | 14   | 16   | 14 | 9  | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 320                 | 25  | 18  | 17  | 17  | 16   | 17   | 17          | 16   | 13   | 13 | 8  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 330                 | 25  | 19  | 19  | 18  | 17   | 17   | 16          | 15   | 11   | 10 | 7  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 340                 | 25  | 19  | 20  | 21  | 20   | 18   | 15          | 14   | 12   | 9  | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 350                 | 25  | 19  | 21  | 23  | 34   | 22   | 16          | 13   | 11   | 9  | 6  | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |

Maksimum= 53.68 i afstand 200 m og retning 30 grader.

Partik Periode: 760101-761231

Maksimalt 8-timers glidende middel (µg/m3)

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

Maksimum= 5.89 i afstand 100 m og retning 140 grader.



Partik Periode: 760101-761231

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

| Retning<br>(grader) | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | Afstand (m) |   | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
|---------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 0                   | 3  | 3   | 3   | 4   | 3   | 3   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 10                  | 3  | 3   | 3   | 6   | 5   | 3   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 20                  | 3  | 3   | 3   | 6   | 3   | 3   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 30                  | 3  | 3   | 3   | 7   | 3   | 3   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 40                  | 3  | 2   | 2   | 3   | 3   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 50                  | 3  | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 60                  | 5  | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 70                  | 4  | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 80                  | 4  | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 90                  | 5  | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 100                 | 4  | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 110                 | 4  | 3   | 4   | 3   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 120                 | 4  | 5   | 4   | 3   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 130                 | 5  | 5   | 5   | 3   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 140                 | 6  | 7   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 150                 | 3  | 5   | 3   | 2   | 2   | 3   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 160                 | 5  | 3   | 3   | 2   | 3   | 3   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 170                 | 6  | 3   | 3   | 3   | 5   | 4   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 180                 | 4  | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   | 2           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 190                 | 4  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3           | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 200                 | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   | 4           | 3 | 3   | 3   | 3   | 3   | 3    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 210                 | 3  | 3   | 3   | 4   | 4   | 4   | 4           | 3 | 3   | 3   | 4   | 4   | 4    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 220                 | 3  | 3   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5           | 4 | 4   | 4   | 7   | 4   | 4    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 230                 | 3  | 3   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5           | 5 | 5   | 7   | 6   | 6   | 3    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 240                 | 3  | 3   | 4   | 4   | 5   | 5   | 4           | 5 | 6   | 4   | 4   | 3   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 250                 | 3  | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 5           | 7 | 5   | 5   | 5   | 3   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 260                 | 3  | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 5           | 5 | 5   | 5   | 5   | 3   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 270                 | 3  | 4   | 4   | 5   | 5   | 5   | 5           | 5 | 5   | 5   | 5   | 3   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 280                 | 3  | 4   | 4   | 5   | 5   | 5   | 4           | 5 | 5   | 5   | 5   | 3   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 290                 | 3  | 4   | 4   | 5   | 5   | 5   | 5           | 7 | 5   | 5   | 5   | 3   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 300                 | 3  | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 5           | 6 | 6   | 5   | 5   | 3   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 310                 | 3  | 4   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5           | 4 | 7   | 6   | 6   | 3   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 320                 | 4  | 3   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5           | 5 | 5   | 8   | 4   | 4   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 330                 | 4  | 3   | 3   | 4   | 4   | 4   | 5           | 5 | 4   | 4   | 4   | 4   | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| 340                 | 4  | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   | 4           | 4 | 3   | 3   | 3   | 3   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 350                 | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3           | 3 | 3   | 3   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |

Maksimum= 7.57 i afstand 700 m og retning 320 grader.

Partik Periode: 760101-761231

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

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

Maksimum= 1.66 i afstand 200 m og retning 30 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder .....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\Immissionsberegning.kld  
Meteorologi.....: C:\OML\_Data\Kas76LST.met  
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\Immissionsberegning.rct  
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\Immissionsberegning.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater .....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\Immissionsberegning.log

Beregning:

Start kl. 09:13:30 (04-04-2019)  
Slut kl. 09:13:40 (04-04-2019)

## **NO-depositionsberegniger**

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.  | 300.  |
| 400.  | 500.  | 750.  | 1000. | 1250. |
| 1500. | 2000. | 2500. | 3000. | 3500. |

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.



Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kilde nummer  
 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<br>Q1 | Stof 2<br>Q2 | Stof 3<br>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.   | -75.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600   | 0.0000       | 0.0000       |
| 3  | Gravemas | 0.    | 250.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600   | 0.0000       | 0.0000       |
| 4  | Gravemas | 75.   | 175.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600   | 0.0000       | 0.0000       |
| 5  | Gravemas | 0.    | -250. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600   | 0.0000       | 0.0000       |
| 6  | Gravemas | 75.   | -325. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600   | 0.0000       | 0.0000       |
| 7  | Gummiged | 25.   | -50.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0500   | 0.0000       | 0.0000       |
| 8  | Gummiged | 25.   | 200.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0500   | 0.0000       | 0.0000       |
| 9  | Gummiged | 25.   | -300. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0500   | 0.0000       | 0.0000       |
| 10 | Skib     | -480. | 0.    | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 0.0 | 1.3500   | 0.0000       | 0.0000       |
| 11 | Skib     | -480. | -250. | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 0.0 | 1.3500   | 0.0000       | 0.0000       |
| 12 | Skib     | -480. | 250.  | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 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<br>m/s | Buoyancy flux (termisk løft)<br>(omtrentlig) m4/s3 |
|-----------|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 2         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 3         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 4         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 5         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 6         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 7         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 8         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 9         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 10        | 17.5                            | 3.1                                                |
| 11        | 17.5                            | 3.1                                                |
| 12        | 17.5                            | 3.1                                                |

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.

Udskrevet: 2019/04/04 kl. 09:22  
Dato: 2019/04/04

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

Side 3

Side til advarsler.

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Middelværdier (µg/m3)

| Retning<br>(grader) | Afstand (m) |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 50          | 100  | 150  | 200  | 300  | 400 | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| 0                   | 12.6        | 11.1 | 12.2 | 16.1 | 11.3 | 7.0 | 5.4 | 3.3 | 2.3  | 1.8  | 1.4  | 1.0  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 10                  | 13.2        | 11.2 | 12.4 | 21.3 | 12.9 | 7.1 | 5.4 | 3.3 | 2.3  | 1.8  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  |
| 20                  | 13.8        | 11.3 | 11.8 | 18.1 | 11.9 | 7.1 | 5.3 | 3.3 | 2.4  | 1.8  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 30                  | 14.3        | 11.4 | 10.9 | 20.8 | 10.8 | 7.0 | 5.3 | 3.3 | 2.4  | 1.8  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 40                  | 15.0        | 11.5 | 10.3 | 12.7 | 9.8  | 6.8 | 5.2 | 3.3 | 2.4  | 1.9  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 50                  | 16.4        | 11.9 | 10.2 | 10.0 | 8.6  | 6.4 | 5.1 | 3.4 | 2.5  | 1.9  | 1.6  | 1.2  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 60                  | 17.7        | 12.4 | 10.2 | 9.1  | 7.7  | 6.1 | 5.0 | 3.4 | 2.5  | 2.0  | 1.7  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 70                  | 18.4        | 13.0 | 10.4 | 8.9  | 7.1  | 5.8 | 4.8 | 3.4 | 2.6  | 2.1  | 1.7  | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 80                  | 18.8        | 13.7 | 10.8 | 9.0  | 6.8  | 5.6 | 4.7 | 3.3 | 2.6  | 2.1  | 1.8  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 90                  | 18.9        | 14.8 | 11.5 | 9.3  | 6.7  | 5.4 | 4.5 | 3.2 | 2.5  | 2.0  | 1.7  | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 100                 | 19.2        | 16.2 | 12.8 | 9.7  | 6.7  | 5.3 | 4.4 | 3.1 | 2.3  | 1.9  | 1.6  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 110                 | 19.1        | 17.7 | 14.3 | 9.9  | 6.7  | 5.2 | 4.3 | 2.9 | 2.1  | 1.7  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.7  |
| 120                 | 19.1        | 19.3 | 15.0 | 9.7  | 6.6  | 5.2 | 4.1 | 2.6 | 1.9  | 1.5  | 1.3  | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 130                 | 19.6        | 17.7 | 12.5 | 8.9  | 6.9  | 5.3 | 4.0 | 2.4 | 1.7  | 1.3  | 1.1  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 140                 | 19.6        | 15.5 | 10.0 | 8.9  | 7.8  | 5.7 | 3.9 | 2.2 | 1.5  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 150                 | 15.3        | 13.8 | 9.9  | 9.6  | 10.1 | 6.4 | 3.7 | 2.0 | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 160                 | 17.5        | 12.5 | 10.1 | 10.8 | 14.6 | 6.0 | 3.4 | 1.9 | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 170                 | 17.2        | 11.9 | 10.2 | 11.9 | 20.0 | 5.5 | 3.4 | 1.9 | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 180                 | 16.0        | 11.6 | 10.0 | 11.1 | 13.5 | 5.7 | 3.5 | 1.9 | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 190                 | 15.2        | 11.3 | 9.9  | 10.1 | 10.0 | 5.7 | 3.6 | 2.0 | 1.4  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 200                 | 14.6        | 11.2 | 9.7  | 9.6  | 8.4  | 5.6 | 3.7 | 2.1 | 1.6  | 1.3  | 1.1  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.6  |
| 210                 | 14.3        | 11.1 | 9.7  | 9.3  | 7.7  | 5.8 | 3.9 | 2.2 | 1.7  | 1.4  | 1.2  | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 220                 | 14.2        | 11.0 | 9.7  | 9.1  | 7.8  | 6.3 | 4.0 | 2.5 | 1.9  | 1.6  | 1.3  | 1.0  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 230                 | 14.3        | 11.0 | 9.8  | 9.2  | 8.1  | 6.5 | 4.0 | 2.9 | 2.3  | 1.8  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.7  |
| 240                 | 14.3        | 11.0 | 9.9  | 9.4  | 8.5  | 6.6 | 3.3 | 3.6 | 2.7  | 2.0  | 1.6  | 1.2  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 250                 | 14.3        | 11.1 | 10.0 | 9.6  | 8.5  | 5.9 | 3.9 | 4.3 | 3.1  | 2.3  | 1.8  | 1.3  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 260                 | 14.0        | 11.2 | 10.0 | 9.6  | 8.5  | 5.8 | 4.5 | 5.5 | 3.4  | 2.4  | 1.9  | 1.3  | 1.0  | 0.9  | 0.7  |
| 270                 | 13.8        | 11.2 | 10.1 | 9.5  | 8.5  | 5.6 | 3.9 | 5.1 | 3.8  | 2.6  | 2.0  | 1.3  | 1.0  | 0.9  | 0.7  |
| 280                 | 14.0        | 11.3 | 10.2 | 9.6  | 9.0  | 6.4 | 4.5 | 5.7 | 3.8  | 2.7  | 2.1  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 290                 | 14.4        | 11.5 | 10.4 | 9.8  | 9.4  | 6.8 | 5.0 | 4.9 | 3.6  | 2.7  | 2.1  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 300                 | 14.2        | 11.3 | 10.3 | 9.9  | 9.6  | 7.8 | 4.7 | 4.9 | 3.4  | 2.4  | 1.9  | 1.3  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 310                 | 13.3        | 11.0 | 10.3 | 10.0 | 9.8  | 8.4 | 6.6 | 3.8 | 2.7  | 2.0  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  |
| 320                 | 12.6        | 10.8 | 10.3 | 10.2 | 9.5  | 8.6 | 7.2 | 3.6 | 2.4  | 1.8  | 1.4  | 1.0  | 0.8  | 0.6  | 0.6  |
| 330                 | 12.3        | 10.7 | 10.6 | 10.6 | 9.6  | 8.3 | 6.7 | 3.7 | 2.3  | 1.7  | 1.3  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 340                 | 12.3        | 10.8 | 11.0 | 11.4 | 10.3 | 7.6 | 6.1 | 3.5 | 2.3  | 1.6  | 1.3  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 350                 | 12.4        | 11.0 | 11.6 | 13.0 | 10.7 | 7.1 | 5.7 | 3.4 | 2.3  | 1.7  | 1.4  | 1.0  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |

Maksimum= 21.34 i afstand 200 m og retning 10 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder .....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO-Dep.kld  
Meteorologi.....: C:\OML\_Data\Aal7483LST.met  
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO-Dep.rct  
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO-Dep.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater .....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO-Dep.log

Beregning:

Start kl. 09:20:34 (04-04-2019)  
Slut kl. 09:22:15 (04-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 143804.160 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<br>(grader) | Afstand (m) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 50          | 100   | 150   | 200   | 300   | 400   | 500   | 750   | 1000  | 1250  | 1500  | 2000  | 2500  | 3000  | 3500  |
| 0                   | 3.974       | 3.500 | 3.847 | 5.077 | 3.564 | 2.208 | 1.703 | 1.041 | 0.725 | 0.568 | 0.442 | 0.315 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 10                  | 4.163       | 3.532 | 3.910 | 6.717 | 4.068 | 2.239 | 1.703 | 1.041 | 0.725 | 0.568 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 |
| 20                  | 4.352       | 3.564 | 3.721 | 5.708 | 3.753 | 2.239 | 1.671 | 1.041 | 0.757 | 0.568 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 30                  | 4.510       | 3.595 | 3.437 | 6.559 | 3.406 | 2.208 | 1.671 | 1.041 | 0.757 | 0.568 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 40                  | 4.730       | 3.627 | 3.248 | 4.005 | 3.091 | 2.144 | 1.640 | 1.041 | 0.757 | 0.599 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 50                  | 5.172       | 3.753 | 3.217 | 3.154 | 2.712 | 2.018 | 1.608 | 1.072 | 0.788 | 0.599 | 0.505 | 0.378 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 60                  | 5.582       | 3.910 | 3.217 | 2.870 | 2.428 | 1.924 | 1.577 | 1.072 | 0.788 | 0.631 | 0.536 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 70                  | 5.803       | 4.100 | 3.280 | 2.807 | 2.239 | 1.829 | 1.514 | 1.072 | 0.820 | 0.662 | 0.536 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 80                  | 5.929       | 4.320 | 3.406 | 2.838 | 2.144 | 1.766 | 1.482 | 1.041 | 0.820 | 0.662 | 0.568 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 90                  | 5.960       | 4.667 | 3.627 | 2.933 | 2.113 | 1.703 | 1.419 | 1.009 | 0.788 | 0.631 | 0.536 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 100                 | 6.055       | 5.109 | 4.037 | 3.059 | 2.113 | 1.671 | 1.388 | 0.978 | 0.725 | 0.599 | 0.505 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 110                 | 6.023       | 5.582 | 4.510 | 3.122 | 2.113 | 1.640 | 1.356 | 0.915 | 0.662 | 0.536 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.221 |
| 120                 | 6.023       | 6.086 | 4.730 | 3.059 | 2.081 | 1.640 | 1.293 | 0.820 | 0.599 | 0.473 | 0.410 | 0.284 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 130                 | 6.181       | 5.582 | 3.942 | 2.807 | 2.176 | 1.671 | 1.261 | 0.757 | 0.536 | 0.410 | 0.347 | 0.252 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 140                 | 6.181       | 4.888 | 3.154 | 2.807 | 2.460 | 1.798 | 1.230 | 0.694 | 0.473 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 150                 | 4.825       | 4.352 | 3.122 | 3.027 | 3.185 | 2.018 | 1.167 | 0.631 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 160                 | 5.519       | 3.942 | 3.185 | 3.406 | 4.604 | 1.892 | 1.072 | 0.599 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 170                 | 5.424       | 3.753 | 3.217 | 3.753 | 6.307 | 1.734 | 1.072 | 0.599 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 180                 | 5.046       | 3.658 | 3.154 | 3.500 | 4.257 | 1.798 | 1.104 | 0.599 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 190                 | 4.793       | 3.564 | 3.122 | 3.185 | 3.154 | 1.798 | 1.135 | 0.631 | 0.442 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 200                 | 4.604       | 3.532 | 3.059 | 3.027 | 2.649 | 1.766 | 1.167 | 0.662 | 0.505 | 0.410 | 0.347 | 0.252 | 0.221 | 0.189 | 0.189 |
| 210                 | 4.510       | 3.500 | 3.059 | 2.933 | 2.428 | 1.829 | 1.230 | 0.694 | 0.536 | 0.442 | 0.378 | 0.284 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 220                 | 4.478       | 3.469 | 3.059 | 2.870 | 2.460 | 1.987 | 1.261 | 0.788 | 0.599 | 0.505 | 0.410 | 0.315 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 230                 | 4.510       | 3.469 | 3.091 | 2.901 | 2.554 | 2.050 | 1.261 | 0.915 | 0.725 | 0.568 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.221 |
| 240                 | 4.510       | 3.469 | 3.122 | 2.964 | 2.681 | 2.081 | 1.041 | 1.135 | 0.851 | 0.631 | 0.505 | 0.378 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 250                 | 4.510       | 3.500 | 3.154 | 3.027 | 2.681 | 1.861 | 1.230 | 1.356 | 0.978 | 0.725 | 0.568 | 0.410 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 260                 | 4.415       | 3.532 | 3.154 | 3.027 | 2.681 | 1.829 | 1.419 | 1.734 | 1.072 | 0.757 | 0.599 | 0.410 | 0.315 | 0.284 | 0.221 |
| 270                 | 4.352       | 3.532 | 3.185 | 2.996 | 2.681 | 1.766 | 1.230 | 1.608 | 1.198 | 0.820 | 0.631 | 0.410 | 0.315 | 0.284 | 0.221 |
| 280                 | 4.415       | 3.564 | 3.217 | 3.027 | 2.838 | 2.018 | 1.419 | 1.798 | 1.198 | 0.851 | 0.662 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 290                 | 4.541       | 3.627 | 3.280 | 3.091 | 2.964 | 2.144 | 1.577 | 1.545 | 1.135 | 0.851 | 0.662 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 300                 | 4.478       | 3.564 | 3.248 | 3.122 | 3.027 | 2.460 | 1.482 | 1.545 | 1.072 | 0.757 | 0.599 | 0.410 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 310                 | 4.194       | 3.469 | 3.248 | 3.154 | 3.091 | 2.649 | 2.081 | 1.198 | 0.851 | 0.631 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 |
| 320                 | 3.974       | 3.406 | 3.248 | 3.217 | 2.996 | 2.712 | 2.271 | 1.135 | 0.757 | 0.568 | 0.442 | 0.315 | 0.252 | 0.189 | 0.189 |
| 330                 | 3.879       | 3.374 | 3.343 | 3.343 | 3.027 | 2.617 | 2.113 | 1.167 | 0.725 | 0.536 | 0.410 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 340                 | 3.879       | 3.406 | 3.469 | 3.595 | 3.248 | 2.397 | 1.924 | 1.104 | 0.725 | 0.505 | 0.410 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 350                 | 3.910       | 3.469 | 3.658 | 4.100 | 3.374 | 2.239 | 1.798 | 1.072 | 0.725 | 0.536 | 0.442 | 0.315 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |

Maksimum= 6.72E+0000 (kg/ha/år), 200 m, 10°.



Samlet emission: 143804.160 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<br>(grader) | Afstand (m) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 50          | 100   | 150   | 200   | 300   | 400   | 500   | 750   | 1000  | 1250  | 1500  | 2000  | 2500  | 3000  | 3500  |
| 0                   | 3.974       | 3.500 | 3.847 | 5.077 | 3.564 | 2.208 | 1.703 | 1.041 | 0.725 | 0.568 | 0.442 | 0.315 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 10                  | 4.163       | 3.532 | 3.910 | 6.717 | 4.068 | 2.239 | 1.703 | 1.041 | 0.725 | 0.568 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 |
| 20                  | 4.352       | 3.564 | 3.721 | 5.708 | 3.753 | 2.239 | 1.671 | 1.041 | 0.757 | 0.568 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 30                  | 4.510       | 3.595 | 3.437 | 6.559 | 3.406 | 2.208 | 1.671 | 1.041 | 0.757 | 0.568 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 40                  | 4.730       | 3.627 | 3.248 | 4.005 | 3.091 | 2.144 | 1.640 | 1.041 | 0.757 | 0.599 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 50                  | 5.172       | 3.753 | 3.217 | 3.154 | 2.712 | 2.018 | 1.608 | 1.072 | 0.788 | 0.599 | 0.505 | 0.378 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 60                  | 5.582       | 3.910 | 3.217 | 2.870 | 2.428 | 1.924 | 1.577 | 1.072 | 0.788 | 0.631 | 0.536 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 70                  | 5.803       | 4.100 | 3.280 | 2.807 | 2.239 | 1.829 | 1.514 | 1.072 | 0.820 | 0.662 | 0.536 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 80                  | 5.929       | 4.320 | 3.406 | 2.838 | 2.144 | 1.766 | 1.482 | 1.041 | 0.820 | 0.662 | 0.568 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 90                  | 5.960       | 4.667 | 3.627 | 2.933 | 2.113 | 1.703 | 1.419 | 1.009 | 0.788 | 0.631 | 0.536 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 100                 | 6.055       | 5.109 | 4.037 | 3.059 | 2.113 | 1.671 | 1.388 | 0.978 | 0.725 | 0.599 | 0.505 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 110                 | 6.023       | 5.582 | 4.510 | 3.122 | 2.113 | 1.640 | 1.356 | 0.915 | 0.662 | 0.536 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.221 |
| 120                 | 6.023       | 6.086 | 4.730 | 3.059 | 2.081 | 1.640 | 1.293 | 0.820 | 0.599 | 0.473 | 0.410 | 0.284 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 130                 | 6.181       | 5.582 | 3.942 | 2.807 | 2.176 | 1.671 | 1.261 | 0.757 | 0.536 | 0.410 | 0.347 | 0.252 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 140                 | 6.181       | 4.888 | 3.154 | 2.807 | 2.460 | 1.798 | 1.230 | 0.694 | 0.473 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 150                 | 4.825       | 4.352 | 3.122 | 3.027 | 3.185 | 2.018 | 1.167 | 0.631 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 160                 | 5.519       | 3.942 | 3.185 | 3.406 | 4.604 | 1.892 | 1.072 | 0.599 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 170                 | 5.424       | 3.753 | 3.217 | 3.753 | 6.307 | 1.734 | 1.072 | 0.599 | 0.410 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 180                 | 5.046       | 3.658 | 3.154 | 3.500 | 4.257 | 1.798 | 1.104 | 0.599 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 | 0.158 |
| 190                 | 4.793       | 3.564 | 3.122 | 3.185 | 3.154 | 1.798 | 1.135 | 0.631 | 0.442 | 0.378 | 0.315 | 0.252 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 200                 | 4.604       | 3.532 | 3.059 | 3.027 | 2.649 | 1.766 | 1.167 | 0.662 | 0.505 | 0.410 | 0.347 | 0.252 | 0.221 | 0.189 | 0.189 |
| 210                 | 4.510       | 3.500 | 3.059 | 2.933 | 2.428 | 1.829 | 1.230 | 0.694 | 0.536 | 0.442 | 0.378 | 0.284 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 220                 | 4.478       | 3.469 | 3.059 | 2.870 | 2.460 | 1.987 | 1.261 | 0.788 | 0.599 | 0.505 | 0.410 | 0.315 | 0.252 | 0.221 | 0.189 |
| 230                 | 4.510       | 3.469 | 3.091 | 2.901 | 2.554 | 2.050 | 1.261 | 0.915 | 0.725 | 0.568 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.221 |
| 240                 | 4.510       | 3.469 | 3.122 | 2.964 | 2.681 | 2.081 | 1.041 | 1.135 | 0.851 | 0.631 | 0.505 | 0.378 | 0.284 | 0.252 | 0.221 |
| 250                 | 4.510       | 3.500 | 3.154 | 3.027 | 2.681 | 1.861 | 1.230 | 1.356 | 0.978 | 0.725 | 0.568 | 0.410 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 260                 | 4.415       | 3.532 | 3.154 | 3.027 | 2.681 | 1.829 | 1.419 | 1.734 | 1.072 | 0.757 | 0.599 | 0.410 | 0.315 | 0.284 | 0.221 |
| 270                 | 4.352       | 3.532 | 3.185 | 2.996 | 2.681 | 1.766 | 1.230 | 1.608 | 1.198 | 0.820 | 0.631 | 0.410 | 0.315 | 0.284 | 0.221 |
| 280                 | 4.415       | 3.564 | 3.217 | 3.027 | 2.838 | 2.018 | 1.419 | 1.798 | 1.198 | 0.851 | 0.662 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 290                 | 4.541       | 3.627 | 3.280 | 3.091 | 2.964 | 2.144 | 1.577 | 1.545 | 1.135 | 0.851 | 0.662 | 0.442 | 0.347 | 0.284 | 0.252 |
| 300                 | 4.478       | 3.564 | 3.248 | 3.122 | 3.027 | 2.460 | 1.482 | 1.545 | 1.072 | 0.757 | 0.599 | 0.410 | 0.315 | 0.252 | 0.221 |
| 310                 | 4.194       | 3.469 | 3.248 | 3.154 | 3.091 | 2.649 | 2.081 | 1.198 | 0.851 | 0.631 | 0.473 | 0.347 | 0.284 | 0.221 | 0.189 |
| 320                 | 3.974       | 3.406 | 3.248 | 3.217 | 2.996 | 2.712 | 2.271 | 1.135 | 0.757 | 0.568 | 0.442 | 0.315 | 0.252 | 0.189 | 0.189 |
| 330                 | 3.879       | 3.374 | 3.343 | 3.343 | 3.027 | 2.617 | 2.113 | 1.167 | 0.725 | 0.536 | 0.410 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 340                 | 3.879       | 3.406 | 3.469 | 3.595 | 3.248 | 2.397 | 1.924 | 1.104 | 0.725 | 0.505 | 0.410 | 0.284 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |
| 350                 | 3.910       | 3.469 | 3.658 | 4.100 | 3.374 | 2.239 | 1.798 | 1.072 | 0.725 | 0.536 | 0.442 | 0.315 | 0.221 | 0.189 | 0.158 |

Maksimum= 6.72E+0000 (kg/ha/år), 200 m, 10°.

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 143804.160 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (l/s).

NO Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

| Retning<br>(grader) | Afstand (m) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 50          | 100   | 150   | 200   | 300   | 400   | 500   | 750   | 1000  | 1250  | 1500  | 2000  | 2500  | 3000  | 3500  |
| 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), 200 m, 10°.

## **NO<sub>2</sub>-depositionsberegninger**

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.  | 300.  |
| 400.  | 500.  | 750.  | 1000. | 1250. |
| 1500. | 2000. | 2500. | 3000. | 3500. |

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 1.5 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kilde nummer  
 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.

Kilddata:

| Nr | ID       | X     | Y     | Z   | HS   | T(C) | VOL  | DSI  | DSO  | HB  | NO2<br>Q1 | Stof 2<br>Q2 | Stof 3<br>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.   | -75.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600    | 0.0000       | 0.0000       |
| 3  | Gravemas | 0.    | 250.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600    | 0.0000       | 0.0000       |
| 4  | Gravemas | 75.   | 175.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600    | 0.0000       | 0.0000       |
| 5  | Gravemas | 0.    | -250. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600    | 0.0000       | 0.0000       |
| 6  | Gravemas | 75.   | -325. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0600    | 0.0000       | 0.0000       |
| 7  | Gummiged | 25.   | -50.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0500    | 0.0000       | 0.0000       |
| 8  | Gummiged | 25.   | 200.  | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0500    | 0.0000       | 0.0000       |
| 9  | Gummiged | 25.   | -300. | 0.0 | 3.0  | 250. | 0.09 | 0.15 | 0.15 | 0.0 | 0.0500    | 0.0000       | 0.0000       |
| 10 | Skib     | -480. | 0.    | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 0.0 | 1.3500    | 0.0000       | 0.0000       |
| 11 | Skib     | -480. | -250. | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 0.0 | 1.3500    | 0.0000       | 0.0000       |
| 12 | Skib     | -480. | 250.  | 0.0 | 15.0 | 250. | 1.15 | 0.40 | 0.40 | 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<br>m/s | Buoyancy flux (termisk løft)<br>(omtrentlig) m4/s3 |
|-----------|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 2         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 3         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 4         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 5         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 6         | 12.3                            | 0.3                                                |
| 7         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 8         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 9         | 9.8                             | 0.2                                                |
| 10        | 17.5                            | 3.1                                                |
| 11        | 17.5                            | 3.1                                                |
| 12        | 17.5                            | 3.1                                                |

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.



Udskrevet: 2019/04/04 kl. 09:26

Dato: 2019/04/04

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<br>(grader) | 50   | 100  | 150  | 200  | 300  | 400  | Afstand (m) |      | 1000 | 1250 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 500  | 750  | 1000 | 1250 | 1500 | 2000 | 2500        | 3000 | 3500 |      |      |      |      |      |      |
| 0                   | 12.6 | 11.1 | 12.2 | 16.1 | 11.3 | 7.0  | 5.4         | 3.3  | 2.3  | 1.8  | 1.4  | 1.0  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 10                  | 13.2 | 11.2 | 12.4 | 21.3 | 12.9 | 7.1  | 5.4         | 3.3  | 2.3  | 1.8  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  |
| 20                  | 13.8 | 11.3 | 11.8 | 18.1 | 11.9 | 7.1  | 5.3         | 3.3  | 2.4  | 1.8  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 30                  | 14.3 | 11.4 | 10.9 | 20.8 | 10.8 | 7.0  | 5.3         | 3.3  | 2.4  | 1.8  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 40                  | 15.0 | 11.5 | 10.3 | 12.7 | 9.8  | 6.8  | 5.2         | 3.3  | 2.4  | 1.9  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 50                  | 16.4 | 11.9 | 10.2 | 10.0 | 8.6  | 6.4  | 5.1         | 3.4  | 2.5  | 1.9  | 1.6  | 1.2  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 60                  | 17.7 | 12.4 | 10.2 | 9.1  | 7.7  | 6.1  | 5.0         | 3.4  | 2.5  | 2.0  | 1.7  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 70                  | 18.4 | 13.0 | 10.4 | 8.9  | 7.1  | 5.8  | 4.8         | 3.4  | 2.6  | 2.1  | 1.7  | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 80                  | 18.8 | 13.7 | 10.8 | 9.0  | 6.8  | 5.6  | 4.7         | 3.3  | 2.6  | 2.1  | 1.8  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 90                  | 18.9 | 14.8 | 11.5 | 9.3  | 6.7  | 5.4  | 4.5         | 3.2  | 2.5  | 2.0  | 1.7  | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 100                 | 19.2 | 16.2 | 12.8 | 9.7  | 6.7  | 5.3  | 4.4         | 3.1  | 2.3  | 1.9  | 1.6  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 110                 | 19.1 | 17.7 | 14.3 | 9.9  | 6.7  | 5.2  | 4.3         | 2.9  | 2.1  | 1.7  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.7  |
| 120                 | 19.1 | 19.3 | 15.0 | 9.7  | 6.6  | 5.2  | 4.1         | 2.6  | 1.9  | 1.5  | 1.3  | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 130                 | 19.6 | 17.7 | 12.5 | 8.9  | 6.9  | 5.3  | 4.0         | 2.4  | 1.7  | 1.3  | 1.1  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 140                 | 19.6 | 15.5 | 10.0 | 8.9  | 7.8  | 5.7  | 3.9         | 2.2  | 1.5  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 150                 | 15.3 | 13.8 | 9.9  | 9.6  | 10.1 | 6.4  | 3.7         | 2.0  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 160                 | 17.5 | 12.5 | 10.1 | 10.8 | 14.6 | 6.0  | 3.4         | 1.9  | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 170                 | 17.2 | 11.9 | 10.2 | 11.9 | 20.0 | 5.5  | 3.4         | 1.9  | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 180                 | 16.0 | 11.6 | 10.0 | 11.1 | 13.5 | 5.7  | 3.5         | 1.9  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.5  |
| 190                 | 15.2 | 11.3 | 9.9  | 10.1 | 10.0 | 5.7  | 3.6         | 2.0  | 1.4  | 1.2  | 1.0  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 200                 | 14.6 | 11.2 | 9.7  | 9.6  | 8.4  | 5.6  | 3.7         | 2.1  | 1.6  | 1.3  | 1.1  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.6  |
| 210                 | 14.3 | 11.1 | 9.7  | 9.3  | 7.7  | 5.8  | 3.9         | 2.2  | 1.7  | 1.4  | 1.2  | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 220                 | 14.2 | 11.0 | 9.7  | 9.1  | 7.8  | 6.3  | 4.0         | 2.5  | 1.9  | 1.6  | 1.3  | 1.0  | 0.8  | 0.7  | 0.6  |
| 230                 | 14.3 | 11.0 | 9.8  | 9.2  | 8.1  | 6.5  | 4.0         | 2.9  | 2.3  | 1.8  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.7  |
| 240                 | 14.3 | 11.0 | 9.9  | 9.4  | 8.5  | 6.6  | 3.3         | 3.6  | 2.7  | 2.0  | 1.6  | 1.2  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 250                 | 14.3 | 11.1 | 10.0 | 9.6  | 8.5  | 5.9  | 3.9         | 4.3  | 3.1  | 2.3  | 1.8  | 1.3  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 260                 | 14.0 | 11.2 | 10.0 | 9.6  | 8.5  | 5.8  | 4.5         | 5.5  | 3.4  | 2.4  | 1.9  | 1.3  | 1.0  | 0.9  | 0.7  |
| 270                 | 13.8 | 11.2 | 10.1 | 9.5  | 8.5  | 5.6  | 3.9         | 5.1  | 3.8  | 2.6  | 2.0  | 1.3  | 1.0  | 0.9  | 0.7  |
| 280                 | 14.0 | 11.3 | 10.2 | 9.6  | 9.0  | 6.4  | 4.5         | 5.7  | 3.8  | 2.7  | 2.1  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 290                 | 14.4 | 11.5 | 10.4 | 9.8  | 9.4  | 6.8  | 5.0         | 4.9  | 3.6  | 2.7  | 2.1  | 1.4  | 1.1  | 0.9  | 0.8  |
| 300                 | 14.2 | 11.3 | 10.3 | 9.9  | 9.6  | 7.8  | 4.7         | 4.9  | 3.4  | 2.4  | 1.9  | 1.3  | 1.0  | 0.8  | 0.7  |
| 310                 | 13.3 | 11.0 | 10.3 | 10.0 | 9.8  | 8.4  | 6.6         | 3.8  | 2.7  | 2.0  | 1.5  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  |
| 320                 | 12.6 | 10.8 | 10.3 | 10.2 | 9.5  | 8.6  | 7.2         | 3.6  | 2.4  | 1.8  | 1.4  | 1.0  | 0.8  | 0.6  | 0.6  |
| 330                 | 12.3 | 10.7 | 10.6 | 10.6 | 9.6  | 8.3  | 6.7         | 3.7  | 2.3  | 1.7  | 1.3  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 340                 | 12.3 | 10.8 | 11.0 | 11.4 | 10.3 | 7.6  | 6.1         | 3.5  | 2.3  | 1.6  | 1.3  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |
| 350                 | 12.4 | 11.0 | 11.6 | 13.0 | 10.7 | 7.1  | 5.7         | 3.4  | 2.3  | 1.7  | 1.4  | 1.0  | 0.7  | 0.6  | 0.5  |

Maksimum= 21.34 i afstand 200 m og retning 10 grader.

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder .....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO2-Dep.kld  
Meteorologi.....: C:\OML\_Data\Aal7483LST.met  
Receptorer.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO2-Dep.rct  
Beregningsopsætning.....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO2-Dep.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater .....: S:\1101188\RIBH\Kystdirektoratet\Blåvand\OML\NO2-Dep.log

Beregning:

Start kl. 09:24:06 (04-04-2019)  
Slut kl. 09:25:47 (04-04-2019)

Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.

Anvendt årlig nedbør: 0 mm.

Samlet emission: 143804.160 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<br>(grader) | Afstand (m) |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 50          | 100   | 150   | 200   | 300   | 400   | 500   | 750   | 1000 | 1250 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| 0                   | 23.84       | 21.00 | 23.08 | 30.46 | 21.38 | 13.25 | 10.22 | 6.24  | 4.35 | 3.41 | 2.65 | 1.89 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 10                  | 24.98       | 21.19 | 23.46 | 40.30 | 24.41 | 13.43 | 10.22 | 6.24  | 4.35 | 3.41 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 |
| 20                  | 26.11       | 21.38 | 22.33 | 34.25 | 22.52 | 13.43 | 10.03 | 6.24  | 4.54 | 3.41 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 30                  | 27.06       | 21.57 | 20.62 | 39.36 | 20.44 | 13.25 | 10.03 | 6.24  | 4.54 | 3.41 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 40                  | 28.38       | 21.76 | 19.49 | 24.03 | 18.54 | 12.87 | 9.84  | 6.24  | 4.54 | 3.60 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 50                  | 31.03       | 22.52 | 19.30 | 18.92 | 16.27 | 12.11 | 9.65  | 6.43  | 4.73 | 3.60 | 3.03 | 2.27 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 60                  | 33.49       | 23.46 | 19.30 | 17.22 | 14.57 | 11.54 | 9.46  | 6.43  | 4.73 | 3.78 | 3.22 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 70                  | 34.82       | 24.60 | 19.68 | 16.84 | 13.43 | 10.97 | 9.08  | 6.43  | 4.92 | 3.97 | 3.22 | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 80                  | 35.57       | 25.92 | 20.44 | 17.03 | 12.87 | 10.60 | 8.89  | 6.24  | 4.92 | 3.97 | 3.41 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 90                  | 35.76       | 28.00 | 21.76 | 17.60 | 12.68 | 10.22 | 8.51  | 6.05  | 4.73 | 3.78 | 3.22 | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 100                 | 36.33       | 30.65 | 24.22 | 18.35 | 12.68 | 10.03 | 8.33  | 5.87  | 4.35 | 3.60 | 3.03 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 110                 | 36.14       | 33.49 | 27.06 | 18.73 | 12.68 | 9.84  | 8.14  | 5.49  | 3.97 | 3.22 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.32 |
| 120                 | 36.14       | 36.52 | 28.38 | 18.35 | 12.49 | 9.84  | 7.76  | 4.92  | 3.60 | 2.84 | 2.46 | 1.70 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 130                 | 37.09       | 33.49 | 23.65 | 16.84 | 13.06 | 10.03 | 7.57  | 4.54  | 3.22 | 2.46 | 2.08 | 1.51 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 140                 | 37.09       | 29.33 | 18.92 | 16.84 | 14.76 | 10.79 | 7.38  | 4.16  | 2.84 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 150                 | 28.95       | 26.11 | 18.73 | 18.16 | 19.11 | 12.11 | 7.00  | 3.78  | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 160                 | 33.11       | 23.65 | 19.11 | 20.44 | 27.63 | 11.35 | 6.43  | 3.60  | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 170                 | 32.55       | 22.52 | 19.30 | 22.52 | 37.84 | 10.41 | 6.43  | 3.60  | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 180                 | 30.27       | 21.95 | 18.92 | 21.00 | 25.54 | 10.79 | 6.62  | 3.60  | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 190                 | 28.76       | 21.38 | 18.73 | 19.11 | 18.92 | 10.79 | 6.81  | 3.78  | 2.65 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 200                 | 27.63       | 21.19 | 18.35 | 18.16 | 15.89 | 10.60 | 7.00  | 3.97  | 3.03 | 2.46 | 2.08 | 1.51 | 1.32 | 1.14 | 1.14 |
| 210                 | 27.06       | 21.00 | 18.35 | 17.60 | 14.57 | 10.97 | 7.38  | 4.16  | 3.22 | 2.65 | 2.27 | 1.70 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 220                 | 26.87       | 20.81 | 18.35 | 17.22 | 14.76 | 11.92 | 7.57  | 4.73  | 3.60 | 3.03 | 2.46 | 1.89 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 230                 | 27.06       | 20.81 | 18.54 | 17.41 | 15.33 | 12.30 | 7.57  | 5.49  | 4.35 | 3.41 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.32 |
| 240                 | 27.06       | 20.81 | 18.73 | 17.79 | 16.08 | 12.49 | 6.24  | 6.81  | 5.11 | 3.78 | 3.03 | 2.27 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 250                 | 27.06       | 21.00 | 18.92 | 18.16 | 16.08 | 11.16 | 7.38  | 8.14  | 5.87 | 4.35 | 3.41 | 2.46 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 260                 | 26.49       | 21.19 | 18.92 | 18.16 | 16.08 | 10.97 | 8.51  | 10.41 | 6.43 | 4.54 | 3.60 | 2.46 | 1.89 | 1.70 | 1.32 |
| 270                 | 26.11       | 21.19 | 19.11 | 17.98 | 16.08 | 10.60 | 7.38  | 9.65  | 7.19 | 4.92 | 3.78 | 2.46 | 1.89 | 1.70 | 1.32 |
| 280                 | 26.49       | 21.38 | 19.30 | 18.16 | 17.03 | 12.11 | 8.51  | 10.79 | 7.19 | 5.11 | 3.97 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 290                 | 27.25       | 21.76 | 19.68 | 18.54 | 17.79 | 12.87 | 9.46  | 9.27  | 6.81 | 5.11 | 3.97 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 300                 | 26.87       | 21.38 | 19.49 | 18.73 | 18.16 | 14.76 | 8.89  | 9.27  | 6.43 | 4.54 | 3.60 | 2.46 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 310                 | 25.17       | 20.81 | 19.49 | 18.92 | 18.54 | 15.89 | 12.49 | 7.19  | 5.11 | 3.78 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 |
| 320                 | 23.84       | 20.44 | 19.49 | 19.30 | 17.98 | 16.27 | 13.62 | 6.81  | 4.54 | 3.41 | 2.65 | 1.89 | 1.51 | 1.14 | 1.14 |
| 330                 | 23.27       | 20.25 | 20.06 | 20.06 | 18.16 | 15.70 | 12.68 | 7.00  | 4.35 | 3.22 | 2.46 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 340                 | 23.27       | 20.44 | 20.81 | 21.57 | 19.49 | 14.38 | 11.54 | 6.62  | 4.35 | 3.03 | 2.46 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 350                 | 23.46       | 20.81 | 21.95 | 24.60 | 20.25 | 13.43 | 10.79 | 6.43  | 4.35 | 3.22 | 2.65 | 1.89 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |

Maksimum= 4.03E+0001 (kg/ha/år), 200 m, 10°.

Samlet emission: 143804.160 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<br>(grader) | Afstand (m) |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 50          | 100   | 150   | 200   | 300   | 400   | 500   | 750   | 1000 | 1250 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| 0                   | 23.84       | 21.00 | 23.08 | 30.46 | 21.38 | 13.25 | 10.22 | 6.24  | 4.35 | 3.41 | 2.65 | 1.89 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 10                  | 24.98       | 21.19 | 23.46 | 40.30 | 24.41 | 13.43 | 10.22 | 6.24  | 4.35 | 3.41 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 |
| 20                  | 26.11       | 21.38 | 22.33 | 34.25 | 22.52 | 13.43 | 10.03 | 6.24  | 4.54 | 3.41 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 30                  | 27.06       | 21.57 | 20.62 | 39.36 | 20.44 | 13.25 | 10.03 | 6.24  | 4.54 | 3.41 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 40                  | 28.38       | 21.76 | 19.49 | 24.03 | 18.54 | 12.87 | 9.84  | 6.24  | 4.54 | 3.60 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 50                  | 31.03       | 22.52 | 19.30 | 18.92 | 16.27 | 12.11 | 9.65  | 6.43  | 4.73 | 3.60 | 3.03 | 2.27 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 60                  | 33.49       | 23.46 | 19.30 | 17.22 | 14.57 | 11.54 | 9.46  | 6.43  | 4.73 | 3.78 | 3.22 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 70                  | 34.82       | 24.60 | 19.68 | 16.84 | 13.43 | 10.97 | 9.08  | 6.43  | 4.92 | 3.97 | 3.22 | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 80                  | 35.57       | 25.92 | 20.44 | 17.03 | 12.87 | 10.60 | 8.89  | 6.24  | 4.92 | 3.97 | 3.41 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 90                  | 35.76       | 28.00 | 21.76 | 17.60 | 12.68 | 10.22 | 8.51  | 6.05  | 4.73 | 3.78 | 3.22 | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 100                 | 36.33       | 30.65 | 24.22 | 18.35 | 12.68 | 10.03 | 8.33  | 5.87  | 4.35 | 3.60 | 3.03 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 110                 | 36.14       | 33.49 | 27.06 | 18.73 | 12.68 | 9.84  | 8.14  | 5.49  | 3.97 | 3.22 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.32 |
| 120                 | 36.14       | 36.52 | 28.38 | 18.35 | 12.49 | 9.84  | 7.76  | 4.92  | 3.60 | 2.84 | 2.46 | 1.70 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 130                 | 37.09       | 33.49 | 23.65 | 16.84 | 13.06 | 10.03 | 7.57  | 4.54  | 3.22 | 2.46 | 2.08 | 1.51 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 140                 | 37.09       | 29.33 | 18.92 | 16.84 | 14.76 | 10.79 | 7.38  | 4.16  | 2.84 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 150                 | 28.95       | 26.11 | 18.73 | 18.16 | 19.11 | 12.11 | 7.00  | 3.78  | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 160                 | 33.11       | 23.65 | 19.11 | 20.44 | 27.63 | 11.35 | 6.43  | 3.60  | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 170                 | 32.55       | 22.52 | 19.30 | 22.52 | 37.84 | 10.41 | 6.43  | 3.60  | 2.46 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 180                 | 30.27       | 21.95 | 18.92 | 21.00 | 25.54 | 10.79 | 6.62  | 3.60  | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 | 0.95 |
| 190                 | 28.76       | 21.38 | 18.73 | 19.11 | 18.92 | 10.79 | 6.81  | 3.78  | 2.65 | 2.27 | 1.89 | 1.51 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 200                 | 27.63       | 21.19 | 18.35 | 18.16 | 15.89 | 10.60 | 7.00  | 3.97  | 3.03 | 2.46 | 2.08 | 1.51 | 1.32 | 1.14 | 1.14 |
| 210                 | 27.06       | 21.00 | 18.35 | 17.60 | 14.57 | 10.97 | 7.38  | 4.16  | 3.22 | 2.65 | 2.27 | 1.70 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 220                 | 26.87       | 20.81 | 18.35 | 17.22 | 14.76 | 11.92 | 7.57  | 4.73  | 3.60 | 3.03 | 2.46 | 1.89 | 1.51 | 1.32 | 1.14 |
| 230                 | 27.06       | 20.81 | 18.54 | 17.41 | 15.33 | 12.30 | 7.57  | 5.49  | 4.35 | 3.41 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.32 |
| 240                 | 27.06       | 20.81 | 18.73 | 17.79 | 16.08 | 12.49 | 6.24  | 6.81  | 5.11 | 3.78 | 3.03 | 2.27 | 1.70 | 1.51 | 1.32 |
| 250                 | 27.06       | 21.00 | 18.92 | 18.16 | 16.08 | 11.16 | 7.38  | 8.14  | 5.87 | 4.35 | 3.41 | 2.46 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 260                 | 26.49       | 21.19 | 18.92 | 18.16 | 16.08 | 10.97 | 8.51  | 10.41 | 6.43 | 4.54 | 3.60 | 2.46 | 1.89 | 1.70 | 1.32 |
| 270                 | 26.11       | 21.19 | 19.11 | 17.98 | 16.08 | 10.60 | 7.38  | 9.65  | 7.19 | 4.92 | 3.78 | 2.46 | 1.89 | 1.70 | 1.32 |
| 280                 | 26.49       | 21.38 | 19.30 | 18.16 | 17.03 | 12.11 | 8.51  | 10.79 | 7.19 | 5.11 | 3.97 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 290                 | 27.25       | 21.76 | 19.68 | 18.54 | 17.79 | 12.87 | 9.46  | 9.27  | 6.81 | 5.11 | 3.97 | 2.65 | 2.08 | 1.70 | 1.51 |
| 300                 | 26.87       | 21.38 | 19.49 | 18.73 | 18.16 | 14.76 | 8.89  | 9.27  | 6.43 | 4.54 | 3.60 | 2.46 | 1.89 | 1.51 | 1.32 |
| 310                 | 25.17       | 20.81 | 19.49 | 18.92 | 18.54 | 15.89 | 12.49 | 7.19  | 5.11 | 3.78 | 2.84 | 2.08 | 1.70 | 1.32 | 1.14 |
| 320                 | 23.84       | 20.44 | 19.49 | 19.30 | 17.98 | 16.27 | 13.62 | 6.81  | 4.54 | 3.41 | 2.65 | 1.89 | 1.51 | 1.14 | 1.14 |
| 330                 | 23.27       | 20.25 | 20.06 | 20.06 | 18.16 | 15.70 | 12.68 | 7.00  | 4.35 | 3.22 | 2.46 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 340                 | 23.27       | 20.44 | 20.81 | 21.57 | 19.49 | 14.38 | 11.54 | 6.62  | 4.35 | 3.03 | 2.46 | 1.70 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |
| 350                 | 23.46       | 20.81 | 21.95 | 24.60 | 20.25 | 13.43 | 10.79 | 6.43  | 4.35 | 3.22 | 2.65 | 1.89 | 1.32 | 1.14 | 0.95 |

Maksimum= 4.03E+0001 (kg/ha/år), 200 m, 10°.



Met-data til våd-deposition: Kastrup, Aalborg og Skrydstrup Lufthavne, 2008 og 2009.  
Anvendt årlig nedbør: 0 mm.  
Samlet emission: 143804.160 kg. Udvaskningskoefficient: 0.00E+00 (l/s).

NO2 Periode: 740101-831231 (Bidrag fra alle kilder)

Våd-deposition (kg/ha/år).

| Retning<br>(grader) | Afstand (m) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 50          | 100  | 150  | 200  | 300  | 400  | 500  | 750  | 1000 | 1250 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| 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), 200 m, 10°.

# BILAG 7

BUNDFLORA OG BUNDFAUNA

RAMBØLL



# 1. METODEBESKRIVELSE

Bundfauna omfatter de dyr, der lever på (epifauna) og i (infauna) sedimentet. Bundfaunaprøver, der indsamles som sedimentprøver med redskaber som HAPS eller VAN VEEN, og efterfølgende sigtes og artsbestemmes, omfatter fortrinsvis infauna (dyr som lever nedgravet i sedimentet), men kan også indeholde enkelte epifaunaarter (dyr som lever på sedimentet).

## 1.1 Eksisterende data

De eksisterende forhold for bundflora og -fauna er beskrevet på baggrund af en feltundersøgelse i oktober 2018 og eksisterende data fra publikationer og databaser, kortlægning og overvågning af Natura 2000-interesser, der er tilgængelige på:

- ODA-databasen<sup>1</sup>
- MiljøGIS - Natura 2000 planer 2016, marine naturtyper<sup>2</sup>
- MiljøGIS for råstoffer, Natura 2000 områder og marine naturtyper<sup>3</sup>
- Opdeling af middeldkornstørrelsen i sandtyper (f.eks. mellem sand, meget groft sand) er udført efter en skala kaldet the Wentworth scale (eller Udden-Wentworth scale)<sup>4</sup>.

ODA-databasen er gennemset for relevante stationer med bundfauna- og floradata fra Blåvandsområdet.

### 7.1.1 Bundflora

Beskrivelsen af eksisterende data for bundflora tager udgangspunkt i gennemgang af tilgængelige databaser, VVM-vurderinger og andre publikationer. VVM for Horns rev mølleparkerne 1-3 er gennemset for information om bundflora på dybere vand (>10 meter)<sup>5</sup>. Forekomsten af makroalger på 8-15 meter er registreret i Natura 2000-områder med naturtypen rev (1170) ud for Vestkysten i enkelte år. På større dybde findes der stedvist data for makroalgearter fra biologiske undersøgelser i Natura 2000-områderne og råstofindvindingsområderne (Figur 1-1).

### 7.1.2 Bundfauna

Beskrivelsen af eksisterende forhold for bundfauna på lavt vand (0-10 meter) tager udgangspunkt i eksisterende viden på Miljøstyrelsens station ud for Blåvand og inkluderer data fra Vestkysten nord for hvor relevant (Figur 1-1). Eksisterende data omfatter fire datasæt fra Miljøstyrelsen (Blåvand, Houvig, Tannis Bugt og Jammerbugten), og to datasæt fra DTU Aquas undersøgelser af sandfodringseffekter ved Agger Tange<sup>6</sup> og Fjaltring<sup>7</sup> (Tabel 1-1).

<sup>1</sup> Aarhus Universitet. Overfladevandsdatabasen ODA. <https://odaforalle.au.dk>

<sup>2</sup> Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. Natura 2000 planer 2016.

<http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&&profile=natura2000planer2-2016>

<sup>3</sup> Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. Råstofindvinding på havet.

<http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=miljoegis-raastofferhavet>

<sup>4</sup> Wikipedia. Grain size. [https://en.wikipedia.org/wiki/Grain\\_size](https://en.wikipedia.org/wiki/Grain_size)

<sup>5</sup> Vattenfall. (maj 2000). Havmøller Horns Rev I. Vurdering af Virkninger på miljøet. Resumé af VVM-redegørelse Dong Energy. (Oktober 2006). Horns Rev 2 Havmøllepark. Vurdering af virkninger på miljøet. VVM-redegørelse Naturstyrelsen og Energistyrelsen. (2014). Havmøllepark Horns Rev 3. VVM redegørelse og miljørapport. Del o: ikke teknisk resumé. Naturstyrelsen og Energistyrelsen

<sup>6</sup> DFU (2005), Kystfodring og godt fiskeri, Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. DFU-rapport nr. 156-05.

<sup>7</sup> DFU (2007), Kystfodring og kystøkologi. Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. DFU-rapport nr. 171-07.



Figur 1-1. Kort over stationer for eksisterende data for seks bundfaunadatasæt, Fællesstrækning Blåvand og Lodbjerg-Nymindesgab, Horns rev I-III havmøleparker og bundflorastationer i Lønstrup Rødgrund Natura 2000-området.

| Datasæt                     | Stationsnavn/nr.                  | År          | Sæson                                      | Dybde (m) | Antal prøver pr dybde                                                                                          | Areal (m <sup>2</sup> ) pr. prøve | Kommentar                            |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------|--------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Blåvand</b>              | HR 150/ 1510001                   | 1999 - 2004 | 14 april - 26 april                        | 4,3 m     | 5 (VAN VEEN)                                                                                                   | 0,1                               |                                      |
| <b>Houvig</b>               | Houvig transekt                   | 2004        | 29 juli                                    | 4         | 3 (VAN VEEN)                                                                                                   | 0,1                               |                                      |
| <b>Tannis Bugt</b>          | 2204, 2206, 2210                  | 1986 - 2015 | 3 april-9 juni<br>18 november <sup>2</sup> | 4, 6, 10  | 20 (HAPS)                                                                                                      | 0,0143                            |                                      |
| <b>Jammerbugten</b>         | 1104, 1106, 1110                  | 1986 - 2015 | 12 april-9 juni                            | 4, 6, 10  | 20 (HAPS)<br>42 <sup>1</sup> (HAPS)                                                                            | 0,0143                            |                                      |
| <b>DTU Aqua Agger Tange</b> | F (sandfodret) R1 og R2 reference | 2002 - 2004 | 24 maj-1 juni<br>3-9 september             | 1-4, 4-7  | 5 sedimentprøver pr dybde<br>5 bundfauna-prøver i 2002 pr dybde<br>10 bundfauna-prøver i 2003 og 2004 pr dybde | 0,0143                            | R2 ikke ægte reference da sandfodret |
| <b>DTU Aqua Fjaltring</b>   | F (sandfodret) R1 og R2 reference | 2002 - 2004 | 23 maj - 3 juni<br>3-5 september           | 1-4, 4-7  | 5 sedimentprøver pr dybde<br>5 bundfauna-prøver i 2002 pr dybde<br>10 bundfauna-prøver i 2003 og 2004 pr dybde | 0,0143                            | R2 ikke ægte reference da sandfodret |

Tabel 1-1. Nøgletal for de seks datasæt for bundfauna på lavt vand (0-10 meter) ved Vestkysten. Data indhentet fra Miljøstyrelsen og DTU Aqua. <sup>1</sup> Efter 2010 blev indsamlingen af prøver ændret til 42 prøver og indsamlingen på fire og seks meter ophørte. <sup>2</sup> 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, at man undersøger området før og efter påvirkningen fra sandfodringen og sammenligner forandringer 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 indenfor 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 meter/4-7 meter). DTU Aquas data er derfor angivet for maj i figurerne under eksisterende data for sammenlignelighed med prøvetagningen på Miljøstyrelsens stationer (april-juni).

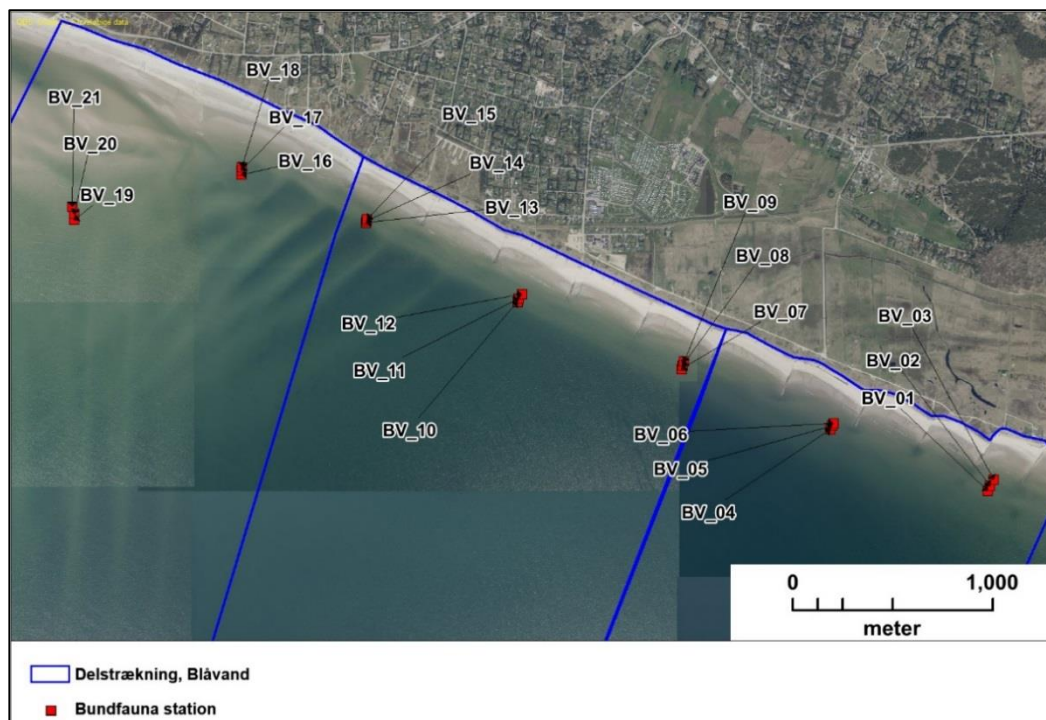
Data fra Miljøstyrelsen er frem til 2010 baseret på 20 prøver pr. dybde (fire, seks og ti meter), hvorimod nærværende undersøgelse har 21 i hvert af de undersøgte prøvetagningsområder fordelt på hele kystprofilen (0,5 – 8 meter). Denne forskel bør medtages, når man vurderer antallet af arter i forhold til nærværende studie, mens beregninger af antal individer er regnet om pr. m<sup>2</sup> 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 man ikke får dækket artsdiversiteten ved blot 20 prøver per dybde.

Prøverne fra Jammer bugten 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. Prøverne fra Blåvand er alle indsamlet mellem den 14.-26. april i årene 1999, 2000, 2001 og 2004.

## 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 blåvand. Alle prøver blev indsamlet på lavt vand (0,4-1,4 meters dybde) fra stranden den 31. oktober 2018.

Prøvetagning af bundfauna blev udført vha. en Haps-bundhenter, med en indvendig rørdiameter på 13,5 cm, dækkende et areal på 1/70 m<sup>2</sup> (ca. 0,015 m<sup>2</sup>). Der blev indsamlet 21 bundfaunaprøver 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 kystnære zone forventes 21 prøver at være et tilstrækkeligt antal prøver til at belyse forekomsten af de vigtigste/hyppigste arter i de enkelte prøvetagningsområder på deltrækningerne (erfaring fra kystnære prøver, fire meter, i Skagerrak).



Figur 1-2. Figur der viser bundfaunaprøverne (rød firkant) udtaget i prøvetagningsområdet på strækningen ved Blåvand.



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). Det var dog ikke muligt i prøvetagningsområdet ved Blåvand, hvor alle prøver blev udtaget i den strandnære zone. Prøverne blev taget fra land efter aftale med Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse – Drift og Anlæg pga. det meget flade kystprofil og den eksisterende praksis med strandfodring på denne strækning.

| Dybde          | Forstrand | 0,4-1,4 meter Strand-nær | Trug | 2,2-2,5 meter Revle | 3,2-5,2 meter Yder strandplan |
|----------------|-----------|--------------------------|------|---------------------|-------------------------------|
| <b>Blåvand</b> | -         | 21                       | -    | -                   | -                             |

Tabel 1-2. Fordelingen af bundfaunaprøverne indenfor de fire prøvetagningsområder på strækningen ved Blåvand. Der er indsamlet et tilsvarende antal sedimentprøver.

For hver Haps-prøve noteres prøvenummer, koordinater, den aktuelle dybde samt en kvalitativ beskrivelse af sedimentet. Prøverne til bundfaunaanalyser skylles gennem en 1 mm trådvævssigte, og sigteresten konserveres herefter i en 96% ethanol-opløsning. Prøverne til sedimentanalyser 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"<sup>8</sup>. 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 trådvævssigte. 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. m<sup>2</sup> 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. m<sup>2</sup>
- 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.

<sup>8</sup> Hansen og Joefson. (2014). teknisk anvisning for marin overvågning, M19, Blødbundsfauna.

### 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  $H'$ <sup>9</sup> 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.

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

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 ligelighedsfordelingen:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

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.

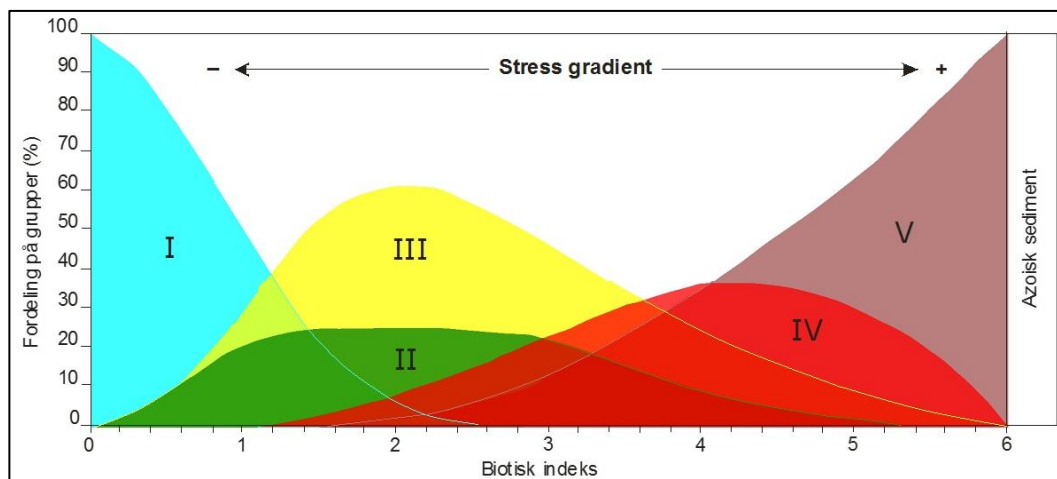
### 1.3.3 Økologiske indeks

#### 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 eutrofiering<sup>10</sup>. Dette indeks er afledt af den individuelle tæthed i fem økologiske faunagrupper (GI-GV, Figur 1-3), 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.

<sup>9</sup> Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) The mathematical theory of communication. The University of Illinois Press, Urbana, 117pp.

<sup>10</sup> 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.



Figur 1-3. 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.

**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 man beregne en AMBI-værdi 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).<sup>11</sup>

<sup>11</sup> 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.

| AMBI                         | Dominerende økologisk gruppe | Det benthiske samfunds tilstand | Områdeforstyrrelses-klassifikation |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| $0,0 < \text{AMBI} \leq 0,2$ | I                            | Normal                          | Uforstyrret                        |
| $0,2 < \text{AMBI} \leq 1,2$ |                              | Forurenet                       |                                    |
| $1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$ | III                          | I ubalance                      | Let forstyrret                     |
| $3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$ |                              | Overgang til forurening         | Middel forstyrret                  |
| $4,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$ | IV-V                         | Forurenet                       |                                    |
| $5,0 < \text{AMBI} \leq 5,5$ |                              | Overgang til stærk forurening   | Stærkt forstyrret                  |
| $5,5 < \text{AMBI} \leq 6,0$ | V                            | Meget stærkt forurenet          |                                    |
| Azoisk                       | Azoisk                       | Azoisk                          | Ekstremt forstyrret                |

Tabel 1-3. AMBI-værdien tolkes på ovenstående måde.<sup>12</sup>**DKI**

Det danske kvalitetsindeks "DKI" er udviklet til at vurdere et vandområdes tilstand i henhold til EU's vandrammedirektiv.<sup>13</sup> 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.

$$DKI = \left( \frac{\left(1 - \frac{AMBI}{7}\right) + \left(\frac{H'}{H'_{\max}}\right)}{2} \right) * \left( \frac{\left(1 - \frac{1}{N}\right) + \left(1 - \frac{1}{S}\right)}{2} \right)$$

For at vurdere hvilken tilstand et vandområde opnår i forhold til vandrammedirektivet, benyttes nedenstående grænseværdier (Tabel 1-4).<sup>14</sup>

| 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.

<sup>12</sup> 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.

<sup>13</sup> Naturstyrelsen. (2014). Retningslinjer for udarbejdelse af vandområdeplaner 2015-2021. ISBN 978-87-92256-43-0.

<sup>14</sup> Borja et al. (2007). Borja, A., Josefson, A.B., Miles, A., Muxika, I., Olsgard, F., Phillips, G., Rodríguez, J.G., Rygg, B. 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.

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 man således først teste, om der er en signifikant forskel og herefter angive R-værdien. Man kan således opleve, at der er 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 kystprofilet. Den valgte metode var "en DistLM marginal test og en Best-model". Først udregnes det, om hver 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 ud fra et øget antal miljøvariable. Analysen medtager ikke prøver uden dyr.

### **1.4 Analyse af sedimentprøver og kornstørrelse**

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 er vedlagt i afsnit 5.



## 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

Den eksisterende viden om bundfauna og nye feltundersøgelsen for bundfauna på strækningen Blåvand i oktober 2018 er beskrevet i det følgende. Eksisterende data er opdelt i data fra Miljøstyrelsens station ud for Blåvand og fra den øvrige vestkyst mere end 70 km nord for Blåvand.

#### 2.1.1 Blåvand

Eksisterende bundfaunadata fra Miljøstyrelsens station ud for Blåvand på ca. 4,30 meters dybde prøvetaget i fire år 1999-2001 og 2004 viser stor variation i artsantal (15-25 arter), individantal (90-167 individer /m<sup>2</sup>) og biomasse (6-30 g tørvægt/m<sup>2</sup>) (Tabel 2-1).

| Område –<br>Blåvand<br>(antal og<br>vægt /m <sup>2</sup> ) | 1999              |                   |                   | 2000               |                   |                   | 2001               |                   |                   | 2004               |                   |                   |
|------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|                                                            | Antal             | Våd<br>v.         | Tørv<br>.         | Antal              | Våd<br>v.         | Tørv<br>.         | Antal              | Våd<br>v.         | Tørv<br>.         | Antal              | Våd<br>v.         | Tørv<br>.         |
| <b>Bivalvia<br/>(muslinger)</b>                            | <b>36,0<br/>0</b> | <b>2,06</b>       | <b>1,15</b>       | <b>104,0<br/>0</b> | <b>29,4<br/>1</b> | <b>19,2<br/>4</b> | <b>158,0<br/>0</b> | <b>86,9<br/>2</b> | <b>60,2<br/>9</b> | <b>142,0<br/>0</b> | <b>6,96</b>       | <b>4,03</b>       |
| <b>Fobulina<br/>fabula</b>                                 | 28,00             | 2,02              | 1,12              | 30,00              | 0,08              | 0,45              | 44,00              | 3,07              | 1,74              | 72,00              | 6,66              | 3,81              |
| <b>Spisula<br/>subtruncata</b>                             |                   |                   |                   | 60,00              | 15,5<br>8         | 9,81              | 30,00              | 9,56              | 6,51              | 8,00               | 0,09              | 0,08              |
| <b>Tellimya<br/>ferruginosa</b>                            |                   |                   |                   |                    |                   |                   |                    |                   |                   | 16,00              | 0,10              | 0,07              |
| <b>Myselia<br/>bidentatu</b>                               | 6,00              | 0,03              | 0,03              | 2,00               |                   |                   | 20,00              | 0,08              | 0,06              | 46,00              | 0,11              | 0,07              |
| <b>Chamelea<br/>galling</b>                                |                   |                   |                   |                    |                   |                   | 2,00               | 0,18              | 0,15              |                    |                   |                   |
| <b>Ensis leei</b>                                          |                   |                   |                   |                    |                   |                   | 52,00              | 5,01              | 2,25              |                    |                   |                   |
| <b>Mytilus<br/>edulis</b>                                  | 2,00              |                   |                   |                    |                   |                   | 2,00               |                   |                   |                    |                   |                   |
| <b>Ensis sp.</b>                                           |                   |                   |                   | 2,00               | 0,62              | 0,30              |                    |                   |                   |                    |                   |                   |
| <b>Carastoder-<br/>ma edule</b>                            |                   |                   |                   | 6,00               | 7,52              | 5,10              | 8,00               | 69,0<br>2         | 49,5<br>8         |                    |                   |                   |
| <b>Macoma<br/>balthica</b>                                 |                   |                   |                   | 4,00               | 4,89              | 3,58              |                    |                   |                   |                    |                   |                   |
| <b>Echinoidea<br/>(søpindsvin)</b>                         | <b>4,00</b>       | <b>21,3<br/>9</b> | <b>10,4<br/>6</b> |                    |                   |                   |                    |                   |                   | <b>16,00</b>       | <b>58,2<br/>3</b> | <b>33,1<br/>6</b> |
| <b>Echinocardi-<br/>um corda-<br/>tum</b>                  | 4,00              | 21,3<br>9         | 10,4<br>6         |                    |                   |                   |                    |                   |                   | 16,0               | 58,2<br>3         | 33,1<br>6         |
| <b>Malacostra-<br/>ca (stor-<br/>krebs)</b>                | <b>12,0<br/>0</b> | <b>0,02</b>       |                   | <b>6,00</b>        | <b>0,02</b>       |                   | <b>34,00</b>       | <b>0,08</b>       | <b>0,01</b>       | <b>16,00</b>       | <b>0,02</b>       | <b>0,01</b>       |
| <b>Bathyporeia<br/>elegans</b>                             |                   |                   |                   |                    |                   |                   | 2,00               |                   |                   |                    |                   |                   |
| <b>Iphinoe<br/>trispinosa</b>                              |                   |                   |                   |                    |                   |                   | 2,00               |                   |                   |                    |                   |                   |
| <b>Synchelidi-<br/>um haploch-<br/>eles</b>                | 6,00              | 0,01              |                   |                    |                   |                   | 2,00               | 0,01              |                   |                    |                   |                   |
| <b>Bathyporeia<br/>pilosa</b>                              | 4,00              | 0,01              |                   |                    |                   |                   |                    |                   |                   |                    |                   |                   |
| <b>Bathyporeia<br/>quilliamso-<br/>niana</b>               | 2,00              |                   |                   | 2,00               |                   |                   | 6,00               | 0,01              |                   |                    |                   |                   |
| <b>Atylus<br/>swammer-<br/>dami</b>                        |                   |                   |                   |                    |                   |                   | 6,00               | 0,02              |                   |                    |                   |                   |
| <b>Atylus falca-<br/>tus</b>                               |                   |                   |                   |                    |                   |                   | 4,00               | 0,01              |                   |                    |                   |                   |
| <b>Urothoe<br/>grimaldi</b>                                |                   |                   |                   |                    |                   |                   | 6,00               | 0,01              |                   | 16,00              | 0,02              | 0,01              |
| <b>Nototropis</b>                                          |                   |                   |                   | 2,00               | 0,01              |                   |                    |                   |                   |                    |                   |                   |

| Område –<br>Blåvand<br>(antal og<br>vægt /m2) | 1999   |           |           | 2000  |           |           | 2001   |           |           | 2004   |           |           |
|-----------------------------------------------|--------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| Klasse/art                                    | Antal  | Våd<br>v. | Tørv<br>. | Antal | Våd<br>v. | Tørv<br>. | Antal  | Våd<br>v. | Tørv<br>. | Antal  | Våd<br>v. | Tørv<br>. |
| swammer-<br>damei                             |        |           |           |       |           |           |        |           |           |        |           |           |
| Lamprops<br>fasciata                          |        |           |           | 2,00  |           |           | 4,00   | 0,01      |           |        |           |           |
| Diastylis<br>bradyi                           |        |           |           |       |           |           | 2,00   | 0,01      |           |        |           |           |
| Nemertini                                     |        |           |           |       |           |           | 2,00   | 0,04      | 0,01      |        |           |           |
| Nemertini<br>ident.                           |        |           |           |       |           |           | 2,00   | 0,04      | 0,01      |        |           |           |
| Polychaeta<br>(havbørste-<br>orm)             | 162,00 | 2,70      | 0,61      | 70,00 | 1,25      | 0,24      | 138,00 | 1,19      | 0,24      | 160,00 | 1,08      | 0,20      |
| Magelona<br>mirabilis                         | 46,00  | 0,24      | 0,04      | 8,00  | 0,02      |           | 14,00  | 0,06      | 0,01      | 4,00   | 0,02      |           |
| Ophelia<br>borealis                           |        |           |           |       |           |           | 2,00   | 0,01      |           |        |           |           |
| Spiophanes<br>bombyx                          | 46,00  | 0,45      | 0,18      | 6,00  | 0,03      | 0,01      | 36,00  | 0,27      | 0,08      | 60,00  | 0,22      | 0,05      |
| Scolecopsis<br>bonnieri                       |        |           |           | 2,00  | 0,01      |           |        |           |           |        |           |           |
| Scoloplos<br>armiger                          | 18,00  | 0,82      | 0,21      |       |           |           | 2,00   | 0,01      |           | 14,00  | 0,13      | 0,03      |
| Spio sp.                                      |        |           |           | 2,00  |           |           |        |           |           |        |           |           |
| Nephtys<br>hombergii                          | 14,00  | 0,50      | 0,07      | 50,0  | 0,95      | 0,17      | 0,56   | 0,80      | 0,14      | 30,00  | 0,62      | 0,10      |
| Nephtys<br>caeca                              | 6,00   | 0,66      | 0,11      | 2,00  | 0,24      | 0,05      |        |           |           |        |           |           |
| Lanice con-<br>chilega                        |        |           |           |       |           |           |        |           |           | 4,00   | 0,03      |           |
| Spio marti-<br>nensis                         | 26,0   | 0,03      |           |       |           |           | 22,0   | 0,02      |           | 38,00  | 0,05      | 0,01      |
| Scolecopsis<br>squamata                       | 2,00   | 0,01      |           |       |           |           |        |           |           |        |           |           |
| Pygospio<br>elegans                           | 4,00   |           |           |       |           |           | 4,00   |           |           |        |           |           |
| Chaetozone<br>sp.                             |        |           |           |       |           |           | 2,00   | 0,01      |           |        |           |           |
| Antinoella<br>sarsi                           |        |           |           |       |           |           |        |           |           | 2,0    |           |           |
| Phyllodoce<br>mucosa                          |        |           |           |       |           |           |        |           |           | 2,00   | 0,01      |           |
| Eumida<br>sanguinea                           |        |           |           |       |           |           |        |           |           | 4,00   |           |           |
| Glycara sp.                                   |        |           |           |       |           |           |        |           |           | 2,00   |           |           |
| Hovedtotal                                    | 107    | 13        | 6         | 90    | 15        | 10        | 166    | 44        | 30        | 167    | 33        | 19        |
| Total artsan-<br>tal                          | 15     |           |           | 15    |           |           | 25     |           |           | 16     |           |           |

Tabel 2-1. Bundfaunadata fra Miljøstyrelsens station ud for Blåvand fra perioden 1999-2001 og 2004. Antal og vægt er angivet pr. m<sup>2</sup>. Rød farve angiver de dominerende arter, som forekommer alle fire år<sup>15</sup>.

Kun få arter forekom i alle fire år: Stribet tallerkenmusling (*Fabulina fabula*) og havbørsteormene *Spiohanes bombyx*, *Nephtys hombergii* og *Magelonia mirabilis*. Selv for de arter der forekom hvert år, var der stor variation i individantal og specielt biomasse (gange ti i forskel) mellem årene.

Knivmusling blev observeret i ét ud af fire år (2000) med få individer (to individer/m<sup>2</sup>). Knivmusling blev dog ikke bestemt til art. Det er derfor uvist om der var tale om de almindelige danske knivmuslingearter, eller om der var tale om den invasive art amerikansk knivmusling (*Ensis leei*).

Bundfaunasamfundet kunne generelt karakteriseres som et Venussamfund med karakteristiske arter såsom stribet venusmusling (*Chamelea gallina*), sømus (*Echinocardium cordatum*), stribet tallerkenmusling (*Fabulina fabula*) og forskellige havbørsteormearter<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Aarhus Universitet. Overfladevandsdatabasen ODA. <https://odaforalle.au.dk>

### 2.1.2 Vestkysten nord for Blåvand

Eksisterende forhold for bundfauna på lavt vand (fire til ti meter) langs Vestkysten beskrives her med udgangspunkt i de tilgængelige data indhentet fra Miljøstyrelsen og DTU Aqua:

- Houvig
- Jammerbugt (1104, 1106, 1110)
- Tannis Bugten (2204, 2206, 2210)
- DTU Aqua ud for Agger Tange
- DTU Aqua ud for "Fjaltring"

Stationernes placering langs Vestkysten kan ses på Figur 1-1. Houvig-stationen er tættest på Blåvand og ligger ca. 70 km nord for Blåvand på Vestkysten.

Eksisterende data viser generelt store naturlige udsving i antallet af arter, individer og biomasse fra år til år på den enkelte station, ligesom der generelt ses en stigning med stigende dybde og færrest arter og individer på lavt vand pga. den kraftige bølgepåvirkning (Figur 2-1, Figur 2-2 og Figur 2-3).

Antallet af bundfaunaarter, individer og biomasse på stationerne nord for Limfjorden i Jammerbugt og Tannis Bugten ligger generelt højt i forhold til tilsvarende data på Vestkysten (Lodbjerg-Nymindesgab strækningen) syd for Limfjorden. Eksisterende data fra Vestkysten omfatter undersøgelser udført af DTU Aqua ved Agger Tange (delstrækning 1), ved Fjaltring (delstrækning 3) og Miljøstyrelsens station ved Houvig, som ligger tættest på Blåvand.

KystAtlas<sup>17</sup> viser, at strækningen Lodbjerg-Nymindesgab generelt er udsat for stor til meget stor kronisk erosion, hvorimod Jammerbugten og Tannis Bugten har større strækninger med fremrykning, og mindre strækninger med moderat, stor og meget stor kronisk erosion af kysten. Lodbjerg-Nymindesgab er således fra naturens side den mest dynamiske kyst og udsat for større bølgepåvirkning og erosion end generelt for kyststrækningerne ved Jammerbugten og Tannis Bugt.

De dominerende arter med højest individantal, som er til stede i mere end 50 % af årene i tidsserien for stationerne, er præsenteret i Tabel 2-3. Individantallet er domineret af havbørsteormen *Magelona mirabilis*, sribet tallerkenmusling *Fabulina fabula* og tangloppen *Urothoe grimaldi*. Biomasse-mæssigt dominerer muslingerne sribet tallerkenmusling *Fabulina fabula*, venusmusling *Camalea gallina* og alm. tallerkenmusling *Angulus tenuis*. Disse arter er alle robuste arter, som tåler eksponering, og er almindelige på det lave vand på sandbunden i Nordsøen og Kattegat<sup>18</sup>.

Bundfaunadata fra DTU Aquas undersøgelser ved Agger Tange og Fjaltring og Miljøstyrelsens data fra Houvig (Figur 2-1, Figur 2-2 og Figur 2-3) viser, at havbørsteormen *Scolecopsis squamata* og tanglopperne *Pontocrates altamarinus* og *Bathyporeia pelagica* generelt dominerede individantallet på alle dybder; biomassen er ikke angivet for DTU Aquas data. *Scolecopsis squamata* er almindelig på det lidt dybere stratum, foretrækker fint sand og er almindelig langs Vestkysten og i

<sup>16</sup> Gyldendal den store danske. Havdyresamfund.

[http://denstoredanske.dk/Natur\\_og\\_miljø/C3%B8/C3%98kologi/havdyresamfund](http://denstoredanske.dk/Natur_og_miljø/C3%B8/C3%98kologi/havdyresamfund).

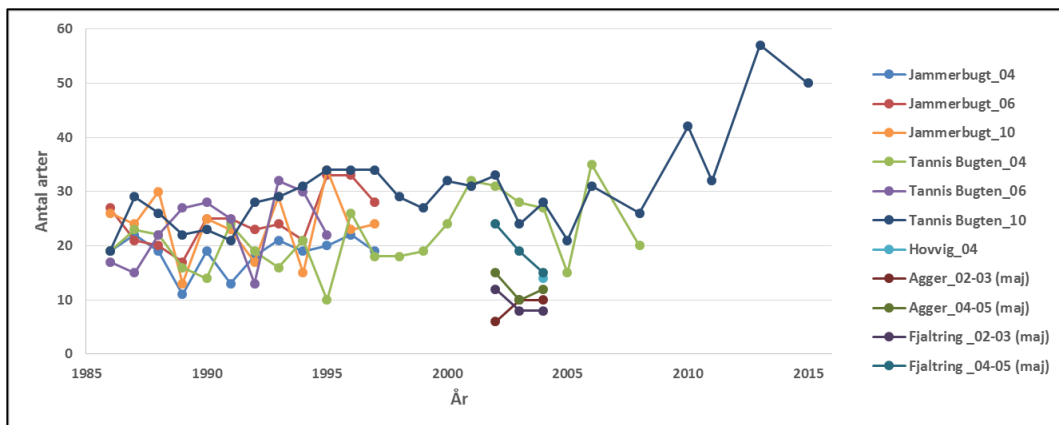
<sup>17</sup> Kystdirektoratets Kystatlas, 2018.

<http://kms.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=8669133b3f4842b7a9a19fb24b08ffd5>

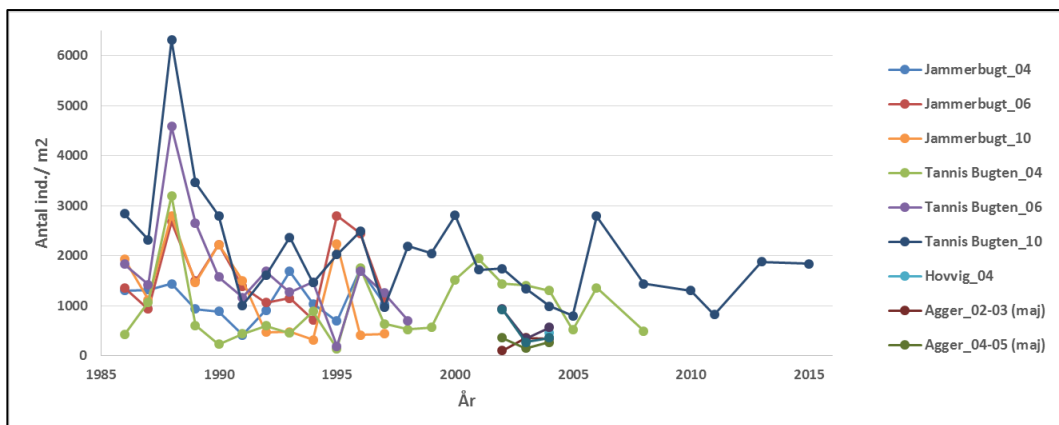
<sup>18</sup> Jensen og Spærck. (1934). Bløddyr II. Saltvandsmuslinger. Danmarks Flora. Dansk Naturhistorisk Forening. G.E.C. Gaads Forlag – København.

Vadehavet<sup>19</sup>. Tanglopperne *Pontocrates altamarinus* og *Bathyporeia pelagica* er robuste arter, som kan bevæge sig frit i vandsøjlen og hurtigt grave sig ned<sup>20</sup>.

På Miljøstyrelsens station Houvig tættest på Blåvand dominerer amerikansk knivmusling (*Ensis leei*), slimbændelen *Nermatini indet*, havbørsteormene *Nephtys caeca* (foretrækker lidt mere siltet og mindre eksponeret bund) og *Nephtys longosetosa* biomassen, hvilket indikerer en lidt mere siltet og mindre eksponeret havbund sammenlignet med de øvrige stationer.



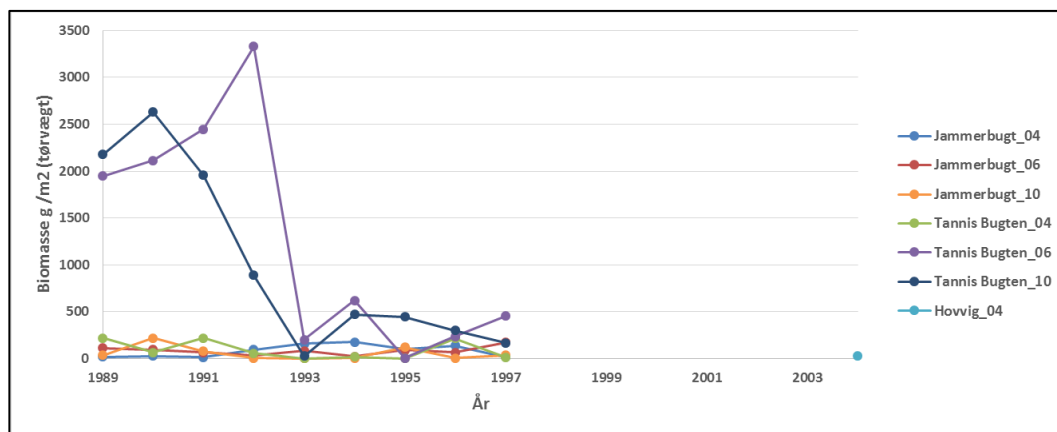
Figur 2-1. Antal bundfaunaarter for Jammerbugt (4, 6 og 10 meters dybde), Tannis Bugten (4, 6, 10 meters dybde), Houvig (4 meters dybde), og DTU Aquas undersøgelser ved Agger Tange (1-7 meter) og Fjaltring (1-7 meter). Dybden er angivet i legenden på figuren. Data for Jammerbugten, Tannis Bugten og Houvig er fra april-juni inden gydningen. DTU Aquas data er her fra maj for at gøre det muligt at sammenligne med Miljøstyrelsens stationer. Bemærk at stigningen på Jammerbugten stationen i artsantal i perioden 2010-2015 formodentligt skyldes et større prøvetagningsareal (dobbel så stort fra 20 til 42 prøver på 10 meter). DTU Aquas data er angivet for maj for sammenlignelighed med prøvetagningen på Miljøstyrelsens stationer (april-juni).



Figur 2-2. Gennemsnitlig individtæthed af bundfauna (individer m<sup>-2</sup>) for Jammerbugt (fire, 6 og 10 meters dybde), Tannis Bugten (4, 6, 10 meters dybde), Houvig (fire meters dybde), samt DTU Aquas undersøgelser ved Agger Tange (1-7 meter) og Fjaltring (1-7 meter). Dybden er angivet i legenden på figuren.

<sup>19</sup> Worms, World Register of Marine Species. <http://www.marinespecies.org/>

<sup>20</sup> DFU (2005), Kystfordring og godt fiskeri, Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. DFU-rapport nr. 156-05.



Figur 2-3. Biomasse i gram pr. m<sup>2</sup> tørvægt for Jammerbugt (4, 6 og 10 meters dybde), Tannis Bugten (4, 6, 10 meters dybde) og Houvig (fire meters dybde). Dybden er angivet i legenden på figuren. Biomassen er ikke angivet i DTU Aquas data.

I nedenstående 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. Miljøstyrelsens station ved Houvig ligger tættest på strækningen ved Blåvand (ca. 70 km nord for).

| Område (år) og dybde       | 5 arter med højest antal individer og tilstede min. 50 % af alle år                                                                                                | 5 arter med den højeste biomasse (tørvægt) og tilstede min. 50 % af alle år                                                                                         |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Jammerbugt_04m</b>      | <i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Magelona mirabilis</i><br><i>Urothoe grimaldi</i> (S)<br><i>Spiophanes bombyx</i><br><i>Bathyporeia elegans</i> (S)               | <i>Echinocardium cordatum</i> (SP)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Angulus tenuis</i> (M)<br><i>Spiophanes bombyx</i><br><i>Nephtys hombergii</i>               |
| <b>Jammerbugt_06m</b>      | <i>Magelona mirabilis</i><br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Spiophanes bombyx</i><br><i>Urothoe grimaldi</i> (S)<br><i>Bathyporeia guillamsoniana</i> (S)        | <i>Echinocardium cordatum</i> (SP)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Chamelea gallina</i> (M)<br><i>Spiophanes bombyx</i><br><i>Lanice conchilega</i>             |
| <b>Jammerbugt_10m</b>      | <i>Magelona mirabilis</i><br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Urothoe grimaldi</i> (S)<br><i>Spiophanes bombyx</i><br><i>Nephtys hombergii</i>                     | <i>Echinocardium cordatum</i> (SP)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Chamelea gallina</i> (M)<br><i>Angulus tenuis</i> (M)<br><i>Magelona mirabilis</i>           |
| <b>Tannis Bugten_04m</b>   | <i>Spisula subtruncata</i> (M)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Bathyporeia elegans</i> (S)<br><i>Magelona mirabilis</i><br><i>Urothoe grimaldi</i> (S)         | <i>Spisula subtruncata</i> (M)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Angulus tenuis</i> (M)<br><i>Nephtys longosetosa</i><br><i>Magelona mirabilis</i>                |
| <b>Tannis Bugten_06m</b>   | <i>Spisula subtruncata</i> (M)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Urothoe grimaldi</i> (S)<br><i>Echinocardium cordatum</i> (SP)<br><i>Magelona mirabilis</i>     | <i>Spisula subtruncata</i> (M)<br><i>Echinocardium cordatum</i> (SP)<br><i>Chamelea gallina</i> (M)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Polinices polianus</i> (SN) |
| <b>Tannis Bugten_10m</b>   | <i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Magelona mirabilis</i><br><i>Echinocardium cordatum</i> (SP)<br><i>Tellimya ferruginosa</i> (M)<br><i>Sigalion mathildae</i>      | <i>Spisula subtruncata</i> (M)<br><i>Echinocardium cordatum</i> (SP)<br><i>Chamelea gallina</i> (M)<br><i>Fabulina fabula</i> (M)<br><i>Polinices polianus</i> (SN) |
| <b>Houvig_04m</b>          | <i>Bathyporeia elegans</i> (S)<br><i>Pontocrates altamarinus</i> (S)<br><i>Ensis leei</i> (M)<br><i>Nephtys caeca</i><br><i>Scolecopsis squamata</i>               | <i>Ensis leei</i> (M)<br><i>Nemertini indet.</i> (SB)<br><i>Nephtys caeca</i><br><i>Nephtys longosetosa</i><br><i>Bathyporeia elegans</i> (S)                       |
| <b>Agger Tange_2002_2m</b> | <i>Scolecopsis squamata</i><br><i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Mytilus edulis</i> (M)<br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Gastrosaccus spinifer</i> (S) | N/A                                                                                                                                                                 |
| <b>Agger Tange_2002_5m</b> | <i>Magelona mirabilis</i><br><i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)                                                                    | N/A                                                                                                                                                                 |

| Område (år) og dybde  | 5 arter med højest antal individer og tilstede min. 50 % af alle år                                                                                                         | 5 arter med den højeste biomasse (tørvægt) og tilstede min. 50 % af alle år |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                       | <i>Scolelepis squamata</i><br><i>Nephtys hombergi</i>                                                                                                                       |                                                                             |
| Agger Tange_2003_2m   | <i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Mysidae sp. (juvenile)</i> (S)<br><i>Scolelepis squamata</i><br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Pontocrates arenarius</i> (S)   | N/A                                                                         |
| Agger Tange_2003_5m   | <i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Scolelepis squamata</i><br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Nephtys longosetosa</i><br><i>Magelona mirabilis</i>                 | N/A                                                                         |
| Agger Tange_2004_2m   | <i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Scolelepis squamata</i><br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Pontocrates altamarinus</i> (S)<br><i>Pontocrates arenarius</i> (S)  | N/A                                                                         |
| Agger Tange_2004_4,5m | <i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Scolelepis squamata</i><br><i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Magelona mirabilis</i><br><i>Nephtys longosetosa</i>                 | N/A                                                                         |
| Fjaltring _2002_2m    | <i>Scolelepis squamata</i><br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Pontocrates altamarinus</i> (S)<br><i>Mysidae sp. (juvenile)</i> (S) | N/A                                                                         |
| Fjaltring _2002_5m    | <i>Ensis leei</i> (M)<br><i>Spiophanes bombyx</i><br><i>Magelona mirabilis</i><br><i>Scolelepis squamata</i><br><i>Spio filicornis</i>                                      | N/A                                                                         |
| Fjaltring _2003_2m    | <i>Scolelepis squamata</i><br><i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Pontocrates arenarius</i> (S)<br><i>Ophelia borealis</i>             | N/A                                                                         |
| Fjaltring _2003_5m    | <i>Ensis leei</i> (M)<br><i>Magelona mirabilis</i><br><i>Scolelepis squamata</i><br><i>Nephtys longosetosa</i><br><i>Lanice conchilega</i>                                  | N/A                                                                         |
| Fjaltring _2004_2m    | <i>Scolelepis squamata</i><br><i>Bathyporeia pelagica</i> (S)<br><i>Haustorius arenarius</i> (S)<br><i>Pontocrates arenarius</i> (S)<br><i>Pontocrates altamarinus</i> (S)  | N/A                                                                         |

Tabel 2-2. Oversigt over de fem mest dominerende arter fra områderne Jammerbugt, Tannis Bugt, Houvig, 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 tilhører klassen Havbørsteorme.



### 3. DATA FRA FELTUNDERSØGELSEN I 2018

I det følgende præsenteres databehandling og statistiske analyser for bundfaunadata fra prøvetagningsområdet Blåvand.

#### 3.1.1 Sedimentprøver og kornstørrelsesfordeling

Feltundersøgelser i oktober 2018 og eksisterende data viser, at sedimentet i prøvetagningsområderne fra strækningen ved Blåvand alle er taget i den strandnære zone (1-1,4 meters dybde) og består af fint sand (middelkornstørrelse mellem 0,13-0,20 mm). Sedimentet har et lavt indhold af organisk stof, illustreret ved et lavt glødetab (0,5-0,8 %) og en lav andel af silt/ler (0-0,3 %). Sedimentanalyserne fremgår af afsnit 5.

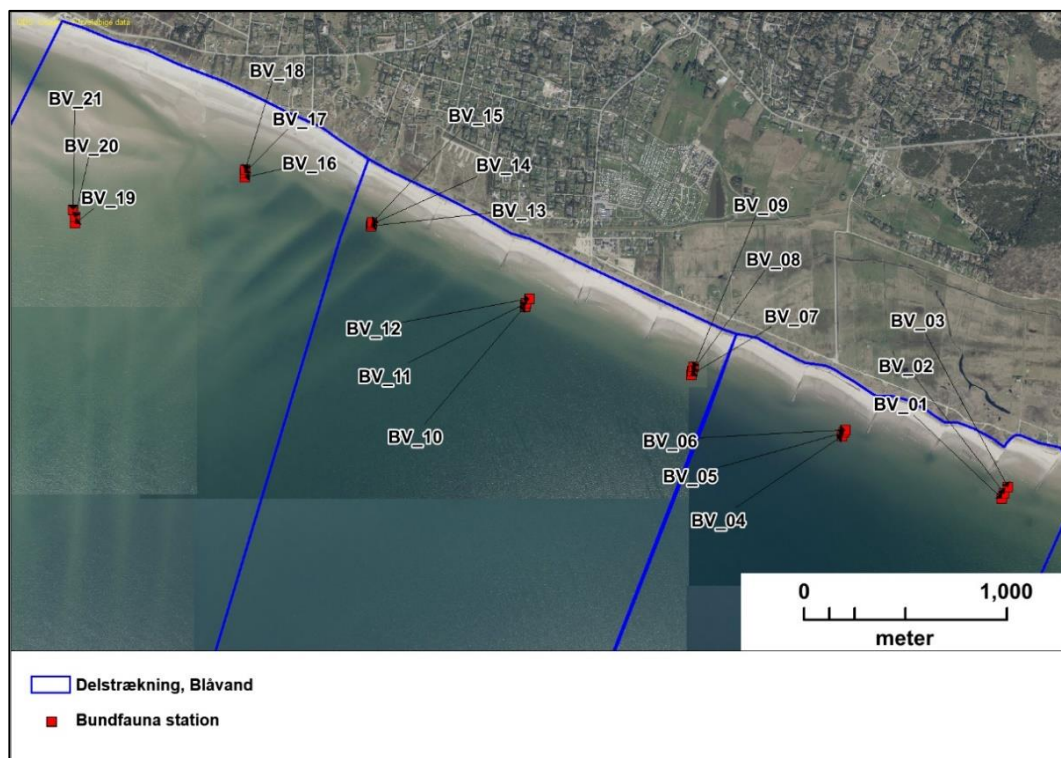
Sedimentprøverne udgør et øjebliksbillede, men middelkornstørrelserne mellem 0,13 til 0,2 mm, svarende til fint sand, ligger indenfor middelkornstørrelserne fra en undersøgelse af sedimentet langs med Vestkysten i 1999<sup>21</sup>. I denne undersøgelse fandtes ligeledes et meget ensartet sediment fra 0-6 meters dybde og med ubetydelig variation over året.

#### 3.1.2 Bundfauna

Der var dyr i samtlige 21 bundfaunaprøver indsamlet ved Blåvand. Figur 2-4 viser, hvor prøverne er indsamlet, mens man på Tabel 2-3 og Tabel 2-3 kan se hvilke prøver, som var uden dyr samt arts- og individantal i de enkelte bundfaunaprøver.

For prøvetagningsområdet Blåvand blev der i alt bestemt 487 dyr (1622 individer pr. m<sup>2</sup>) fordelt på 18 arter (Tabel 1-2 og Tabel 2-4). Individtætheden var stærkt domineret af Amerikansk knivmusling *Ensis leei* (52%), tangloppen *Urothoe poseidonis* (21%) samt havbørsteormen *Magelona mirabilis* (9%), som tilsammen udgjorde 82% af alle observerede individer. Alle øvrige arter udgjorde mindre end 5% af individantallet.

<sup>21</sup> Kystinspektoret, 1999. Sedimentanalyse, Vestkysten 1999. Kystinspektoret, Trafikministeriet.



Figur 2-4. Bundfauna prøver indsamlet i prøvetagningsområdet Blåvand i 2018.

Den samlede biomasse (g tørvægt) i de 21 prøver var 27 g (89 g pr. m<sup>2</sup>). Biomassen var ligesom tætheden stærkt domineret af Amerikansk knivmusling *Ensis leei* (90%), mens Almindelig tallerkenmusling og havbørsteormen *Lanice (Lanice conchilega)* begge udgjorde 3% af biomassen (g. tørvægten) (Tabel 2-3). Alle øvrige arter udgjorde mindre end 1% af biomassen målt i gram tørvægt.

I prøverne fra feltundersøgelsen i 2018 er i individantallet ca. ti gange større og biomassen ca. 2-3 gange større end fundet på Miljøstyrelsens station ud for Blåvand i 1999-2001 og 2004 (Tabel 2-1). Artsantallet ligger til gengæld indenfor variation fundet på Miljøstyrelsens station ved Blåvand. Det større individantal og biomassen skyldes stærk dominans af små individer af den amerikanske knivmusling. Sammenlignes bundfaunasamfundet i 2018 med miljøstyrelsens stationer ved Blåvand og nord på langs Vestkysten op til Limfjorden er det, bortset fra Amerikansk knivmusling, generelt de samme arter, der dominerer individantallet. Amerikansk knivmusling kan ses på Figur 2-5. Undersøgelser i forbindelse med VVM for Horns Rev III havmøllepark viser også dominans af bl.a. amerikansk knivmusling, og at de er et foretrukket fødeemne for sorttænderne i området<sup>22</sup>.

*Amerikansk knivmusling kom til Europa fra Amerika omkring 1980 som larver i ballastvand på skibe. I dag er arten den mest almindelige knivmusling i Danmark. Den findes i store bestande ved Vestkyst, Vadehavet, i Limfjorden og ved kysterne i den nordlige del af Kattegat. Muslingen lever normalt i tidevandszonen nedgravet i sandbunden. Man finder ofte skallerne i opskyllet på stranden<sup>23</sup>.*

<sup>22</sup> Naturstyrelsen og Energistyrelsen. (2014). Havmøllepark Horns Rev 3. VVM redegørelse og miljørapport. Del 0: ikke teknisk resumé. Naturstyrelsen og Energistyrelsen

<sup>23</sup> Naturportalen. Amerikansk knivmusling. <http://www.naturportalen.dk/temaer/danmarks-dyr/bl%C3%B8ddyr/item/amerikansk-knivmusling>

Mange af arterne såsom tanglopperne *Bathyporeia elegans* og *Urothoe poseidonis* er gode grave-re og er meget mobile både på bunden og i vandfasen<sup>24,25,26</sup>. Havbørsteormen *Magelona mirabilis* er typisk nedgravet i fint sand og findes fra 0-32 meters dybde. Arten er tilpasset ustabile områder med stærk strøm, bølgeaktivitet og mobilt sediment og kan forekomme i stort antal, hvor miljøet tillader det<sup>27</sup>.



Figur 2-5. Amerikansk knivmusling (*Ensis leei*).<sup>28 29</sup>

De fundne arter er generelt hårdføre arter, der er tilpasset livet på den eksponerede, bølgeudsatte og tidevandspåvirkede kyst ved Blåvand. De observerede arter er desuden almindelige ved Vestkysten og i Nordsøen. Ingen af arterne er fredede eller rødlistede i Danmark.

<sup>24</sup> DFU. (2005). Kystfodring og godt fiskeri. Undersøgelse af strandnær kystfodring ved Agger Tange. *DFU-rapport nr. 171-07*. Danmarks Fiskeriundersøgelser.

<sup>25</sup> Jensen og Spärck. (1934). Bløddyr II. Saltvandsmuslinger. Danmarks Flora. Dansk Naturhistorisk Forening. G.E.C. Gaads Forlag – København.

<sup>26</sup> Worms register. (2018). Worms register of marine species, website visited november 2018.

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=131177>.

<sup>27</sup> Ballerstedt. (2005). Scoloplos armiger A bristleworm. In Tyler-Walters H. and Hiscock K (eds) Marine life information network: Biology and sensitivity key information reviews. Plymouth: Marine biological association of the United Kingdom. <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1721>

<sup>28</sup> Vadehavsentret, porten til UNESCO verdensarv. <https://www.vadehavsentret.dk/de/startseite>

<sup>29</sup> WaddenSeaCenter.dk

| Område                          | Konservering | Prøveredskab   | Delprøver      | Areal (m²)      |          | Arter        |              |            |
|---------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|----------|--------------|--------------|------------|
| Blåvand                         | Ethanol      | Haps           | 21             | 0,3003          |          | 18           |              |            |
|                                 |              |                |                |                 |          |              |              |            |
| Klasse/art                      | Sum af antal | Sum af vådvægt | Sum af tørvægt | Gnm.sn. våd/tør | Antal/m² | Vådvægt g/m² | Tørvægt g/m² | AMBI-værdi |
| Bivalvia (muslinger)            | 259          | 65,878         | 24,711         | 2,477           | 862,471  | 219,375      | 82,289       |            |
| <i>Fabulina fabula</i>          | 1            | 0,027          | 0,014          | 1,901           | 3,330    | 0,089        | 0,047        | 1          |
| <i>Angulus tenuis</i>           | 7            | 1,586          | 0,815          | 1,962           | 23,310   | 5,282        | 2,713        | 1          |
| <i>Ensis leei</i>               | 251          | 64,265         | 23,883         | 2,652           | 835,831  | 214,003      | 79,529       | 1          |
| Malacostraca (Storkrebs)        | 130          | 2,786          | 0,700          | 6,103           | 432,900  | 9,276        | 2,331        |            |
| <i>Bathyporeia elegans</i>      | 22           | 0,033          | 0,005          | 6,856           | 73,260   | 0,109        | 0,017        | 1          |
| <i>Urothoe poseidonis</i>       | 103          | 0,334          | 0,067          | 5,433           | 342,990  | 1,112        | 0,224        | 1          |
| <i>Synchelidium haplocheles</i> | 2            | 0,003          | 0,000          | 8,250           | 6,660    | 0,011        | 0,001        | 1          |
| <i>Cranqon cranqon</i>          | 3            | 2,416          | 0,627          | 3,813           | 9,990    | 8,044        | 2,089        | 1          |
| Nemertini                       | 3            | 0,022          | 0,005          | 5,671           | 9,990    | 0,074        | 0,017        |            |
| Nemertini indet.                | 3            | 0,022          | 0,005          | 5,671           | 9,990    | 0,074        | 0,017        | 3          |
| Polychaeta (Havbørsteorm)       | 95           | 4,840          | 1,245          | 5,369           | 316,350  | 16,116       | 4,147        |            |
| <i>Nephtys cirrosa</i>          | 10           | 0,362          | 0,051          | 6,768           | 33,300   | 1,204        | 0,170        | 2          |
| <i>Spiophanes bombyx</i>        | 3            | 0,012          | 0,002          | 5,854           | 9,990    | 0,040        | 0,007        | 3          |
| <i>Nephtys hombergii</i>        | 9            | 0,212          | 0,042          | 6,057           | 29,970   | 0,705        | 0,139        | 2          |
| <i>Eteone longa</i>             | 1            | 0,001          | 0,000          | 6,000           | 3,330    | 0,004        | 0,001        | 3          |
| <i>Lanice conchilega</i>        | 18           | 3,059          | 0,723          | 4,461           | 59,940   | 10,187       | 2,406        | 2          |
| <i>Pectinaria koreni</i>        | 2            | 0,463          | 0,246          | 1,934           | 6,660    | 1,542        | 0,818        | 4          |
| <i>Magelona mirabilis</i>       | 43           | 0,709          | 0,179          | 4,425           | 143,190  | 2,360        | 0,597        | 1          |
| <i>Harmothoe lunulata</i>       | 2            | 0,010          | 0,001          | 7,488           | 6,660    | 0,033        | 0,004        | 2          |
| <i>Spio martinensis</i>         | 5            | 0,007          | 0,001          | 6,833           | 16,650   | 0,023        | 0,004        | 3          |
| <i>Capitella minima</i>         | 2            | 0,005          | 0,001          | 7,050           | 6,660    | 0,017        | 0,002        | 5          |
| Hovedtotal                      | 487          | 73,525         | 26,662         |                 | 1621,712 | 244,840      | 88,784       |            |

Tabel 2-3. Bundfaunadata fra strækningen, Blåvand prøvetaget i oktober 2018. AMBI-værdierne for arterne er inkluderet i tabellen<sup>30</sup>.

Havbørsteormen *Lanice* (*Lanice conchilega*) blev observeret i syv prøver i prøvetagningsområdet ved Blåvand svarende til et individantal på 70-420 individer/m<sup>2</sup> (gennemsnitlig 150 pr. m<sup>2</sup> for de forekomster).

*Lanice* er en tubeformende havbørsteorm (Polychaeta), der lever delvist nedgravet i havsedimentet. *Lanice* danner sit rør af en hinde med påhæftede sandkorn og sandstumper, der fungerer som camouflage, beskyttelse mod prædatorer og som afstiver (Figur 2-2). Røret danner en forgrenet ende, hvorfra havbørsteormens tentakler indsamler fødeemner i vandsøjlen<sup>31</sup>. Store forsamlinger af *Lanice* kan danne revlignende strukturer<sup>32</sup>, der kan fungere dels som vigtige fødeemner for fisk og fugle, men også som habitat for andre marine organismer, der kan søge ly og føde her, hvilket medfører en øget diversitet omkring disse strukturer<sup>33</sup>. Det Europæiske informationssystem for Natur (EUNIS) har klassificeret forekomst af havbørsteormen *Lanice* (*Lanice conchilega*) i EUNIS klasse "A2.245 *Lanice conchilega* in littoral sand"<sup>34</sup>. Arten er dog ikke fredet eller udpeget som en beskyttet naturtype/karakteristisk art ifølge Habitatdirektivet.

*Lanice* har et relativt højt individantal i nogle prøver fra feltundersøgelsen i oktober 2018, og der kan derfor forekomme områder i prøvetagningsområderne, der kan defineres som biogene *Lanice* rev. Det er ikke muligt at underbygge eller kvantificere forekomsten af biogene *Lanice* rev yderligere, da havbunden i forbindelse med feltundersøgelserne ikke blev kortlagt med video. En øget diversitet, som der tidligere er påvist i forbindelse med *Lanice* revstrukturer, som nævnt ovenfor,

<sup>30</sup> 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.

<sup>31</sup> Køie & Kristensen. (2014a). Havets dyr og planter, 2. udgave. Gyldendal

<sup>32</sup> Rebaut et al. (2009). Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. Helgoland Marine Research, 63(1), 37.

<sup>33</sup> De Smet et al. (2015). Biogenic reefs affect multiple components of intertidal soft-bottom benthic assemblages: the *Lanice conchilega* case study. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 152, 44-55.

<sup>34</sup> European Environment Agency. *Lanice conchilega* in littoral sand. <https://eunis.eea.europa.eu/habitats/1955>

kunne ikke eftervises ved nærmere analyse i nærværende undersøgelse. *Lanice* er meget almindelig i Danmark og forekommer vidt udbredt i Skagerrak og Nordsøen<sup>35</sup>.



Figur 2-6. *Lanice* på vadeblade og på havbunden i Nordsøen ud for Blåvand, vest Jylland.<sup>36</sup>

#### Artsdiversitet og økologiske indeks

Resultatet af udregningerne af artsdiversitets- og økologiske indeks udført på bundfaunadata indsamlet på strækningen ved Blåvand er præsenteret i Tabel 2-4.

| Parameter                              | Blåvand  |
|----------------------------------------|----------|
| Antal prøver                           | 21       |
| Prøver uden dyr                        | 0        |
| Antal (pr. m <sup>2</sup> )            | 1.621,71 |
| Antal arter (pr. 0,30 m <sup>2</sup> ) | 18       |
| Vådvægt (g/m <sup>2</sup> )            | 244,84   |
| Tørvægt (g/m <sup>2</sup> )            | 88,78    |
| Shannon H                              | 1,60     |
| Evenness J                             | 0,56     |
| AMBI                                   | 0,24     |
| DKI                                    | 0,75     |

Tabel 2-4. Dataoversigt for bundfauna i prøvetagningsområdet Blåvand.

Shannon Wiener diversiteten (artsdiversiteten) er beregnet til 1,60, hvilket er indenfor normalområdet, for de danske farvande, som typisk er 1,5-3,5. For at anvende dette indeks er det dog vigtigt, at man sammenligner 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 man ikke sammenligner resultaterne præsenteret i denne rapport 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.

<sup>35</sup> Miljøstyrelsen. (2018). Kortlægning af Natura 2000-områder Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2017-2018

<sup>36</sup> WIKIPEDIA og Orbicon.



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 uforurenede forhold, omfatter rovdyr samt bestemte rørboende børsteorme til GV: første-ordens opportunistiske arter der er hurtigtvoksende, tilpasset organiskberigelse og/eller 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).

Den beregnede AMBI-værdi for prøvetagningsområdet Blåvand (Tabel 2-4) indikerer, at infaunasamfundet er forarmet, og at området er uforstyrret<sup>37</sup>. Klassificeringen af området som uforstyrret skal ses som et udtryk for, at faunasammensætningen domineres af særligt Amerikansk knivmusling (*Ensis leei*) og storkrebsen *Urothoe poseidonis* (I), men at der også forekom havbørstearter tilhørende samtlige faunagrupper (I-V, se Tabel 2-3), hvoraf nogle arter tolererer en vis grad af forurening, er hurtigt voksende og/eller opportunistiske. Tilstedeværelsen af arter tilhørende faunagruppe III-V er ikke nødvendigvis et udtryk for forurening med f.eks. organisk stof (glødetabet i Blåvand prøvetagningsområdet er meget lavt 0,5-0,8 %), men mere et udtryk for at arten trives under en bred vifte af forhold, herunder også på en meget eksponeret kyststrækning.

DKI-indeks værdien beregnet for prøvetagningsområdet Blåvand 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 forstyrrelse af området, kombineret med diversiteten i form af Shannon-Wiener-indekset, der angiver den overordnede økologiske tilstand af området.

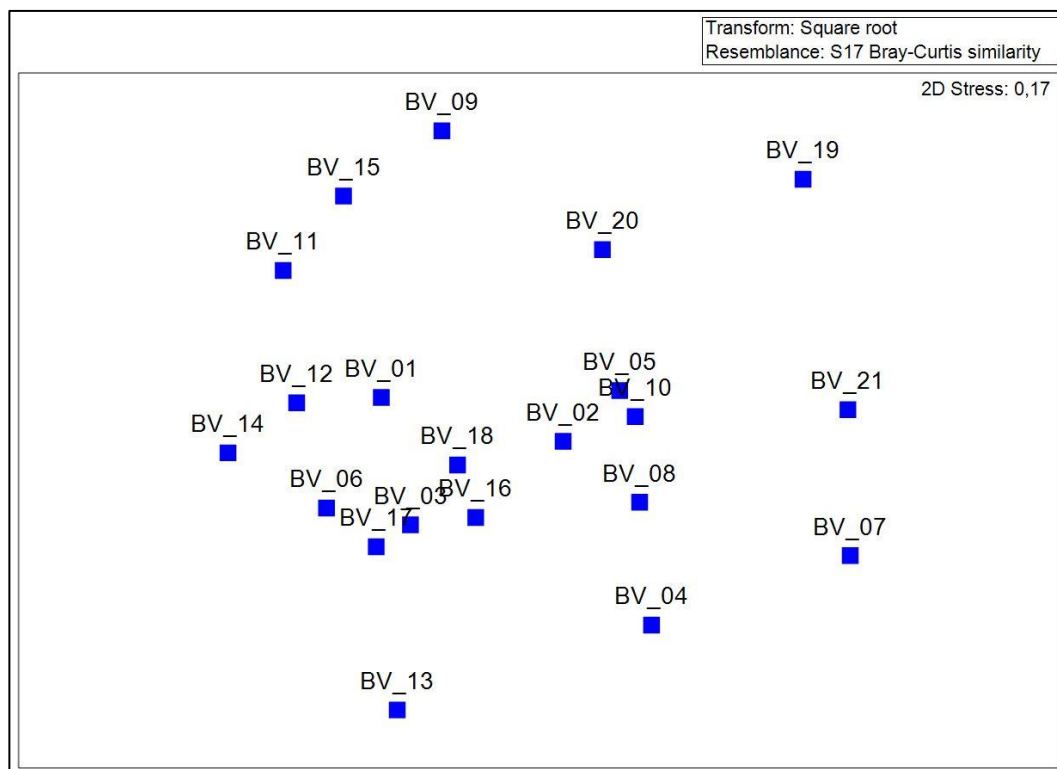
#### Styrende miljøvariable for bundfaunaen

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 Blåvand.

Antal af arter og diversitetsindekset afslører ikke, om sammensætningen af bundfauna ændrer sig mellem, hvor på kystprofilet prøverne er indsamlet. Alle prøver ved Blåvand er dog indsamlet samme sted på kystprofilet. Bray-Curtis-similaritetsindeks kan dog stadig anvendes til at undersøge, om der kan identificeres adskilte grupper, når man ser på alle stationer, som afbilledet på MDS-plottet (multi-dimensionel-skalering) på Figur 2-7. Adskilte grupperinger vil typisk være et udtryk for, at samfundet langs den undersøgte strækning er genstand for varierende miljøforhold.

<sup>37</sup> 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.





Figur 2-7. MDS-plot som giver en visuel præsentation af forskellighederne mellem prøverne indsamlet ved Blåvand ved hjælp af analyser lavet ud fra Bray-curtis similaritetsindex (Primer 7), som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfaunaprøver.

I MDS-plottet angives stresstallet for analysen (se afsnit 1.3.4). En værdi på 0,17 angiver at figuren godt kan anvendes til at identificere adskilte grupperinger mellem fordelingen af arterne og deres tæthed mellem de enkelte stationer. Ud fra figuren kan man se, at nogle stationer er mere ens end andre, men egentlige grupperinger i data kan ikke observeres.

Alle data er indsamlet samme sted på profilet, strandnært, og MDS plottet giver ikke anledning til at opdele data ud fra andre kriterier, hvorfor der ikke kan udføres en ANOMIS analyse for Blåvand.

Derimod kan man undersøge, om de indsamlede miljøvariable kan forklare de mindre forskelle, som der er i forekomster af bundfaunaarter og antal individer mellem de undersøgte stationer (DistLM, Primer 7).

De inkluderede miljøvariable var:

- Sorteringsgrad (D60/D10)
- Middelkornstørrelsen D50
- Silt/ler fraktionen (%)
- Glødetab (%)
- Dybde (m)

Ingen af de fem "miljøvariable" var signifikante og kunne således ikke forklare de mindre forskelle, som der var i arter og deres tætheder mellem prøverne. Dette skyldes med høj sandsynlighed, at miljøet og bundfaunasamfundet i samtlige prøver var meget ens. (DistLM marginaltest, hver variabel testet hver for sig, se Tabel 2-5).

| Variabel          | Bidrag (%) | Signifikans niveau (P) |
|-------------------|------------|------------------------|
| <b>Glødetab</b>   | 5,00       | 0,426                  |
| <b>D60/d10</b>    | 4,40       | 0,52                   |
| <b>D50</b>        | 2,1        | 0,86                   |
| <b>Ler/silt %</b> | 1,3        | 0,95                   |
| <b>Dybde (m)</b>  | 1,2        | 0,95                   |

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.

## 4. KOORDINATLISTE FOR FELTINDSAMLING

| Positioner Blåvand |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|
|                    | Position N (DDM) | Position Ø (DDM) |
| BV_01              | 55°31,997        | 8°09,949         |
| BV_02              | 55°32,010        | 8°09,960         |
| BV_03              | 55°32,028        | 8°09,975         |
| BV_04              | 55°32,157        | 8°09,204         |
| BV_05              | 55°32,166        | 8°09,212         |
| BV_06              | 55°32,172        | 8°09,217         |
| BV_07              | 55°32,312        | 8°08,497         |
| BV_08              | 55°32,322        | 8°08,503         |
| BV_09              | 55°32,333        | 8°08,510         |
| BV_10              | 55°32,487        | 8°07,722         |
| BV_11              | 55°32,496        | 8°07,728         |
| BV_12              | 55°32,508        | 8°07,740         |
| BV_13              | 55°32,693        | 8°06,999         |
| BV_14              | 55°32,699        | 8°07,003         |
| BV_15              | 55°32,704        | 8°07,007         |
| BV_16              | 55°32,819        | 8°06,411         |
| BV_17              | 55°32,829        | 8°06,410         |
| BV_18              | 55°32,837        | 8°06,413         |
| BV_19              | 55°32,692        | 8°05,622         |
| BV_20              | 55°32,708        | 8°05,622         |
| BV_21              | 55°32,726        | 8°05,615         |

## 5. LABORATORIEDATA FOR KORNSTØRRELSES- FORDELING

Orbicon  
Linnés Allé 2  
2630 Taastrup

Rapport nr.: 0324-1  
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 - 06.12.2018

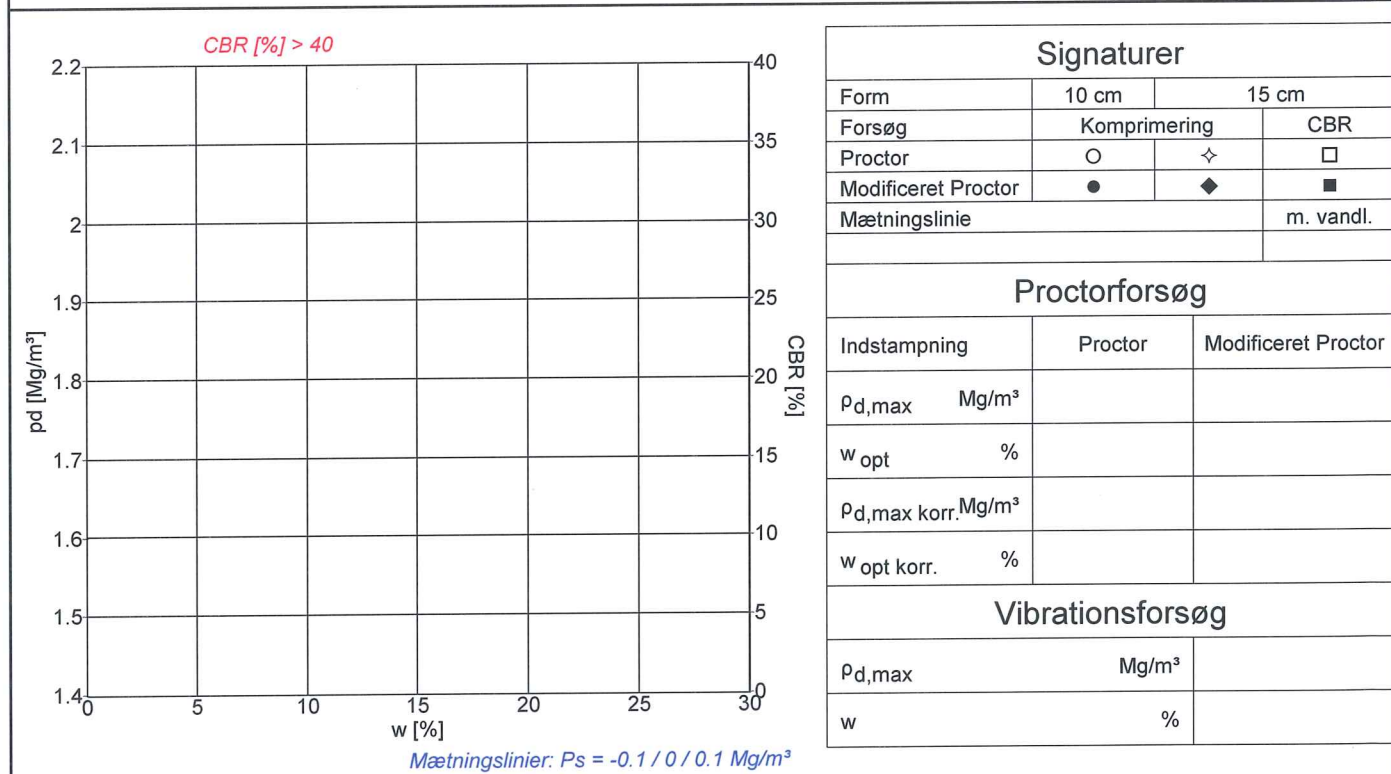
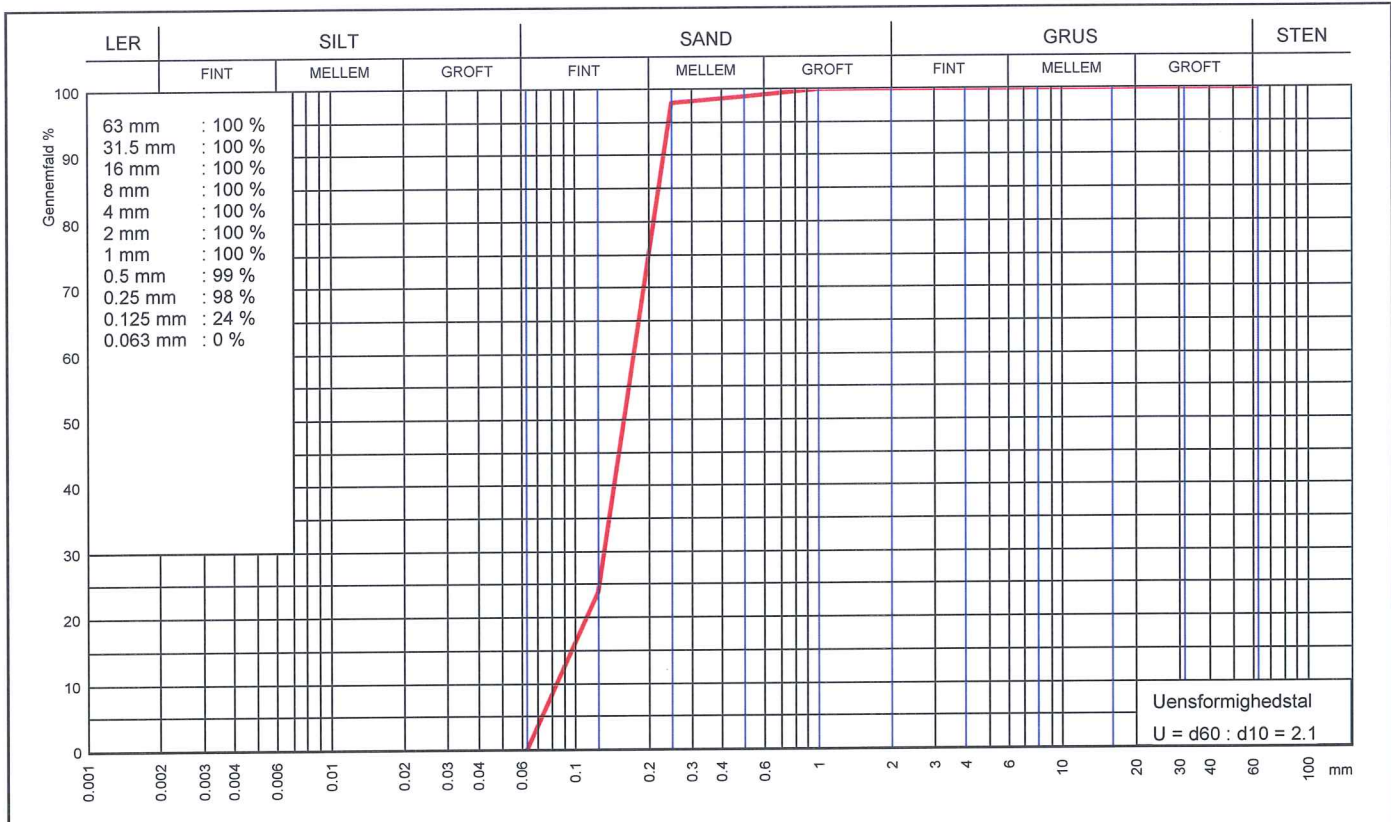
**Prøvningsresultat:** Fremgår af side 2 til 22

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.



|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0 %               | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>p</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>p</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.6 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,17              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk.: 6/12-18

Station / Boring

Dybde / Kote

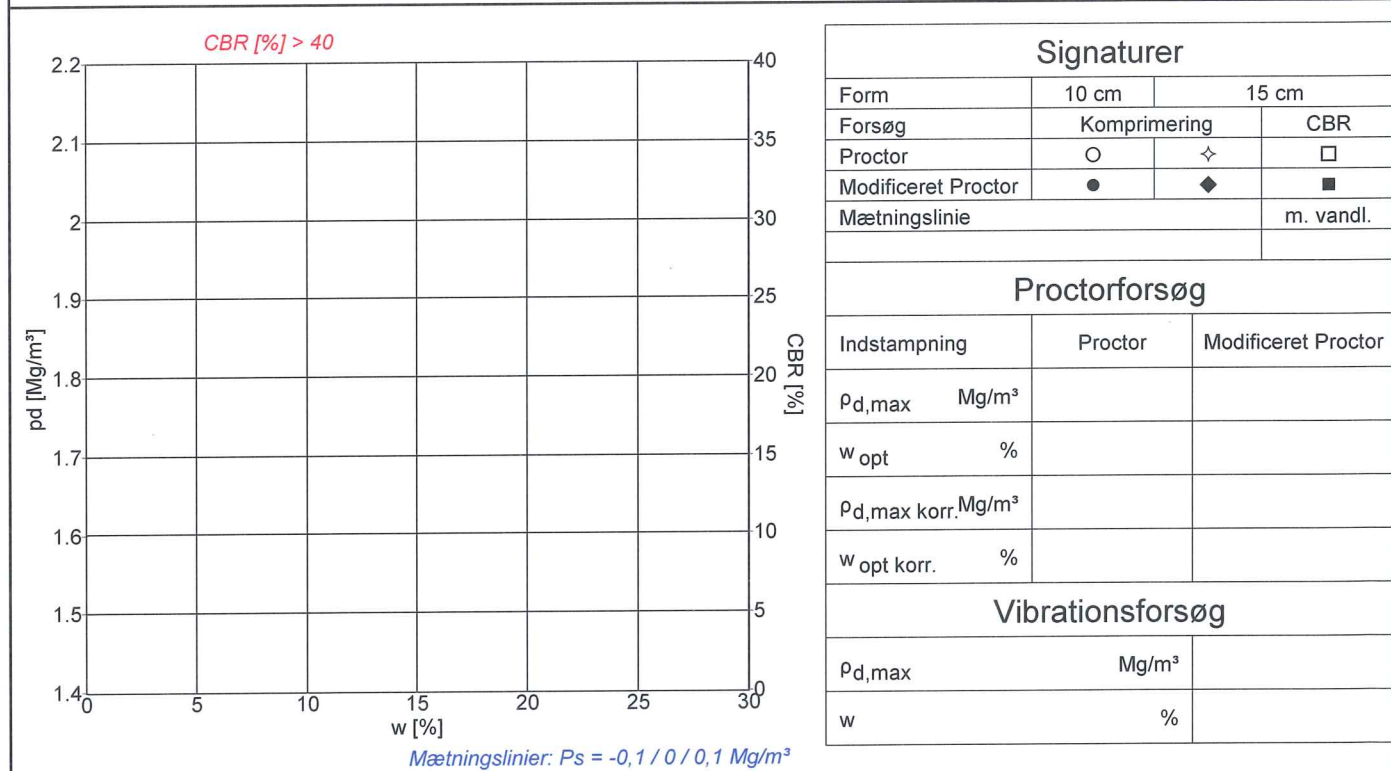
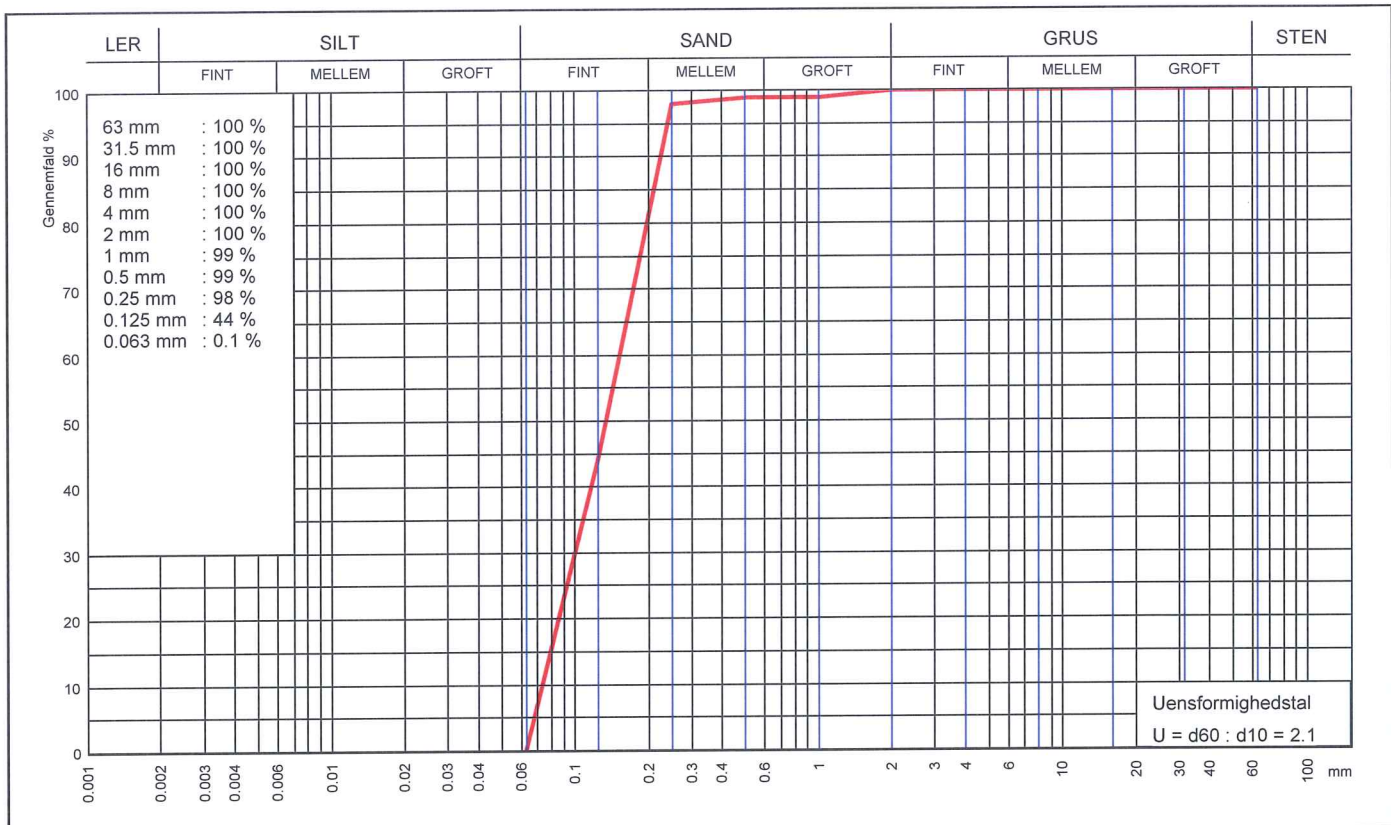
Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 01

Lab. nr.: 147

Bilag/side nr.:





|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>p</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>p</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.7 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,14              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk.: 1.12.18

Station / Boring

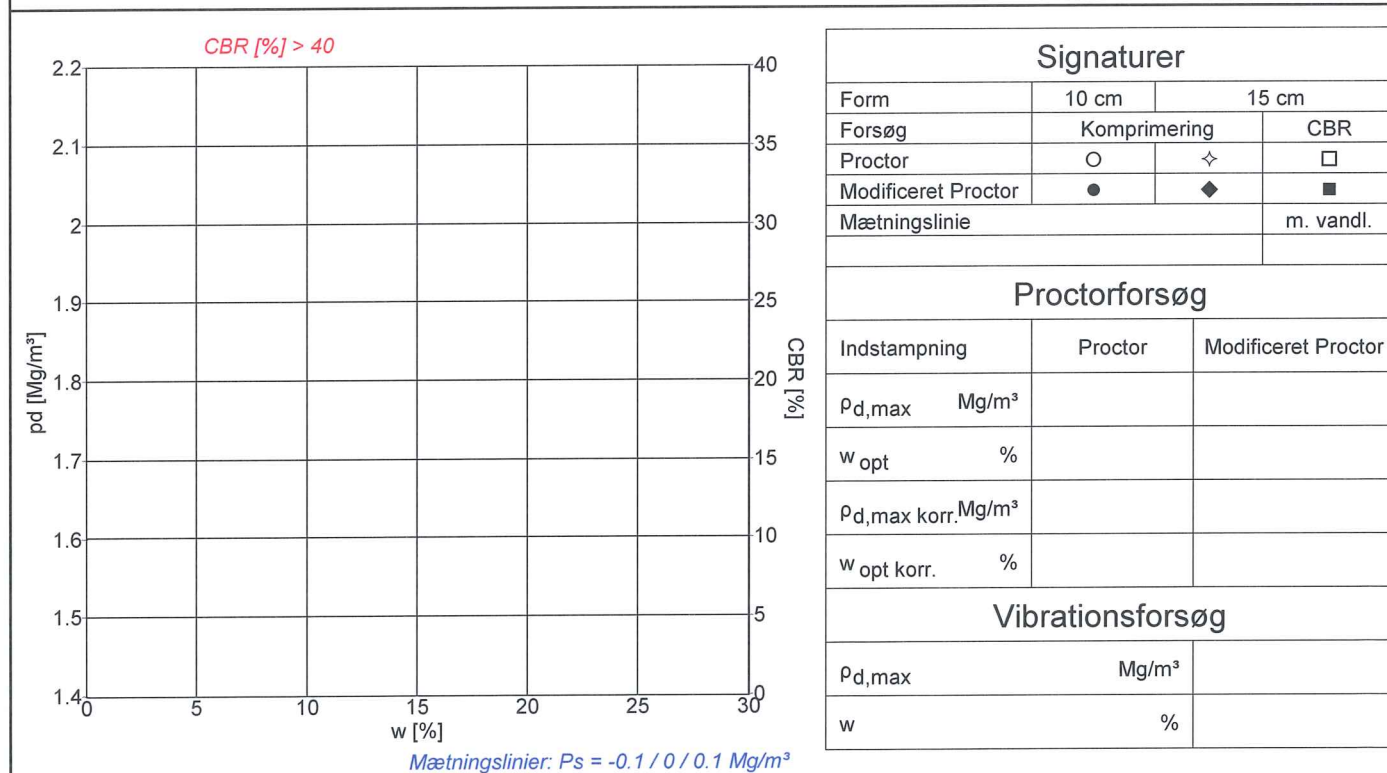
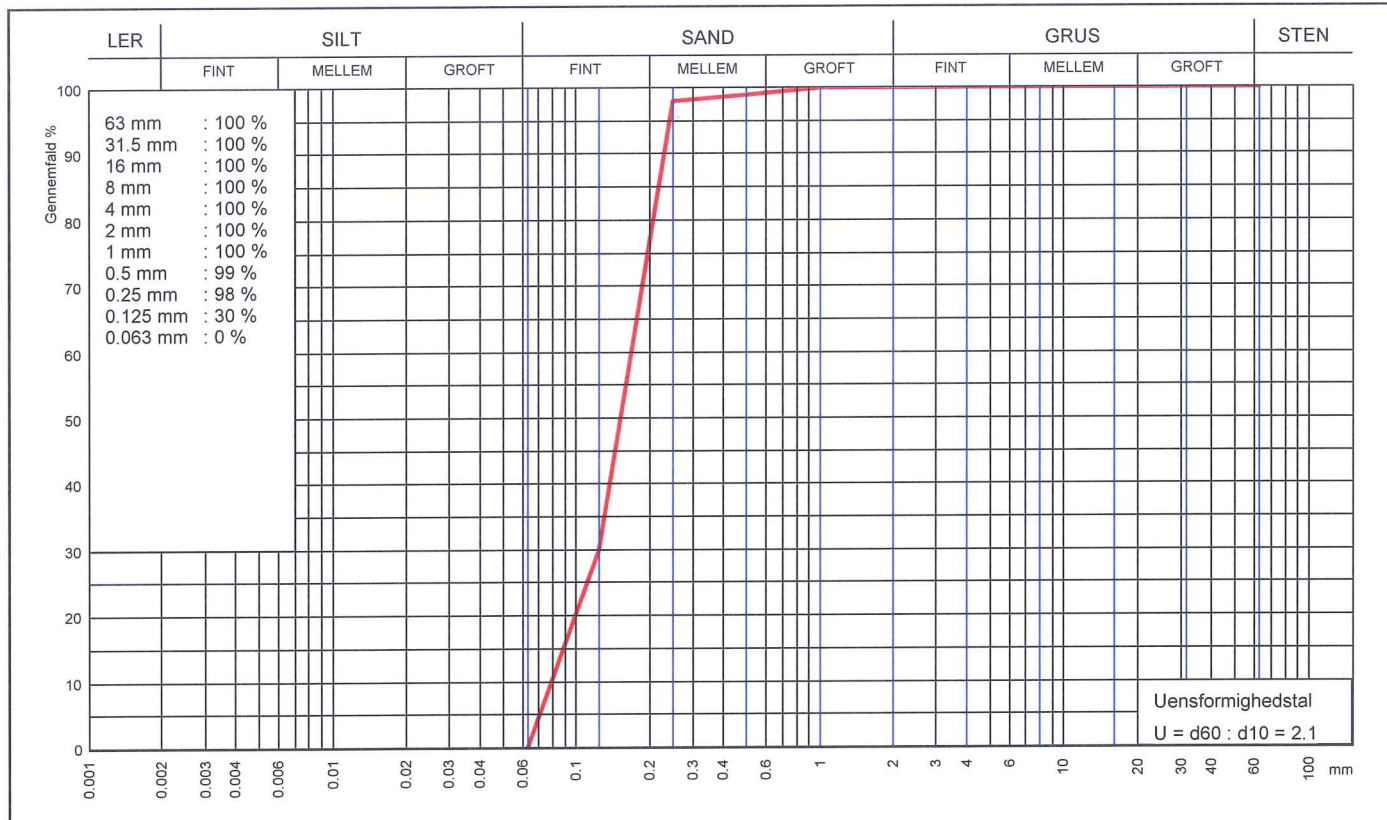
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 02

Lab. nr.: 148

Bilag/side nr.:

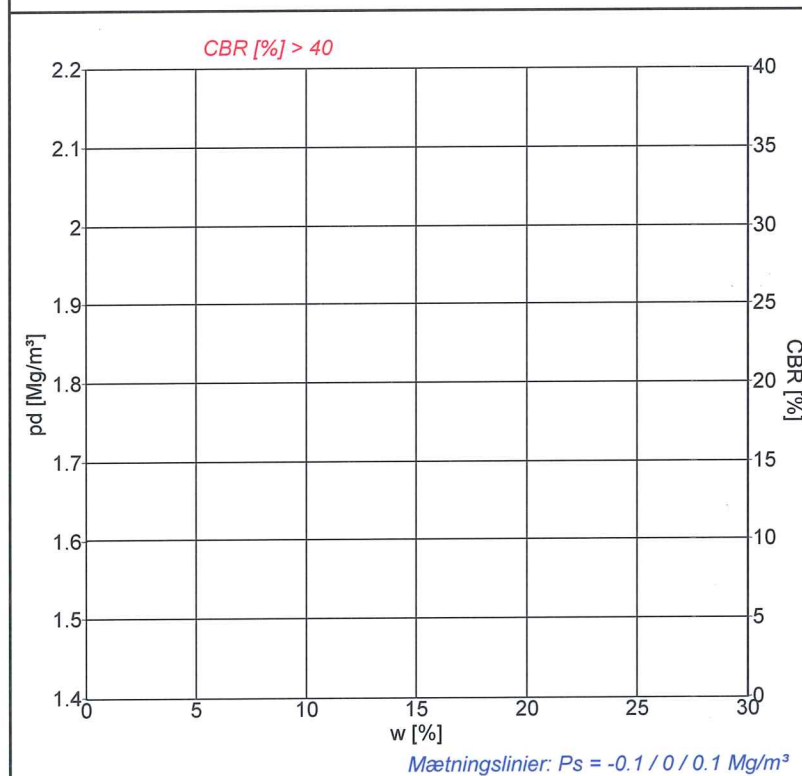
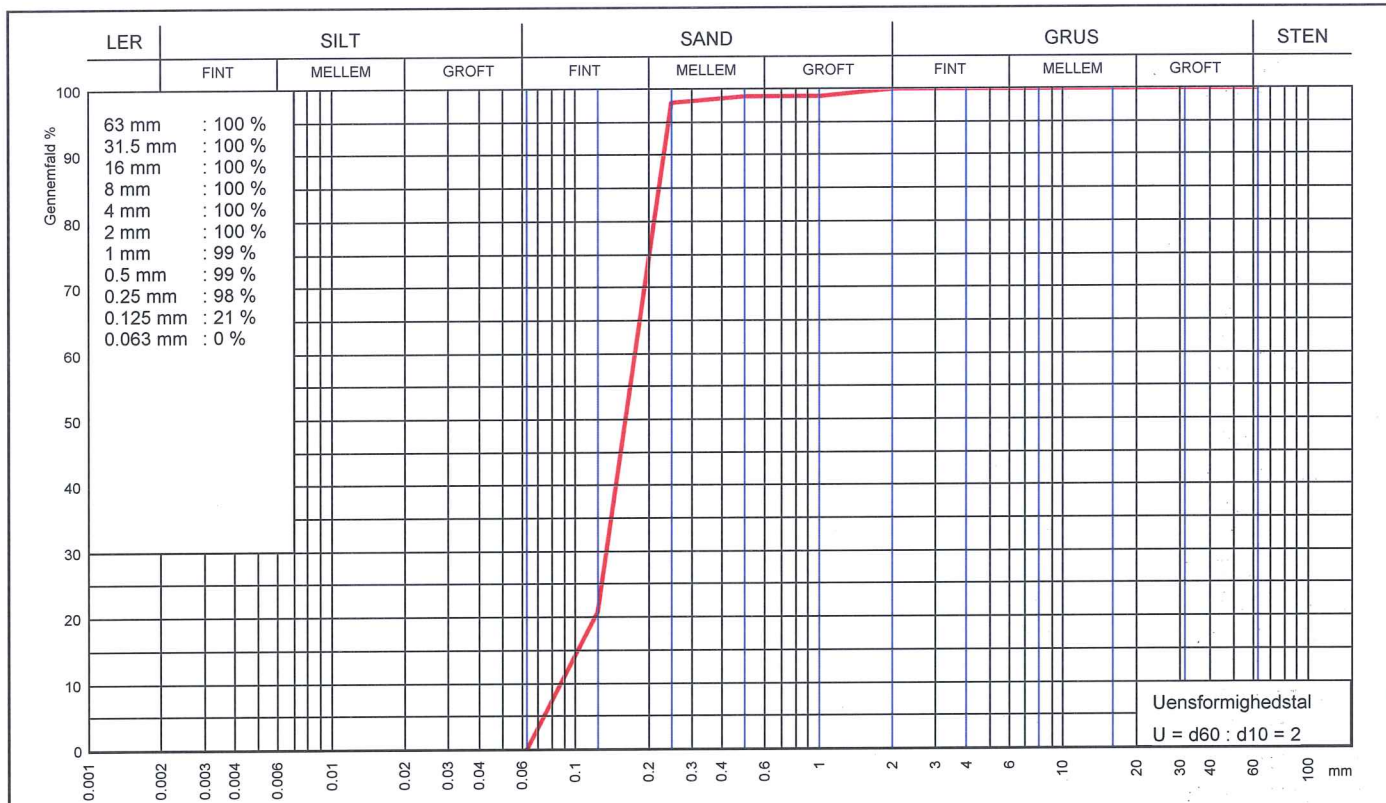


|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0 %               | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>p</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>p</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.5 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,16              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                     |                      |                  |                 |
|---------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON  | NCC Industry A/S     | Station / Boring | Mrk.:BV 03      |
| Sted: BLÅVAND       | Laboratoriet         | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 149   |
| Udt. d.: 30-10-2018 | Modt. d.: 31-10-2018 | Tegn.: inaman    | Sag nr.: K5328  |
|                     |                      | Godk. 12-18      | Bilag/side nr.: |





| Signaturer                     |                       |                          |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Form                           | 10 cm                 | 15 cm                    |
| Forsøg                         | Komprimering          | CBR                      |
| Proctor                        | <input type="radio"/> | <input type="checkbox"/> |
| Modificeret Proctor            | <input type="radio"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mætningslinje                  | m. vandl.             |                          |
| Proctorforsøg                  |                       |                          |
| Indstampning                   | Proctor               | Modificeret Proctor      |
| Pd,max Mg/m <sup>3</sup>       |                       |                          |
| w <sub>opt</sub> %             |                       |                          |
| Pd,max korr. Mg/m <sup>3</sup> |                       |                          |
| w <sub>opt</sub> korr. %       |                       |                          |
| Vibrationsforsøg               |                       |                          |
| Pd,max                         | Mg/m <sup>3</sup>     |                          |
| w                              | %                     |                          |

|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0 %               | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>p</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>p</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.8 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,17              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk.: 12-18

Station / Boring

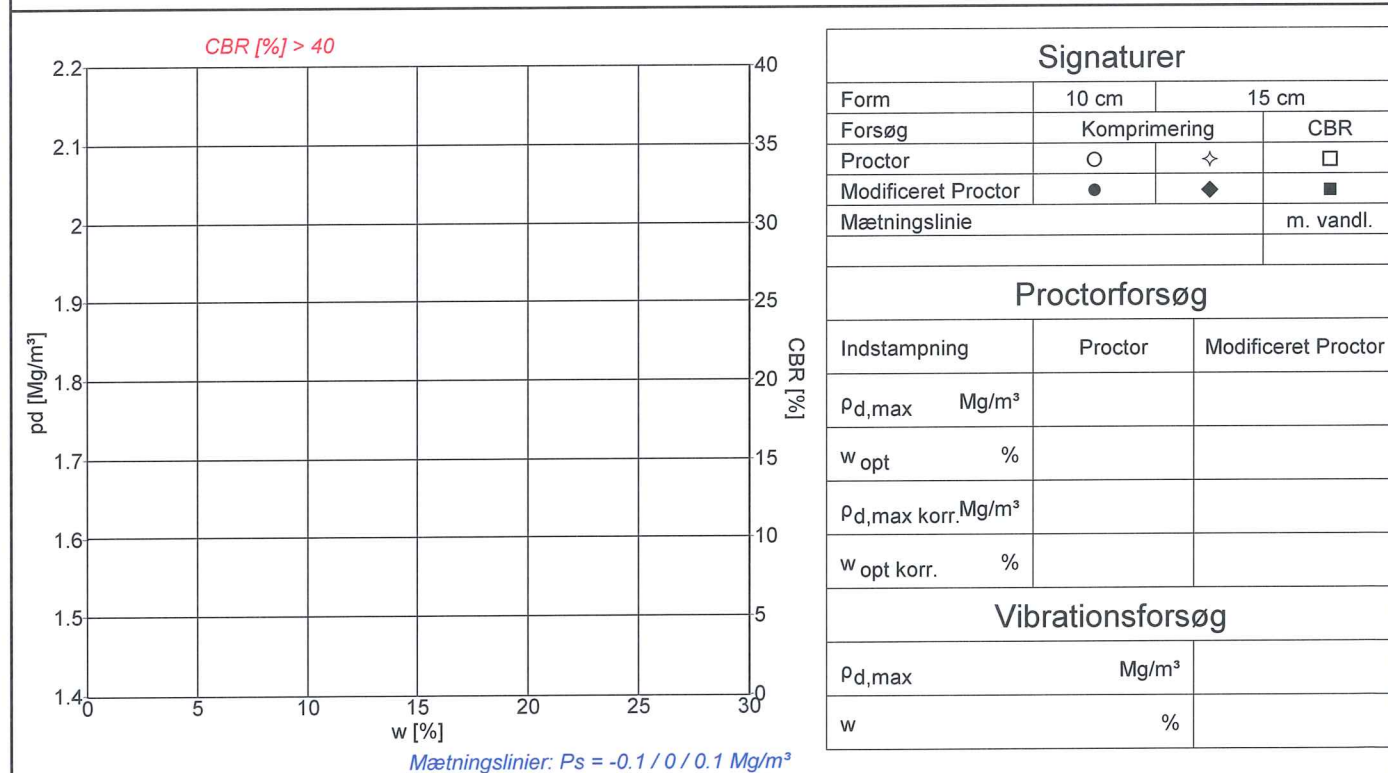
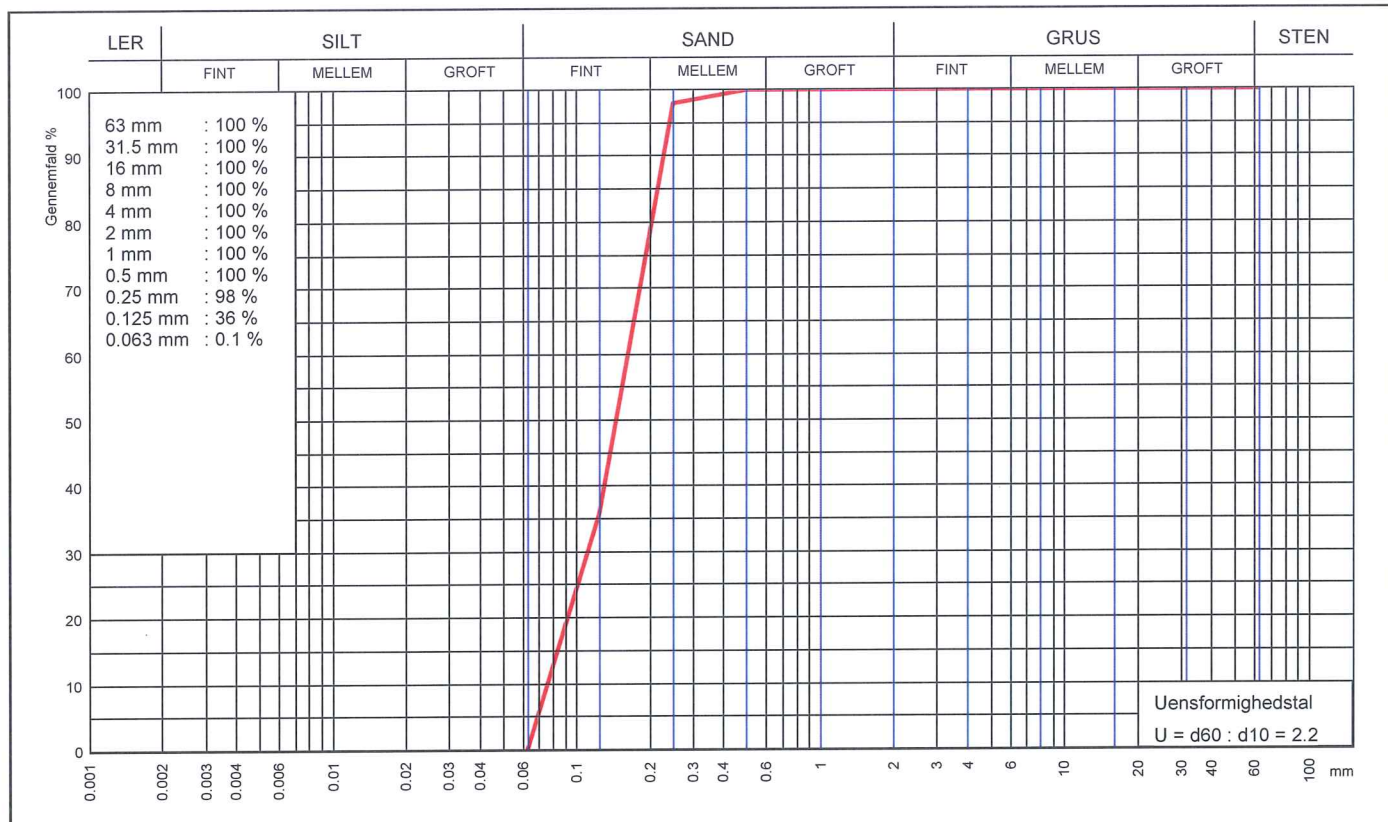
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 04

Lab. nr.: 150

Bilag/side nr.:



|                                        |       |                                      |   |       |                                     |       |
|----------------------------------------|-------|--------------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 % | Frasigtet > 16 mm                    | s | %     | Frasigtet > 80 mm                   | %     |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |       | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |       | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |       |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m³ | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m³ | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m³ |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %     | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %     | Kalkindhold(>16mm) ka               | %     |
| Glødetab gl                            | 0.7 % | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %     | d50                                 | 0,15  |
| Sandækvivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>  | %     | Humusindhold                         |   |       |                                     |       |
| Vurderet frostfare                     |       | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %     |                                     |       |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk. 6/12-18

Station / Boring

Dybde / Kote

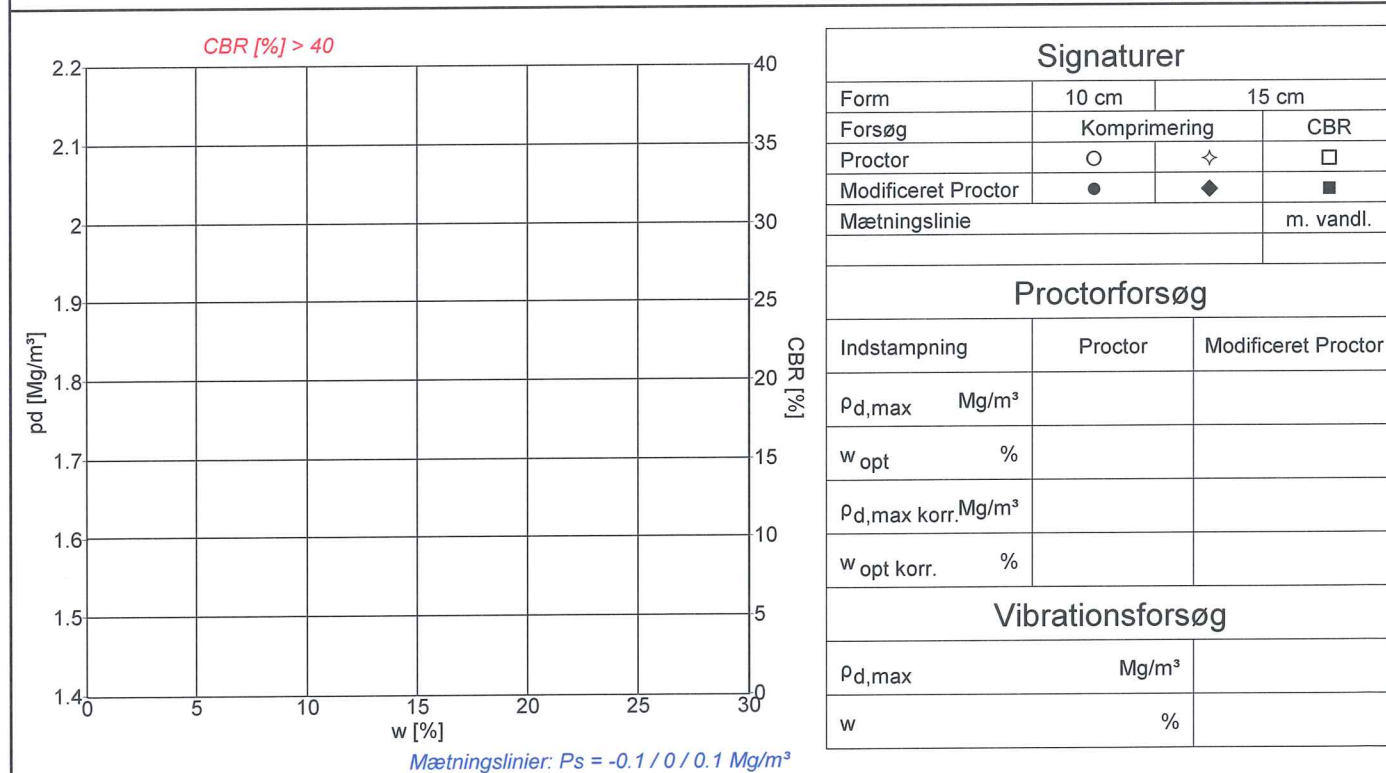
Sag nr.: K5328

Mrk.:BV 05

Lab. nr.: 151

Bilag/side nr.:





|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0 %               | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.6 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,15              |
| Sandækvivalent (0-4mm) SE <sub>4</sub> | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk. 6/12-18

Station / Boring

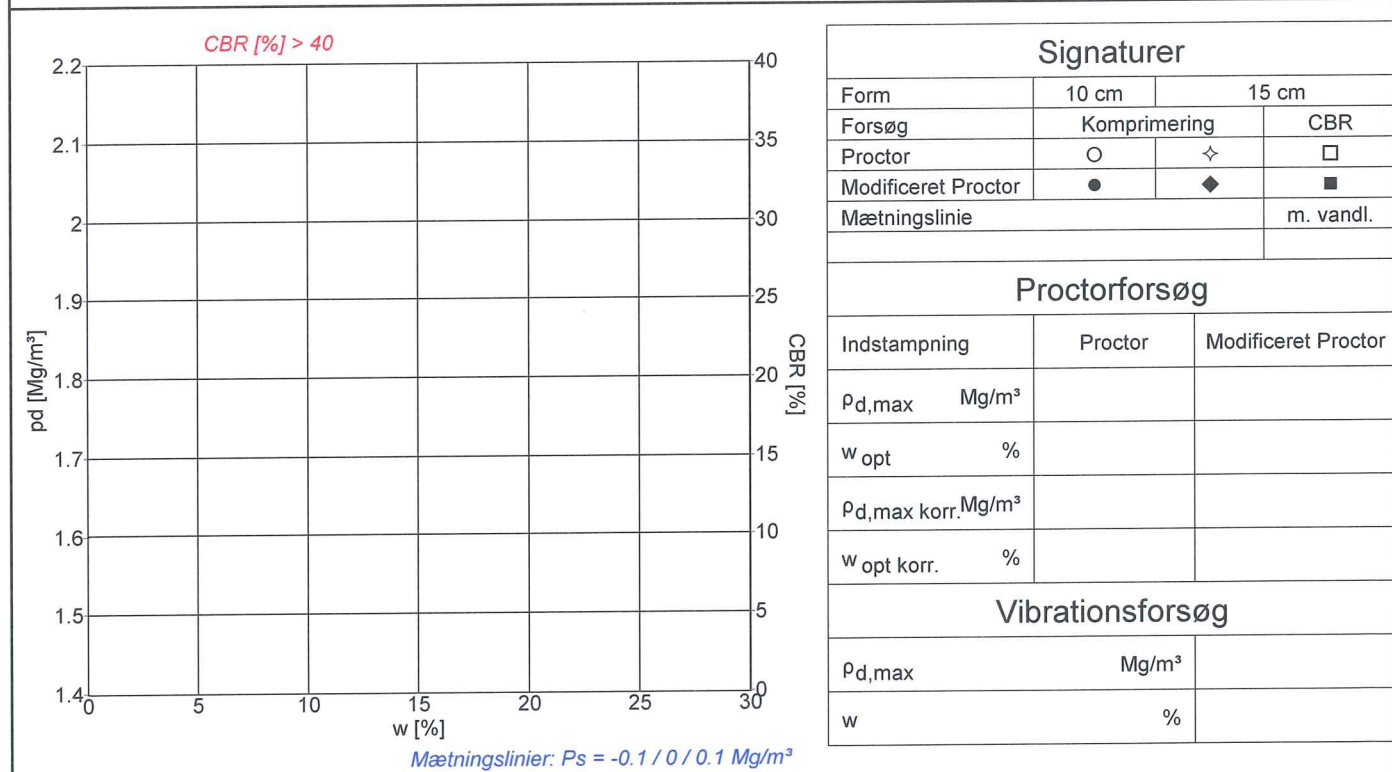
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 06

Lab. nr.: 152

Bilag/side nr.:



|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.7 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d50                                 | 0,13              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk. 1/12-18

Station / Boring

Dybde / Kote

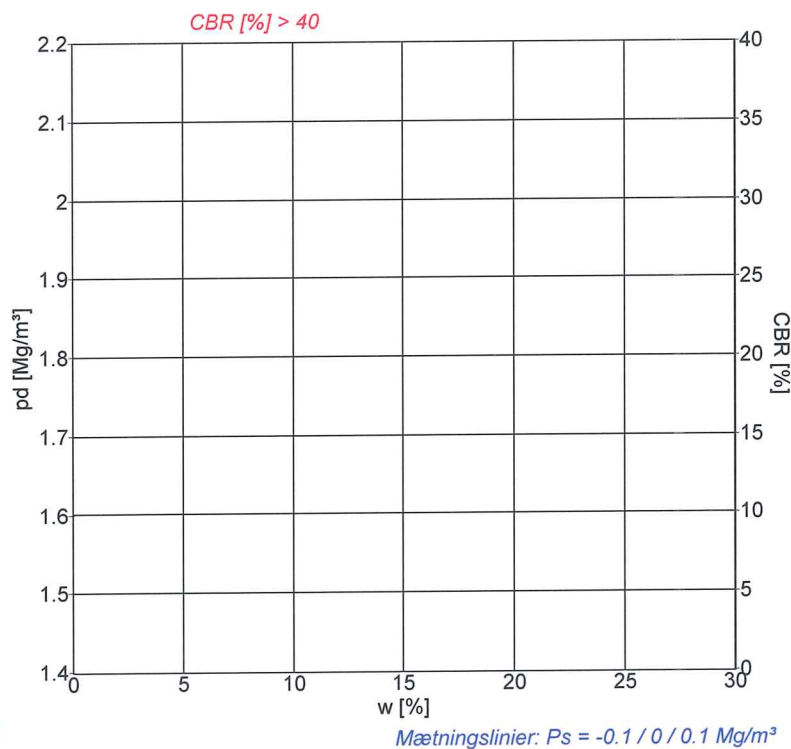
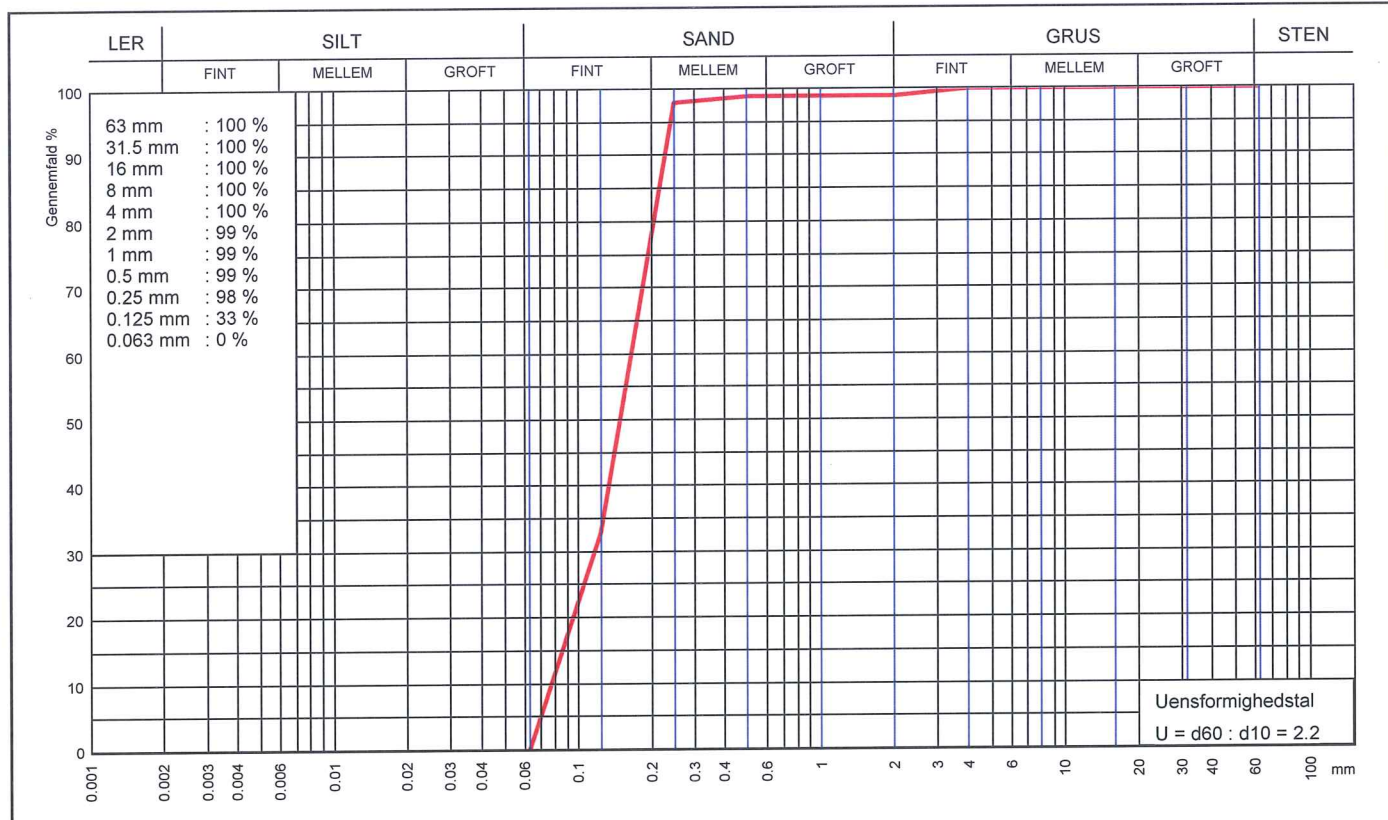
Sag nr.: K5328

Mrk.:BV 07

Lab. nr.: 153

Bilag/side nr.:





| Signaturer                     |              |                     |
|--------------------------------|--------------|---------------------|
| Form                           | 10 cm        | 15 cm               |
| Forsøg                         | Komprimering | CBR                 |
| Proctor                        | ○            | ◇                   |
| Modificeret Proctor            | ●            | ◆                   |
| Mætningslinie                  | m. vandl.    |                     |
| Proctorforsøg                  |              |                     |
| Indstampning                   | Proctor      | Modificeret Proctor |
| ρ <sub>d,max</sub> Mg/m³       |              |                     |
| w <sub>opt</sub> %             |              |                     |
| ρ <sub>d,max</sub> korr. Mg/m³ |              |                     |
| w <sub>opt</sub> korr. %       |              |                     |
| Vibrationsforsøg               |              |                     |
| ρ <sub>d,max</sub> Mg/m³       |              |                     |
| w %                            |              |                     |

|                                        |       |                                      |   |       |                                     |       |
|----------------------------------------|-------|--------------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0 %   | Frasigtet > 16 mm                    | s | %     | Frasigtet > 80 mm                   | %     |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |       | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |       | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |       |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m³ | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m³ | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m³ |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %     | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %     | Kalkindhold(>16mm) ka               | %     |
| Glødetab gl                            | 0.6 % | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %     | d50                                 | 0,16  |
| Sandækvivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>  | %     | Humusindhold                         |   |       |                                     |       |
| Vurderet frostfare                     |       | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %     |                                     |       |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk.: 1/15-18

Station / Boring

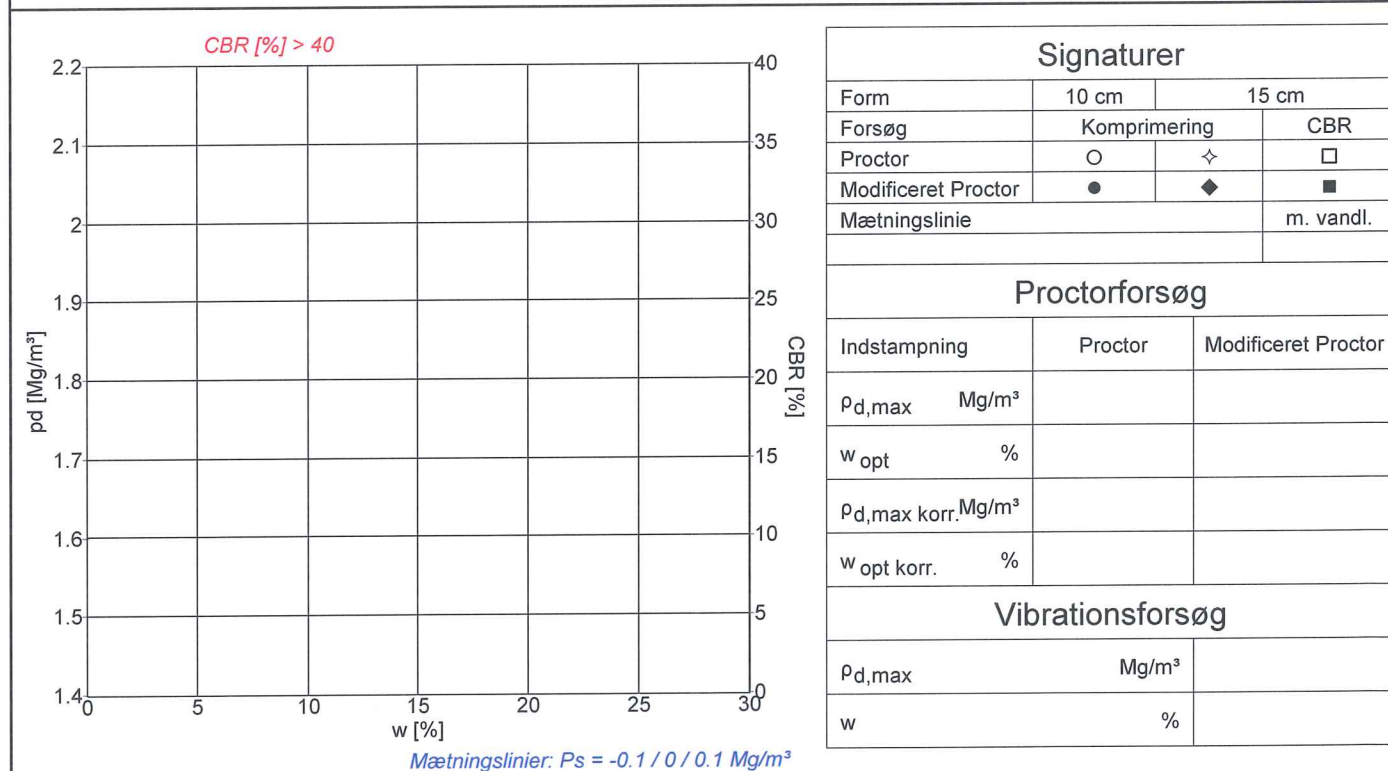
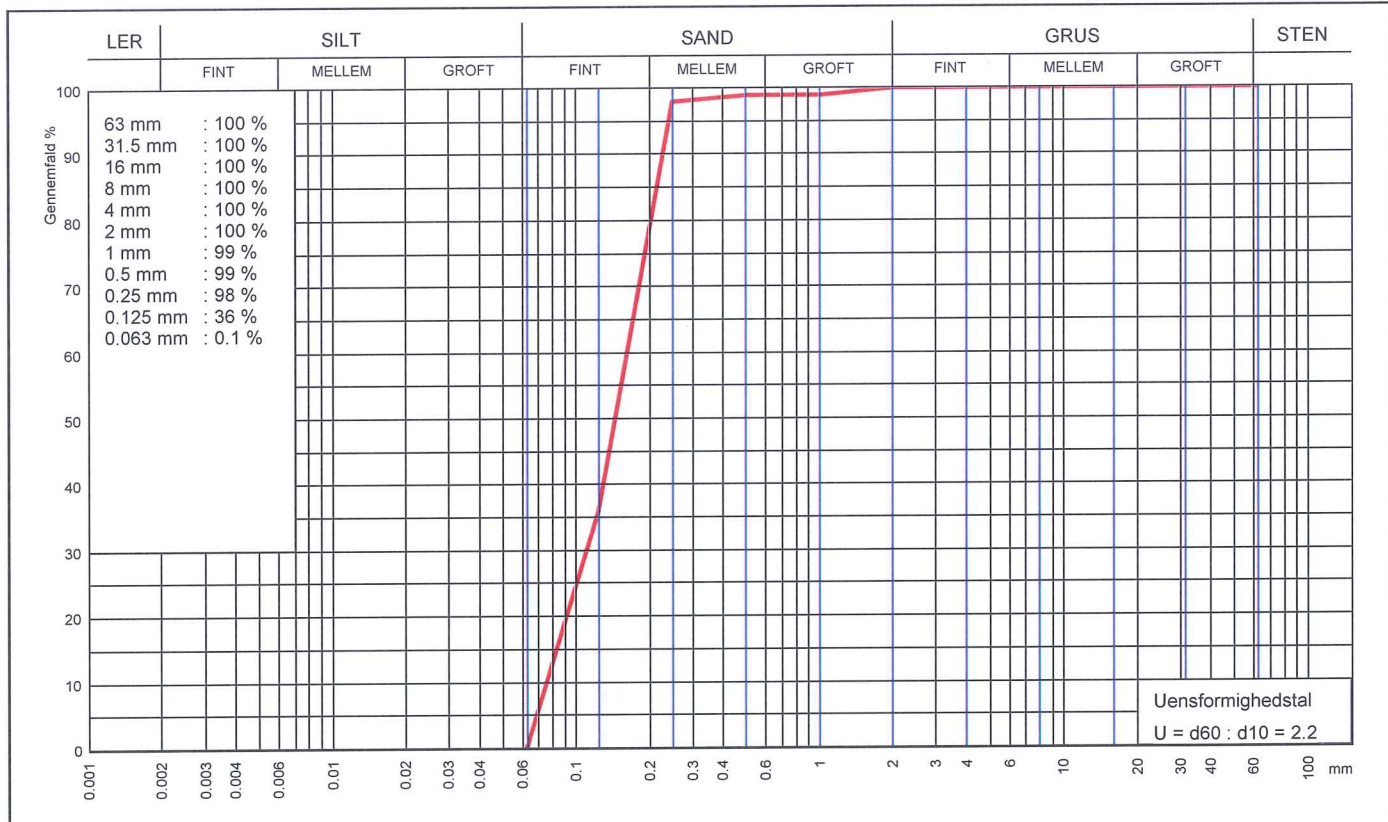
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.:BV 08

Lab. nr.: 154

Bilag/side nr.:



|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>p</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>p</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.7 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,15              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk.: 6/12-18

Station / Boring

Dybde / Kote

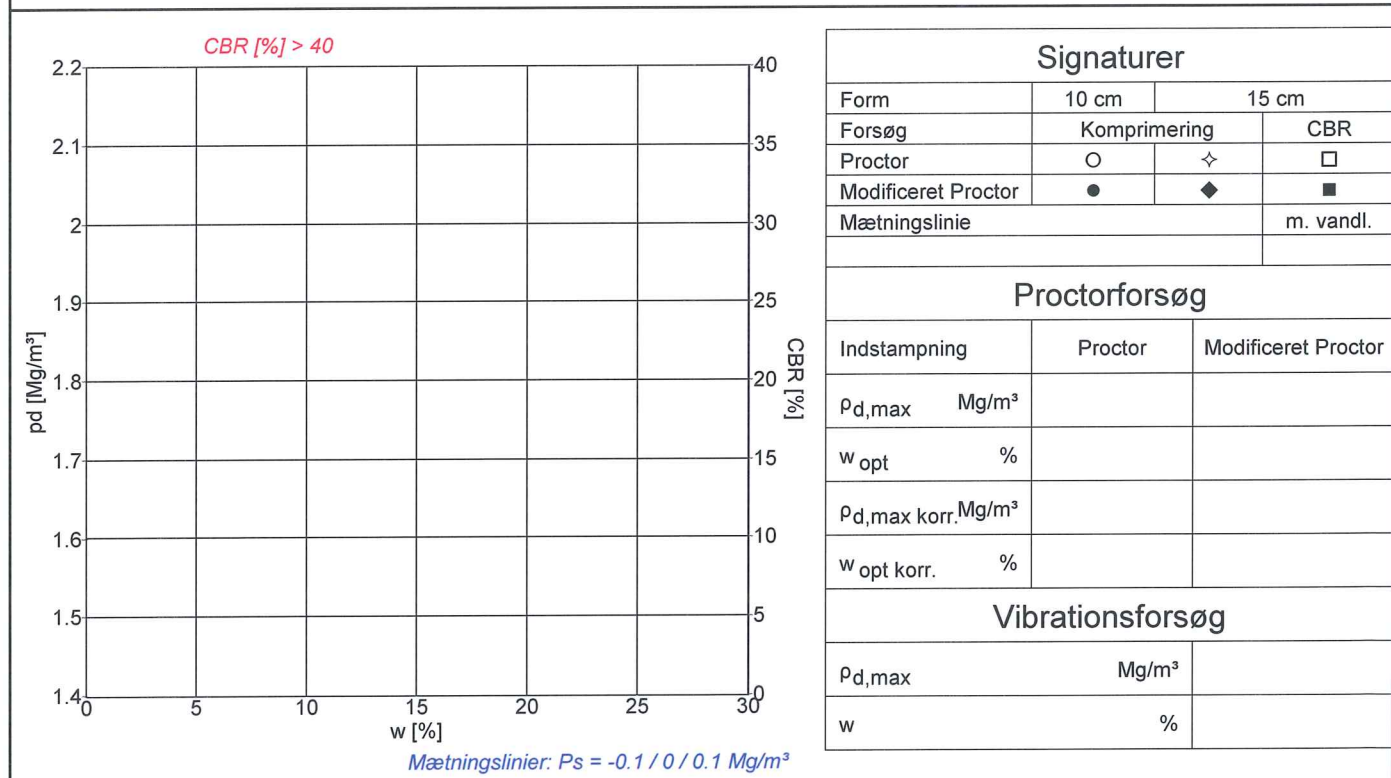
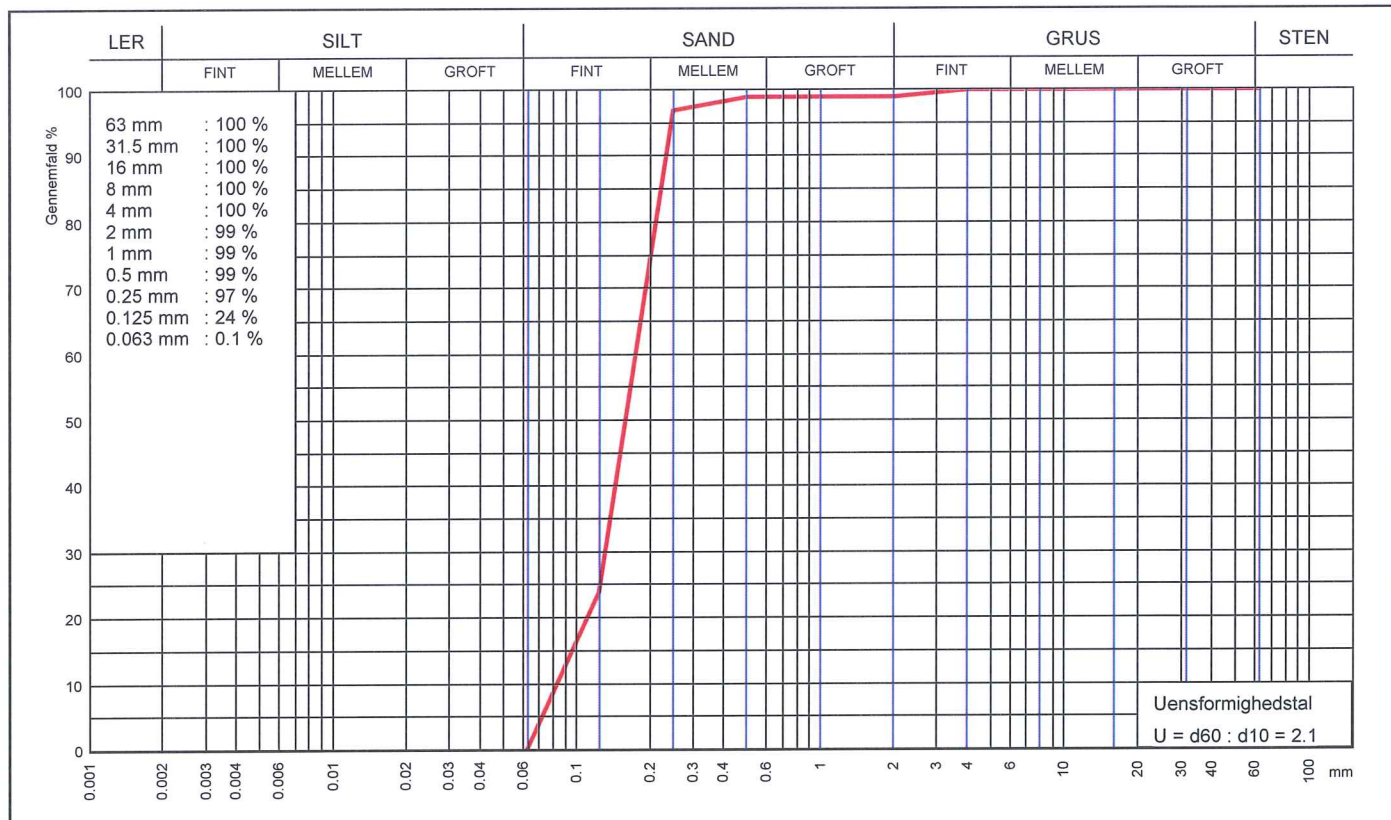
Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 09

Lab. nr.: 155

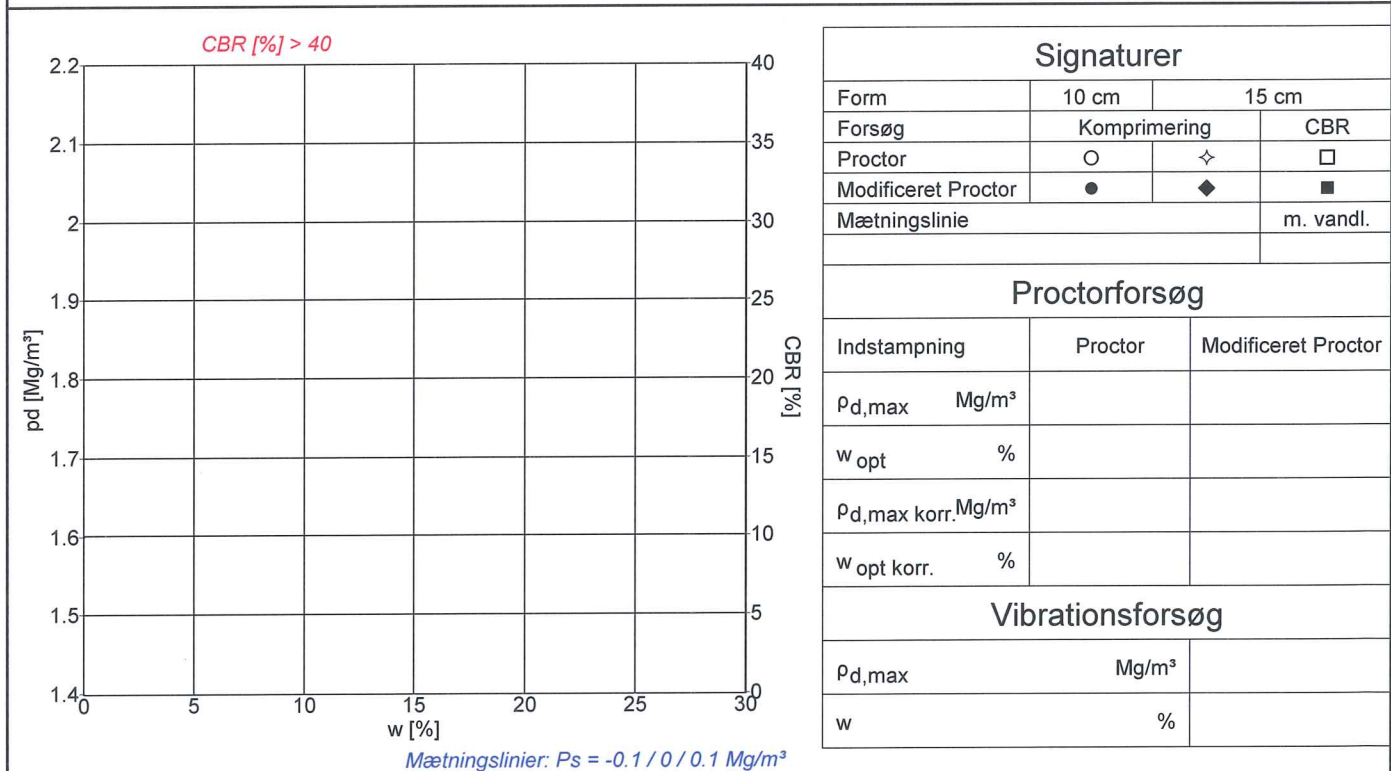
Bilag/side nr.:





|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.7 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d50                                 | 0,17              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

|                        |                      |                  |                 |
|------------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Prøvebeskrivelse: SAND |                      |                  |                 |
| Rekvirent: ORBICON     | NCC Industry A/S     | Station / Boring | Mrk.: BV 10     |
| Sted: BLÅVAND          | Laboratoriet         | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 156   |
| Udt. d.: 30-10-2018    | Modt. d.: 31-10-2018 | Tegn.: inaman    | Sag nr.: K5328  |
|                        |                      | Godk.: 1/12-18   | Bilag/side nr.: |

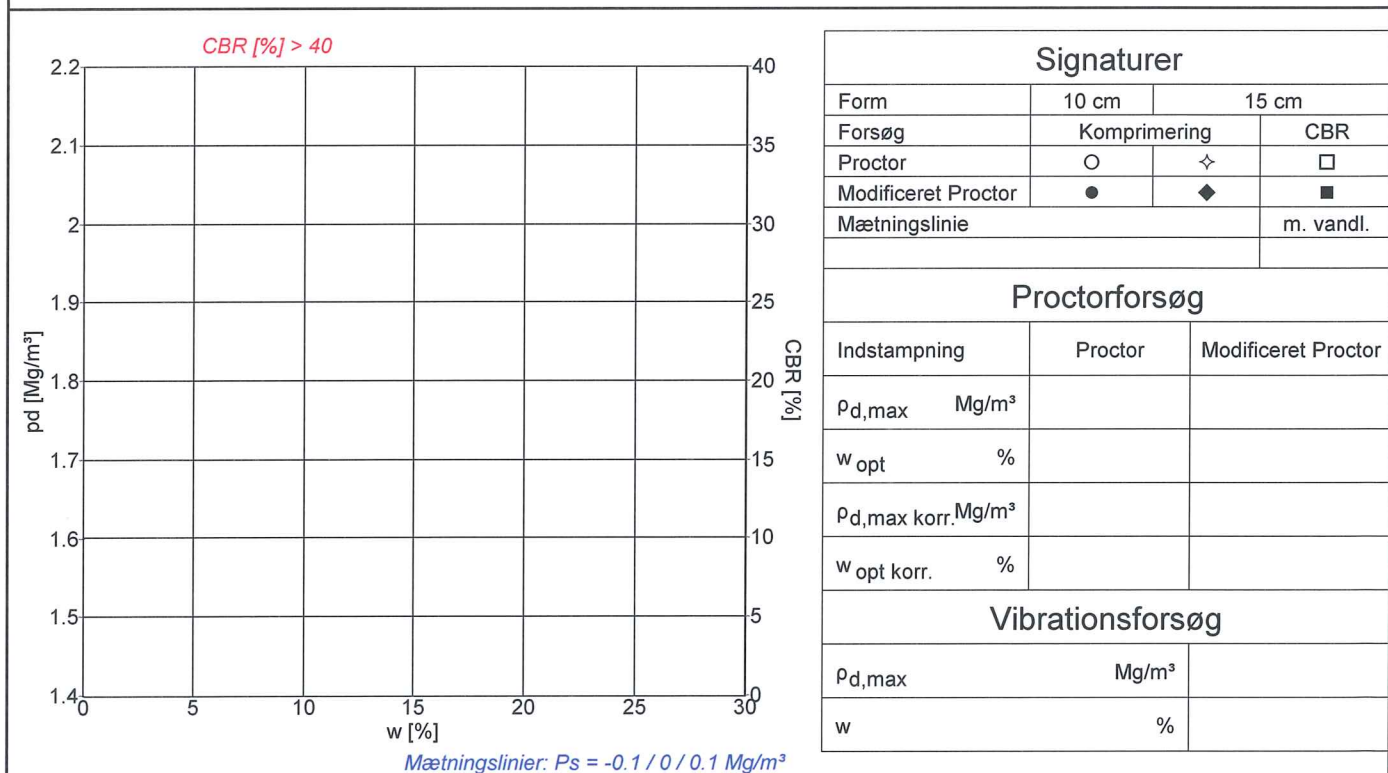
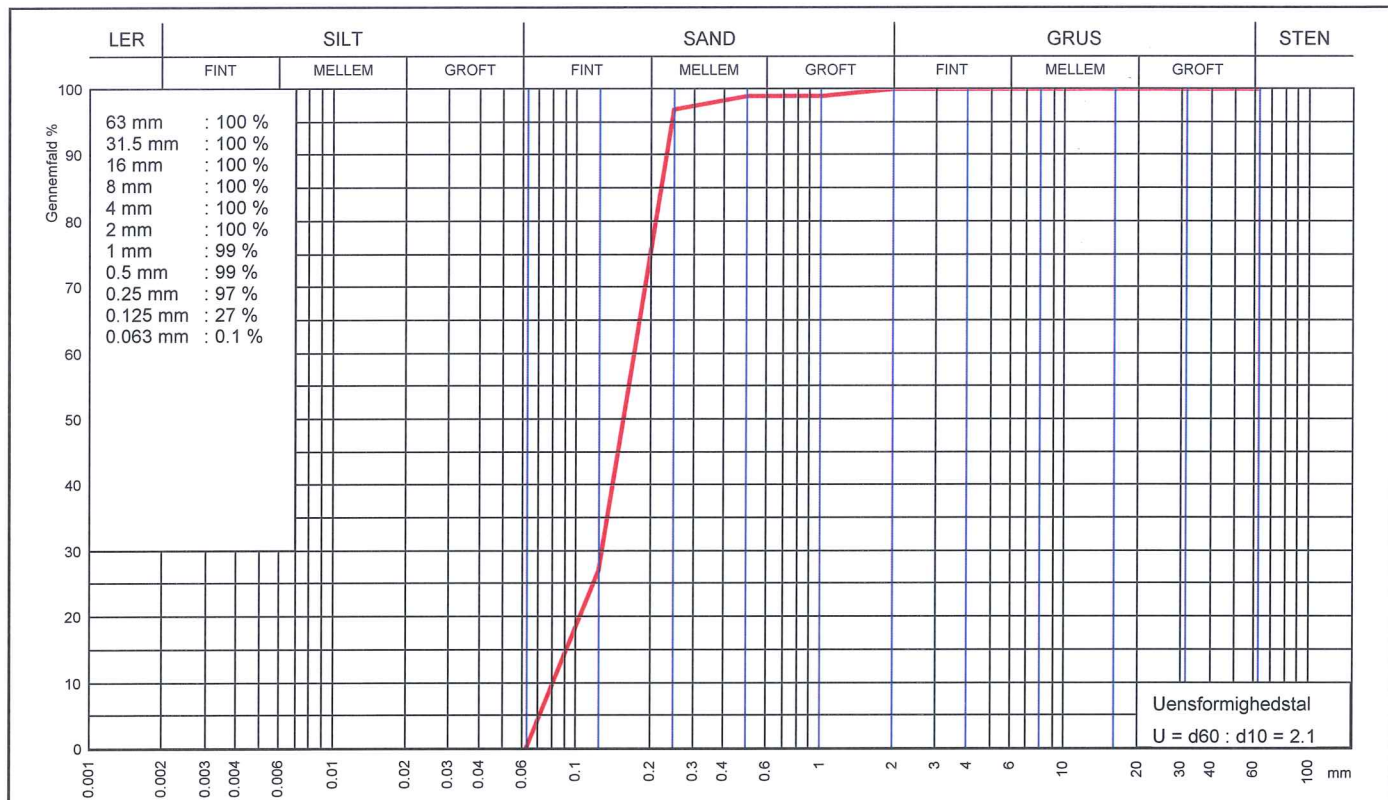


|                                        |                   |                                      |                   |   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0 %               | Frasigtet > 16 mm                    | s                 | % | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |                   |   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  | Mg/m <sup>3</sup> |   | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               | %                 |   | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.8 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> | %                 |   | d <sub>50</sub>                     | 0,16              |
| Sandækvivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>  | %                 | Humusindhold                         |                   |   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> | %                 |   |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                     |                                         |                  |                 |
|---------------------|-----------------------------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON  | <b>NCC Industry A/S</b><br>Laboratoriet | Station / Boring | Mrk.:BV 11      |
| Sted: BLÅVAND       |                                         | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 157   |
| Udt. d.: 30-10-2018 | Modt. d.: 31-10-2018                    | Tegn.: inaman    | Godk. 6/12-18   |
|                     |                                         | 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) $\rho_s$ | Mg/m³ | Korndensitet(0-16mm) $\rho_s$          |   | Mg/m³ | Korndensitet, filler $\rho_f$ | Mg/m³ |
| Kalkindhold(0-1mm) $k_a$         | %     | Kalkindhold(0-16mm) $k_a$              |   | %     | Kalkindhold(>16mm) $k_a$      | %     |
| Glødetab $g_l$                   | 0.7 % | Glødetab reduceret $g_{l \text{ red}}$ |   | %     | d50                           | 0,17  |
| Sandækvivalent (0-4mm) $SE_4$    | %     | Humusindhold                           |   |       |                               |       |
| Vurderet frostfare               |       | Vandindhold in situ $w_{nat}$          |   | %     |                               |       |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk. 6/12-18

Station / Boring

Dybde / Kote

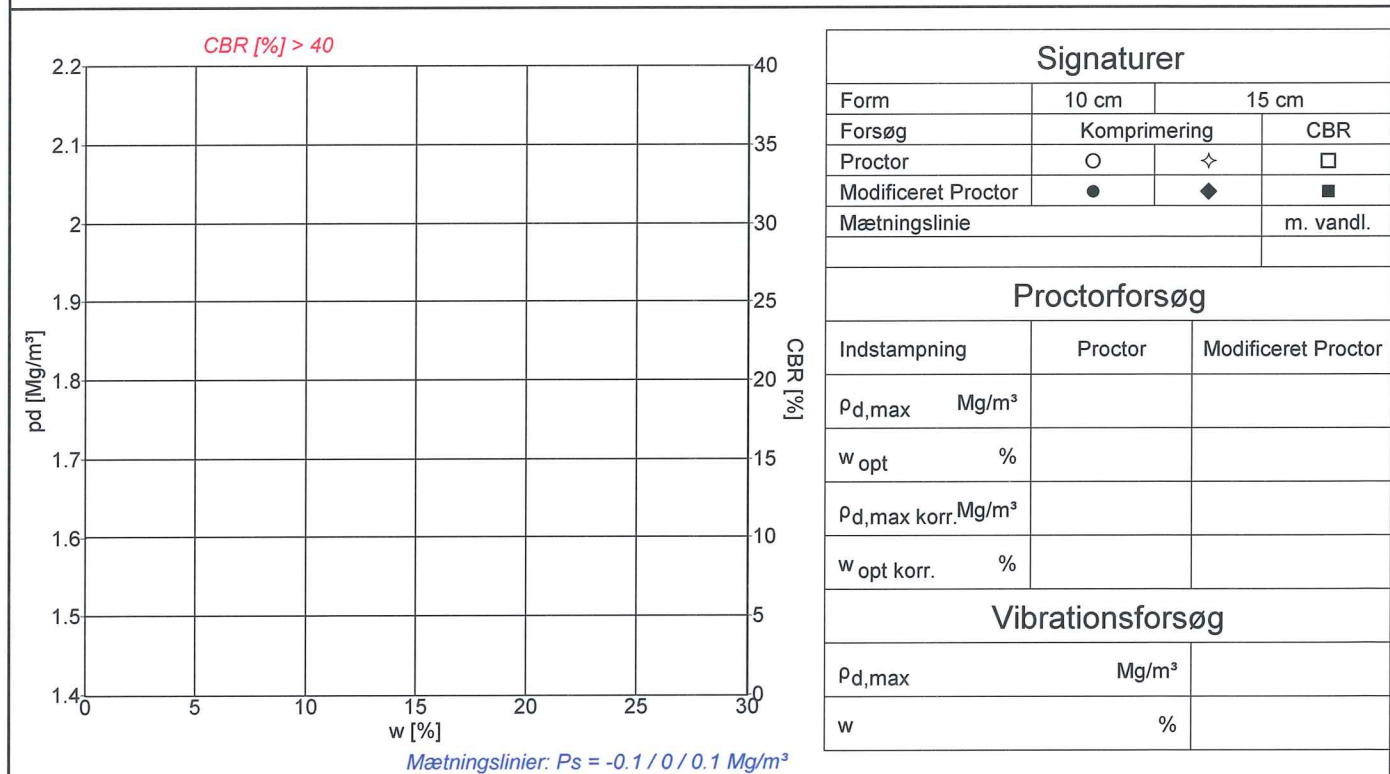
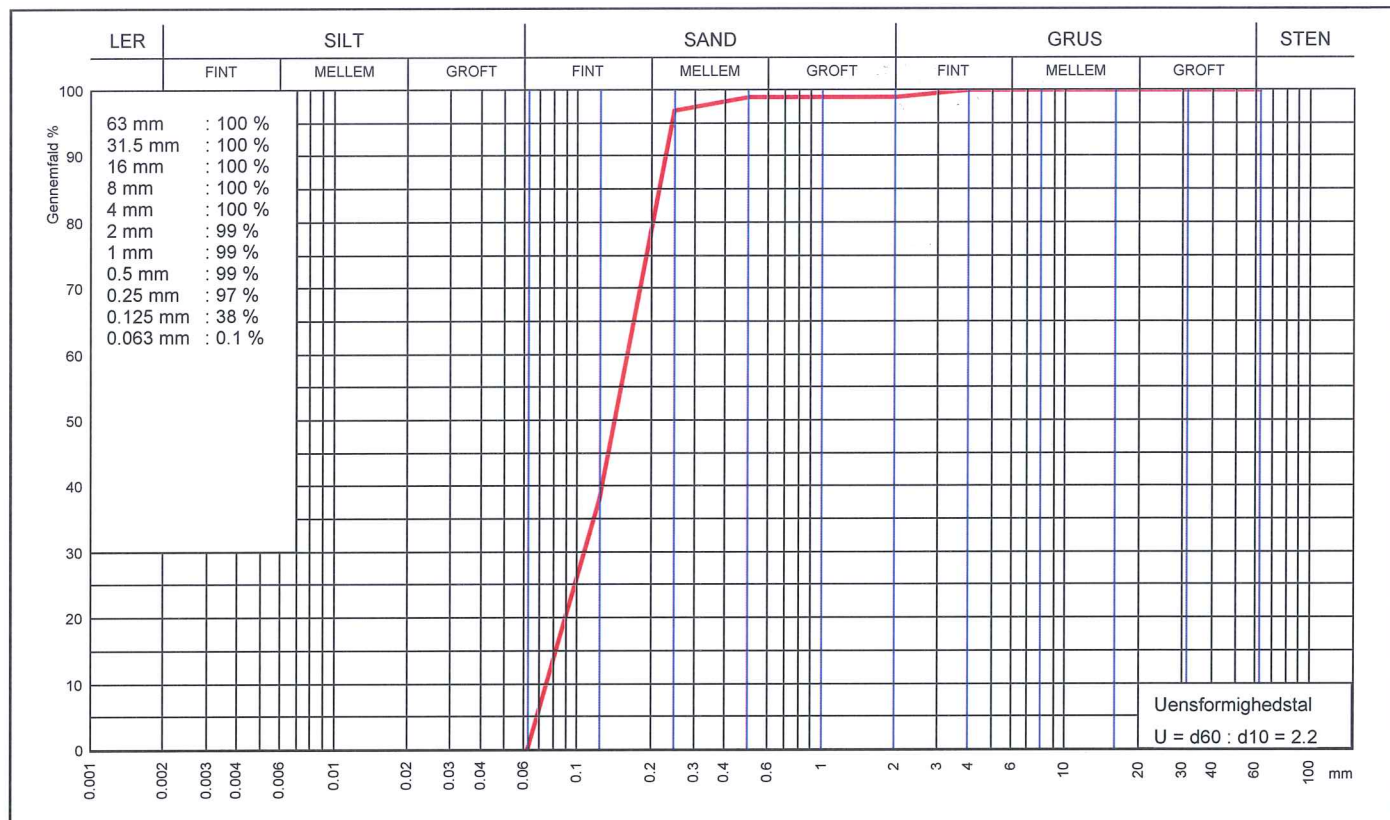
Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 12

Lab. nr.: 158

Bilag/side nr.:

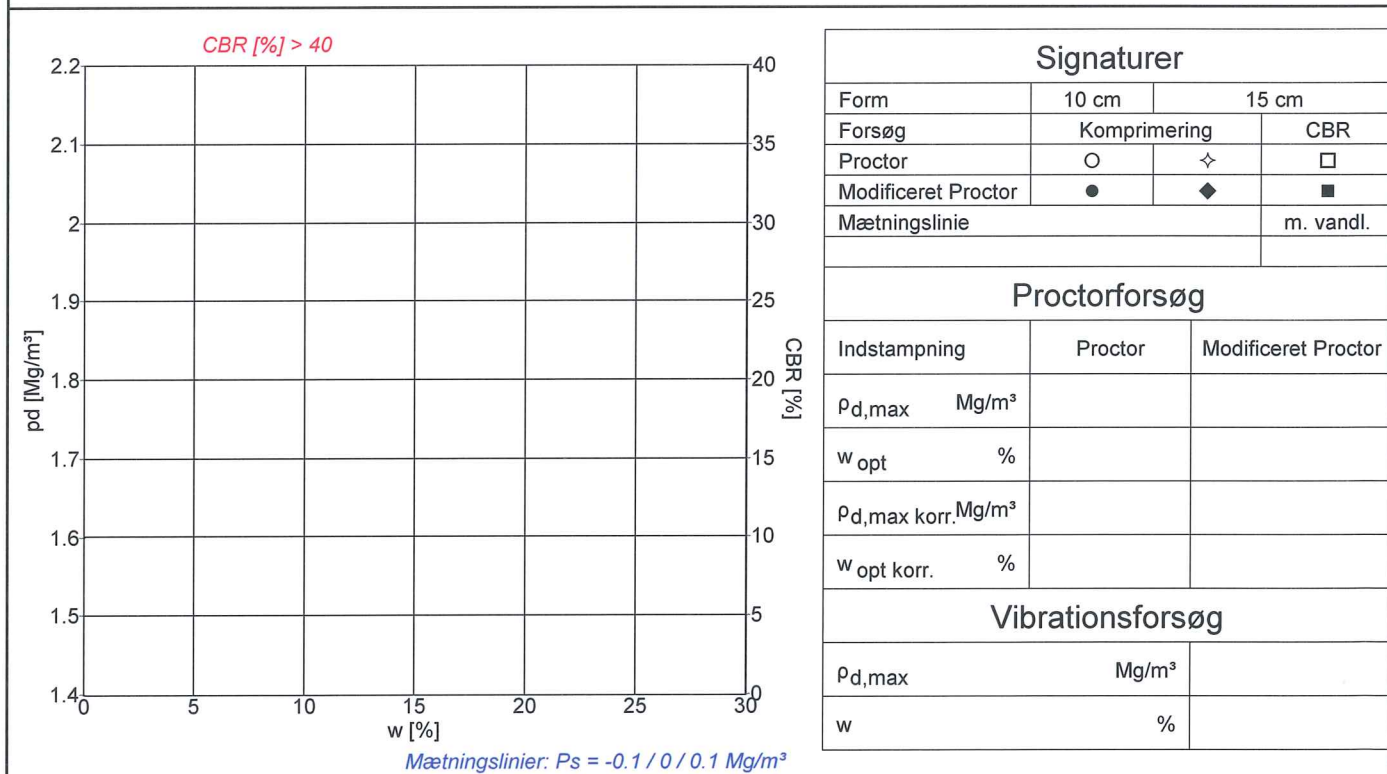
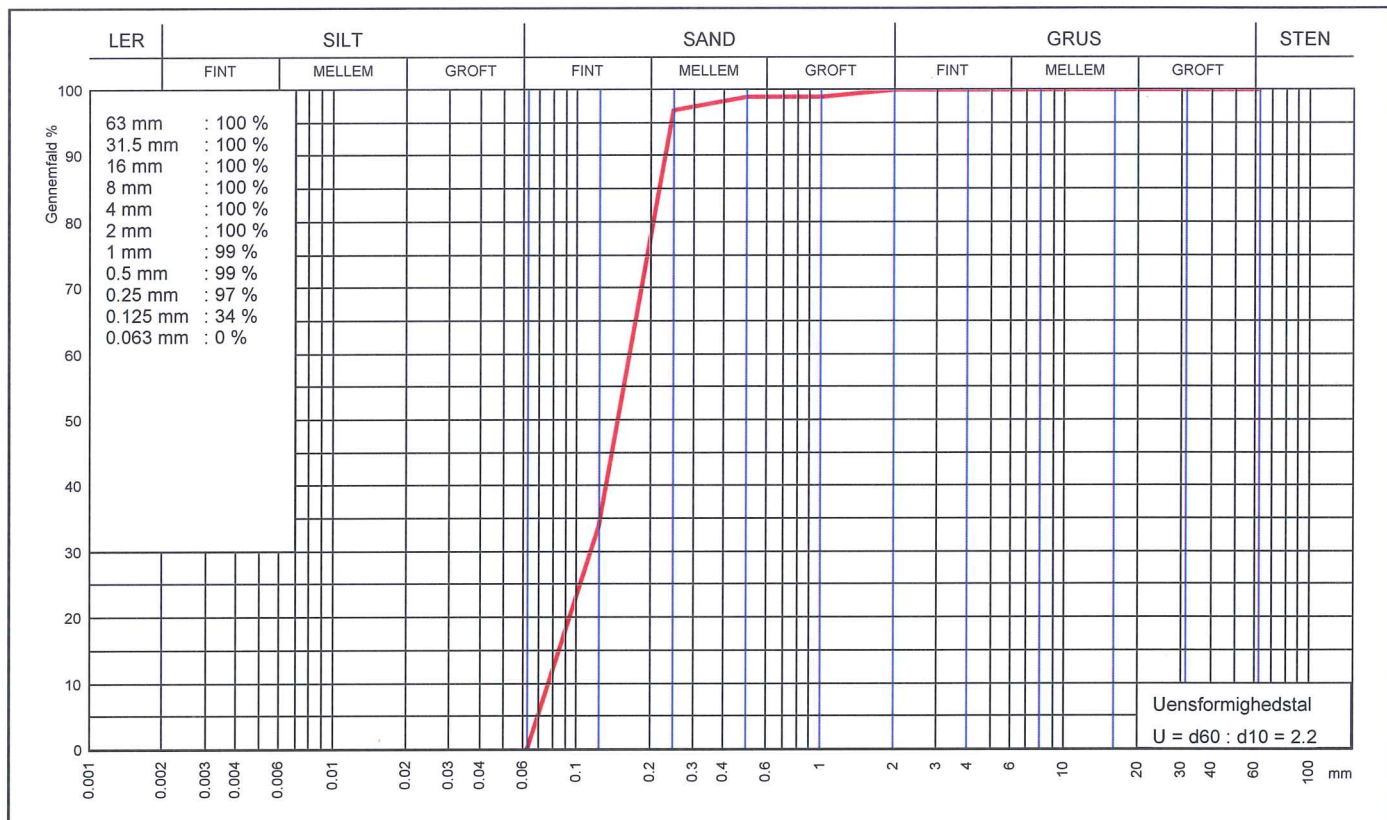




|                                       |                |                     |                      |                   |                    |                      |                |       |
|---------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------|-------|
| Gennemfald 0.063 mm                   | 0.1 %          | Frasigtet > 16 mm   | s                    | %                 | Frasigtet > 80 mm  | %                    |                |       |
| Flydegrænse                           | w <sub>L</sub> | Plasticitetsgrænse  | w <sub>P</sub>       |                   | Plasticitetsindeks | I <sub>P</sub>       |                |       |
| Korndensitet(0-0.063mm)               | ρ <sub>s</sub> | Mg/m³               | Korndensitet(0-16mm) | ρ <sub>s</sub>    | Mg/m³              | Korndensitet, filler | ρ <sub>f</sub> | Mg/m³ |
| Kalkindhold(0-1mm)                    | ka             | %                   | Kalkindhold(0-16mm)  | ka                | %                  | Kalkindhold(>16mm)   | ka             | %     |
| Glødetab                              | gl             | 0.6 %               | Glødetab reduceret   | gl <sub>red</sub> | %                  | d50                  | 0,15           |       |
| Sandækvivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub> | %              | Humusindhold        |                      |                   |                    |                      |                |       |
| Vurderet frostfare                    |                | Vandindhold in situ | w <sub>nat</sub>     | %                 |                    |                      |                |       |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                      |                                         |                  |                 |
|----------------------|-----------------------------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON   | <b>NCC Industry A/S</b><br>Laboratoriet | Station / Boring | Mrk.: BV 13     |
| Sted: BLÅVAND        |                                         | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 159   |
| Udt. d.: 30-10-2018  |                                         | Sag nr.: K5328   | Bilag/side nr.: |
| Modt. d.: 31-10-2018 | Tegn.: inaman                           | Godk.: 1/5-18    |                 |

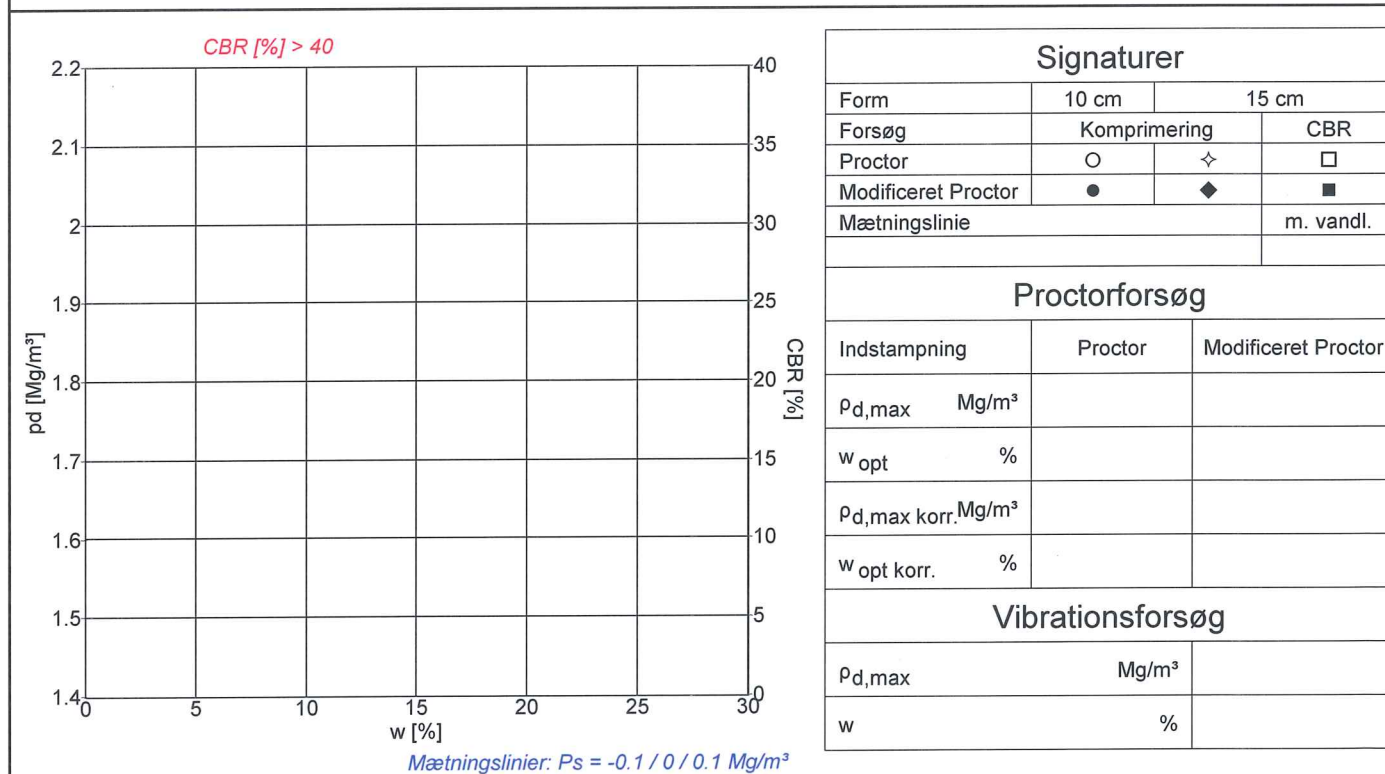
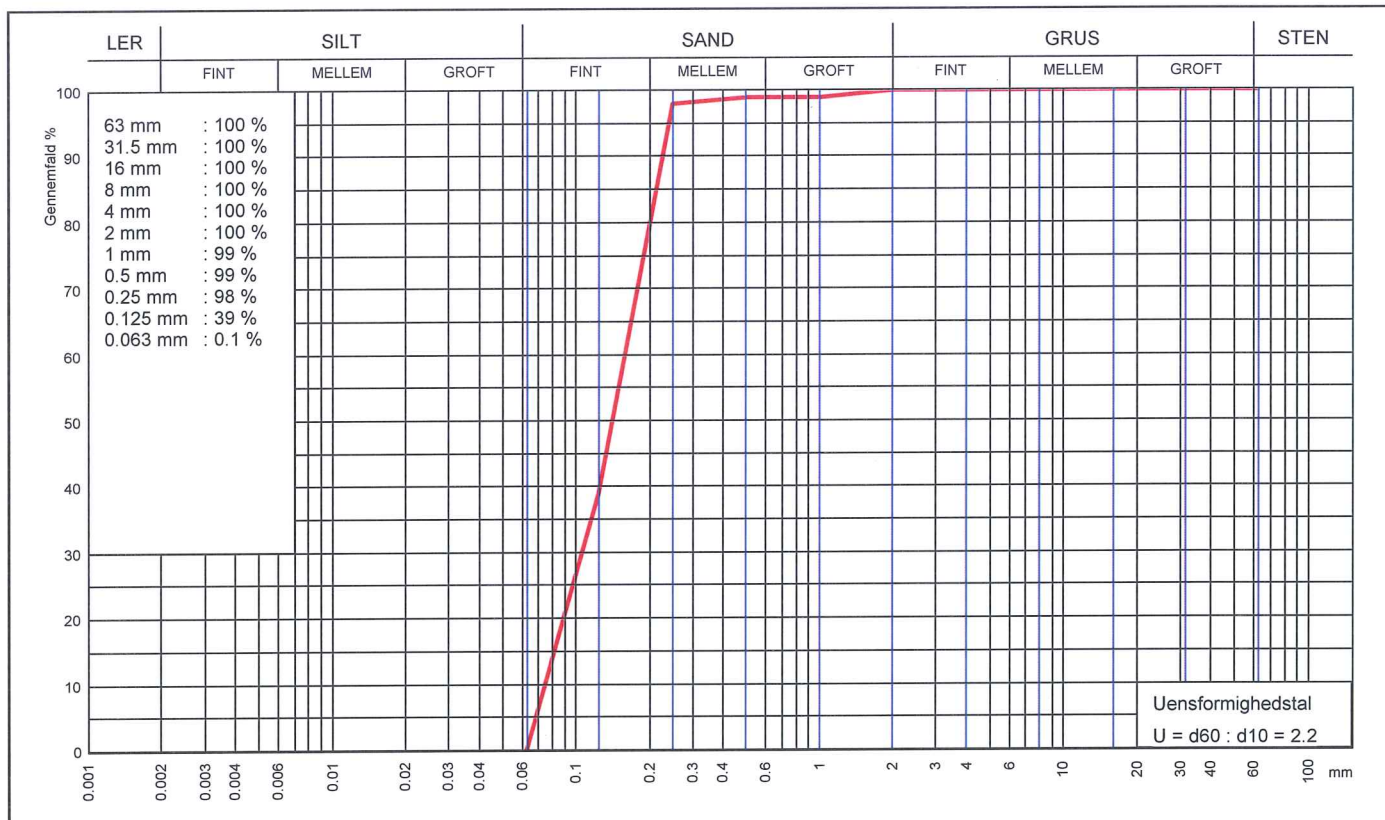


|                                  |       |                                      |       |   |                               |       |
|----------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|---|-------------------------------|-------|
| Gennemfald 0.063 mm              | 0 %   | Frasigtet > 16 mm                    | s     | % | Frasigtet > 80 mm             | %     |
| Flydegrænse $w_L$                |       | Plasticitetsgrænse $w_P$             |       |   | Plasticitetsindeks $I_P$      |       |
| Korndensitet(0-0.063mm) $\rho_s$ | Mg/m³ | Korndensitet(0-16mm) $\rho_s$        | Mg/m³ |   | Korndensitet, filler $\rho_f$ | Mg/m³ |
| Kalkindhold(0-1mm) $k_a$         | %     | Kalkindhold(0-16mm) $k_a$            | %     |   | Kalkindhold(>16mm) $k_a$      | %     |
| Glødetab $g_l$                   | 0.6 % | Glødetab reduceret $g_{l\text{red}}$ | %     |   | d50                           | 0,16  |
| Sandækivalent (0-4mm) $SE_4$     | %     | Humusindhold                         |       |   |                               |       |
| Vurderet frostfare               |       | Vandindhold in situ $w_{nat}$        | %     |   |                               |       |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                     |                                  |                  |                 |
|---------------------|----------------------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON  | NCC Industry A/S<br>Laboratoriet | Station / Boring | Mrk.: BV 14     |
| Sted: BLÅVAND       |                                  | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 160   |
| Udt. d.: 30-10-2018 | Modt. d.: 31-10-2018             | Tegn.: inaman    | Godk. 6/12-18   |
|                     |                                  | Sag nr.: K5328   | Bilag/side nr.: |





|                                        |                   |                                      |                   |   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s                 | % | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |                   |   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  | Mg/m <sup>3</sup> |   | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               | %                 |   | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.7 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> | %                 |   | d <sub>50</sub>                     | 0,15              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |                   |   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> | %                 |   |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk.: 6/12-18

Station / Boring

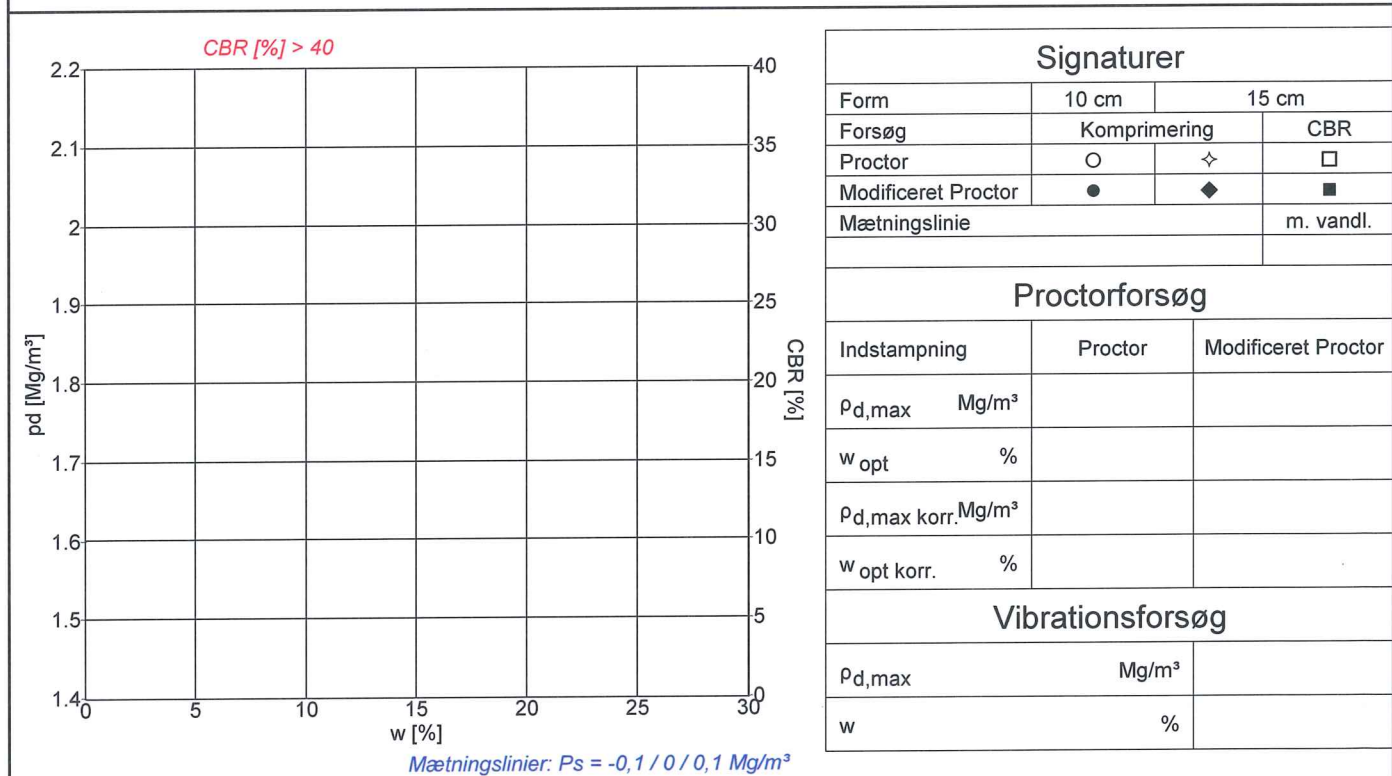
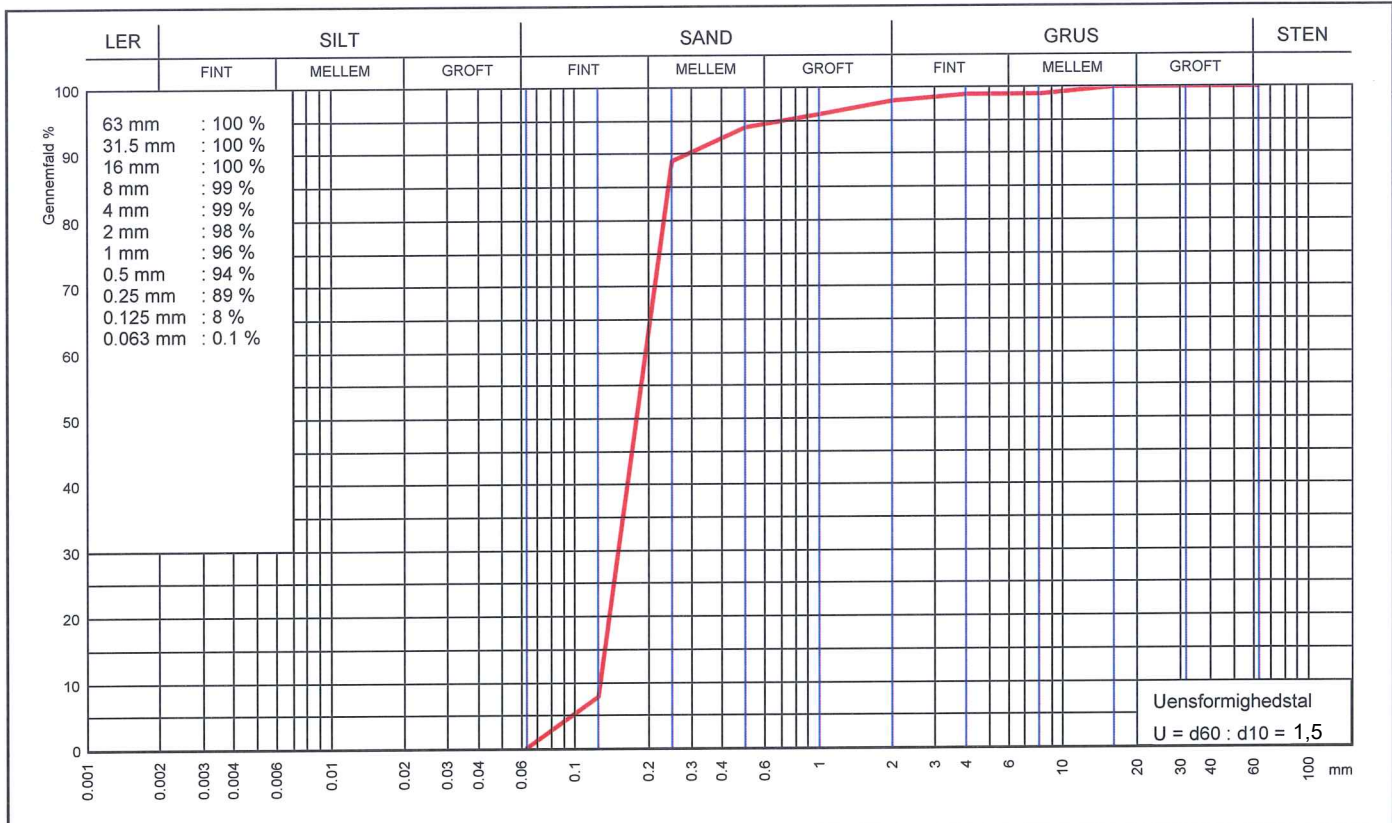
Dybde / Kote

Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 15

Lab. nr.: 161

Bilag/side nr.:

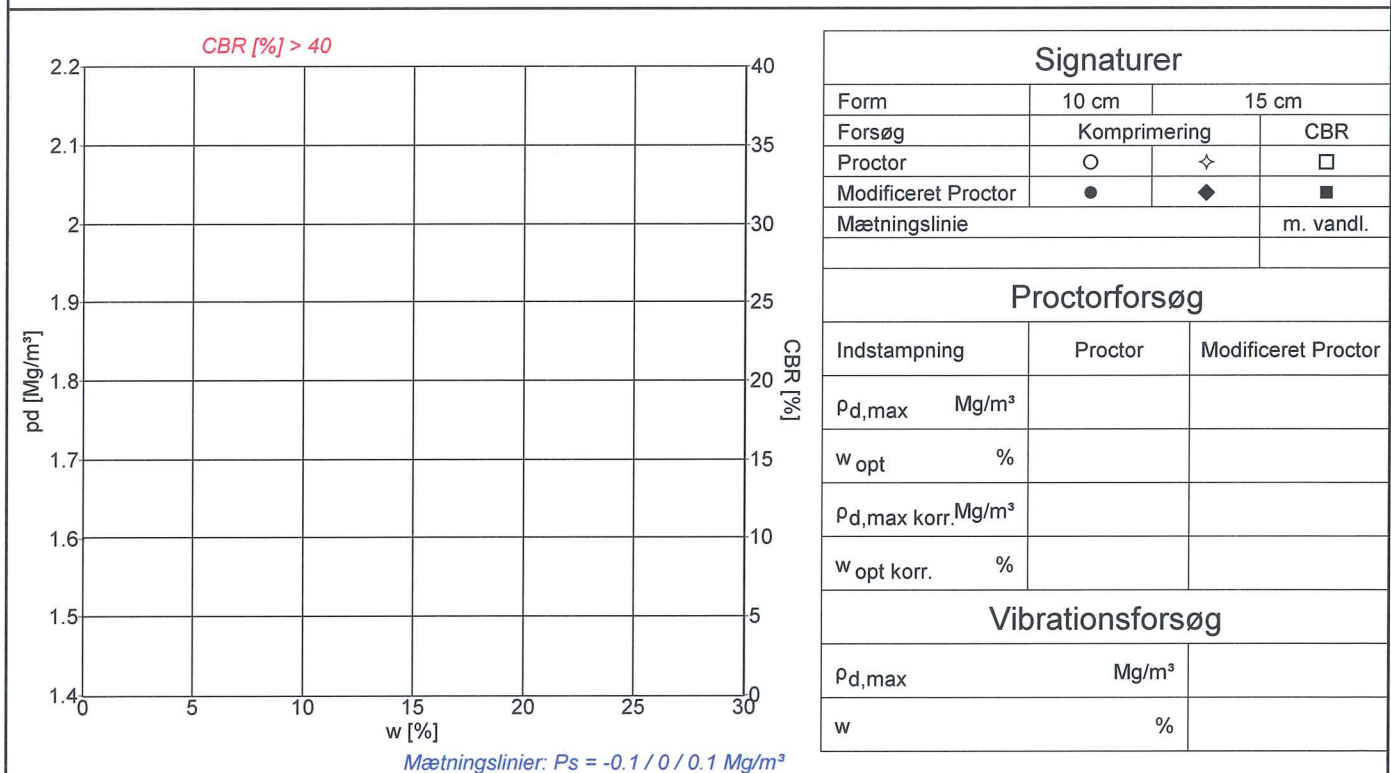
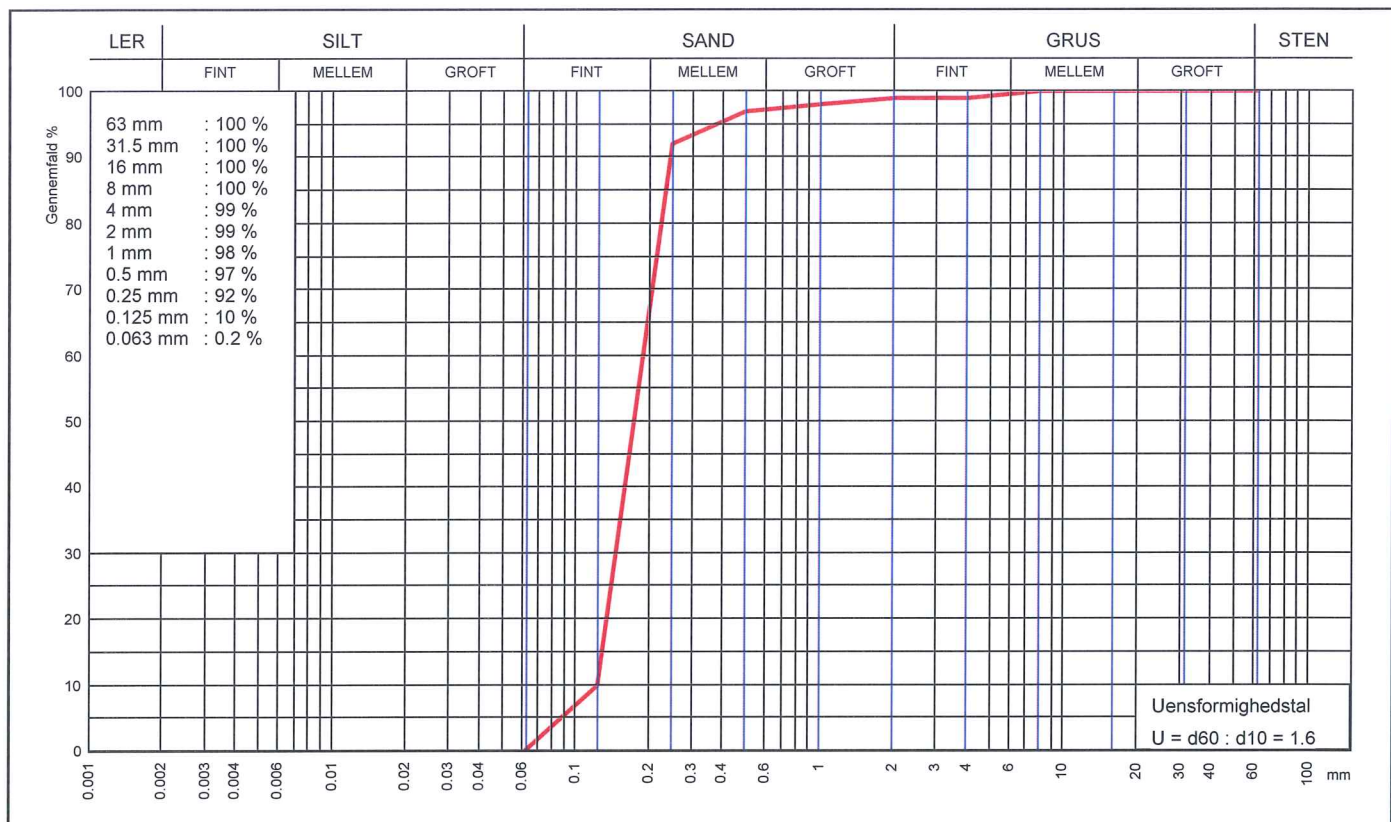


|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.7 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,19              |
| Sandækvivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>  | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                     |                      |                  |                 |
|---------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON  | NCC Industry A/S     | Station / Boring | Mrk.: BV 16     |
| Sted: BLÅVAND       | Laboratoriet         | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 162   |
| Udt. d.: 30-10-2018 | Modt. d.: 31-10-2018 | Tegn.: inaman    | Godk.: 4/12-18  |
|                     |                      | Sag nr.: K5328   | Bilag/side nr.: |





|                                       |                |                     |                      |                   |                    |                      |
|---------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                   | 0.2 %          | Frasigtet > 16 mm   | s                    | %                 | Frasigtet > 80 mm  | %                    |
| Flydegrænse                           | w <sub>L</sub> | Plasticitetsgrænse  | w <sub>P</sub>       |                   | Plasticitetsindeks | I <sub>P</sub>       |
| Korndensitet(0-0.063mm)               | ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup>   | Korndensitet(0-16mm) | ρ <sub>s</sub>    | Mg/m <sup>3</sup>  | Korndensitet, filler |
| Kalkindhold(0-1mm)                    | ka             | %                   | Kalkindhold(0-16mm)  | ka                | %                  | Kalkindhold(>16mm)   |
| Glødetab                              | gl             | 0.6 %               | Glødetab reduceret   | gl <sub>red</sub> | %                  | d <sub>50</sub>      |
| Sandækvivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub> | %              | Humusindhold        |                      |                   |                    | 0,19                 |
| Vurderet frostfare                    |                | Vandindhold in situ | w <sub>nat</sub>     | %                 |                    |                      |

Prøvebeskrivelse: SAND

Rekvirent: ORBICON

Sted: BLÅVAND

Udt. d.: 30-10-2018

Modt. d.: 31-10-2018



NCC Industry A/S  
Laboratoriet

Tegn.: inaman

Godk.:

Station / Boring

Dybde / Kote

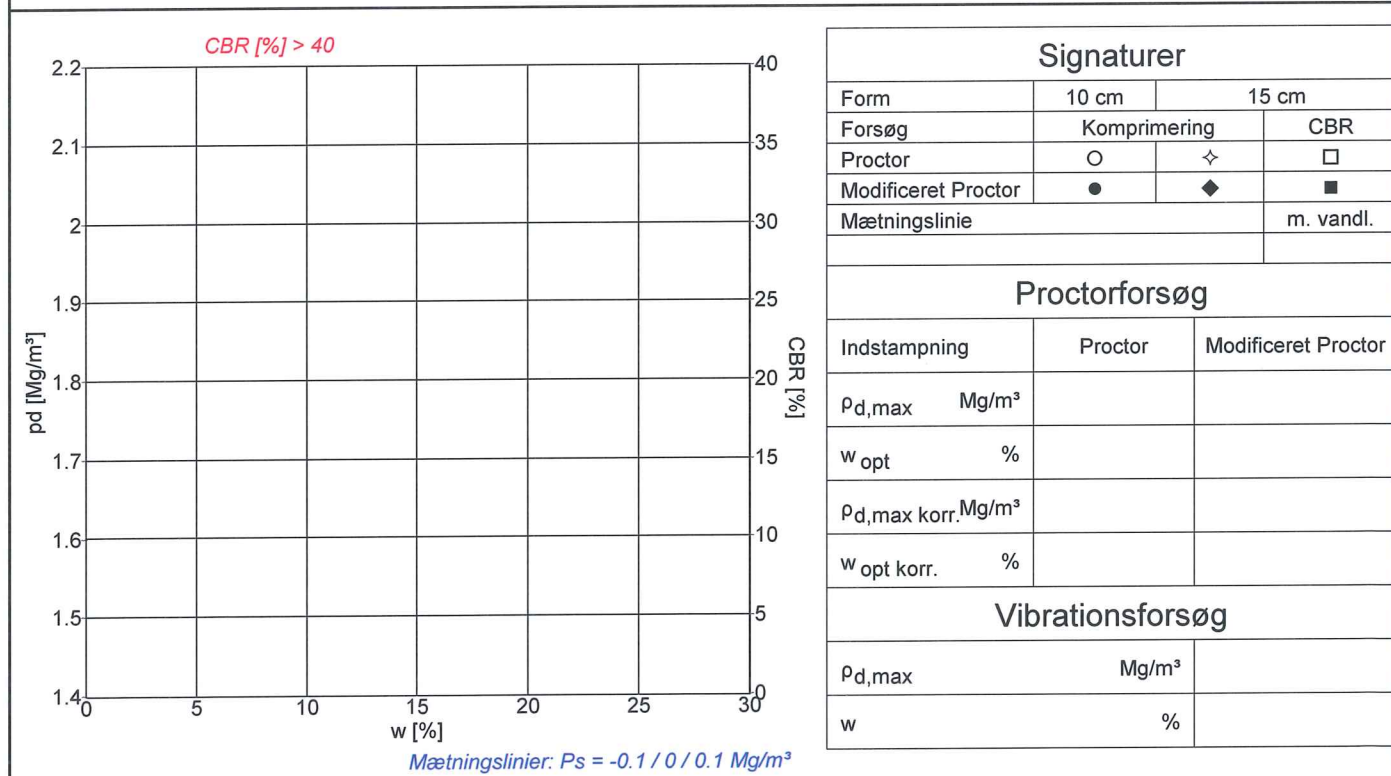
Sag nr.: K5328

Mrk.: BV 17

Lab. nr.: 163

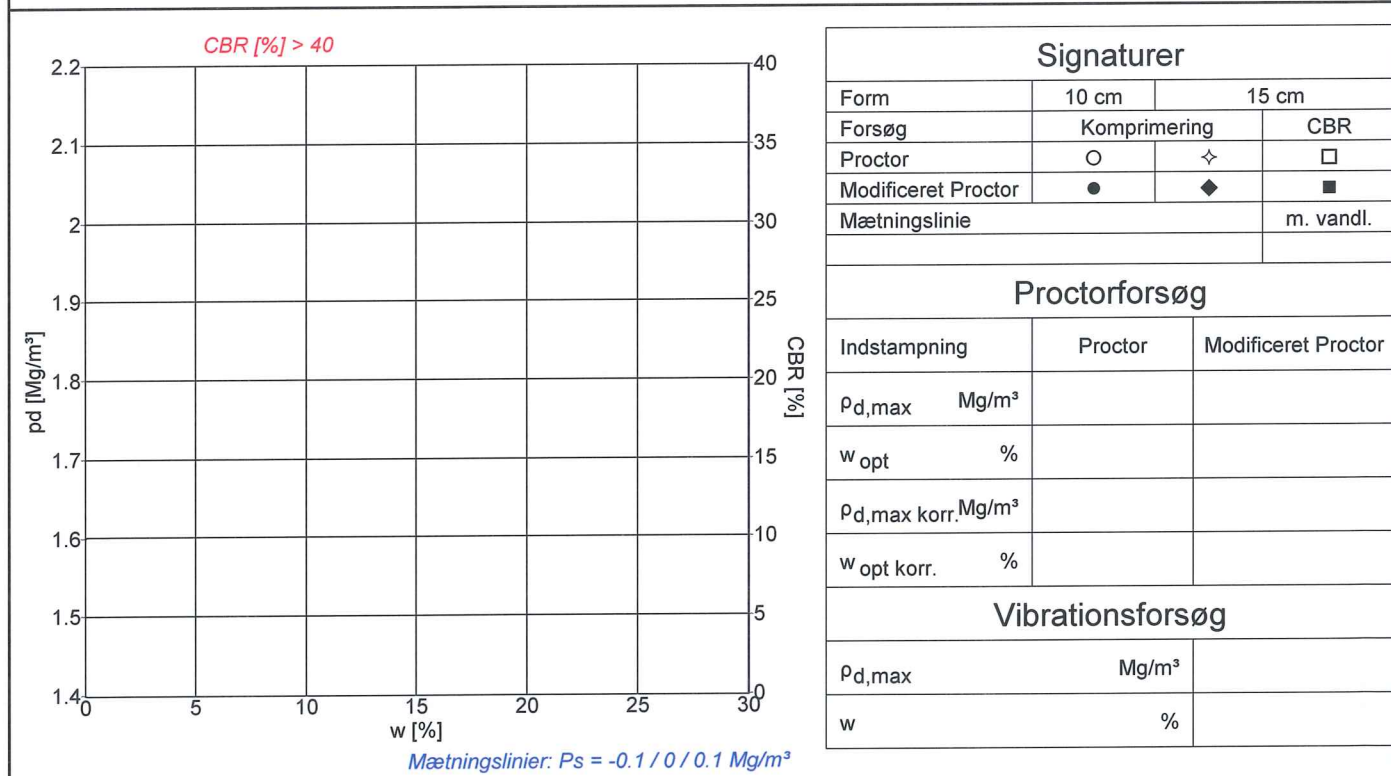
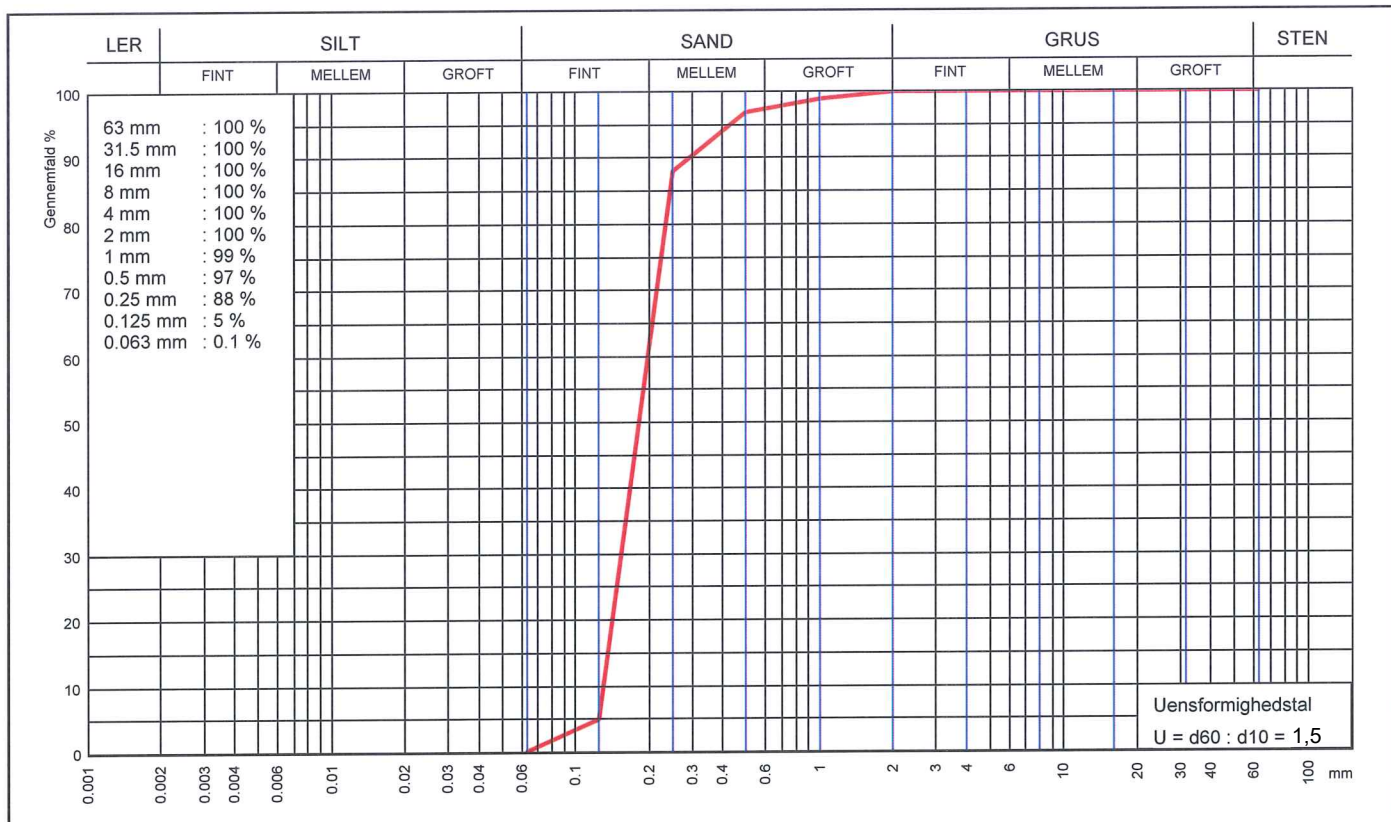
Bilag/side nr.:





|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.2 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.6 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,19              |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

|                        |                                  |               |                  |                |                 |
|------------------------|----------------------------------|---------------|------------------|----------------|-----------------|
| Prøvebeskrivelse: SAND |                                  |               |                  |                |                 |
| Rekvirent: ORBICON     | NCC Industry A/S<br>Laboratoriet |               | Station / Boring | Mrk.:BV 18     |                 |
| Sted: BLÅVAND          |                                  |               | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 164  |                 |
| Udt. d.: 30-10-2018    | Modt. d.: 31-10-2018             | Tegn.: inaman | Godk.: 4/12-18   | Sag nr.: K5328 | Bilag/side nr.: |

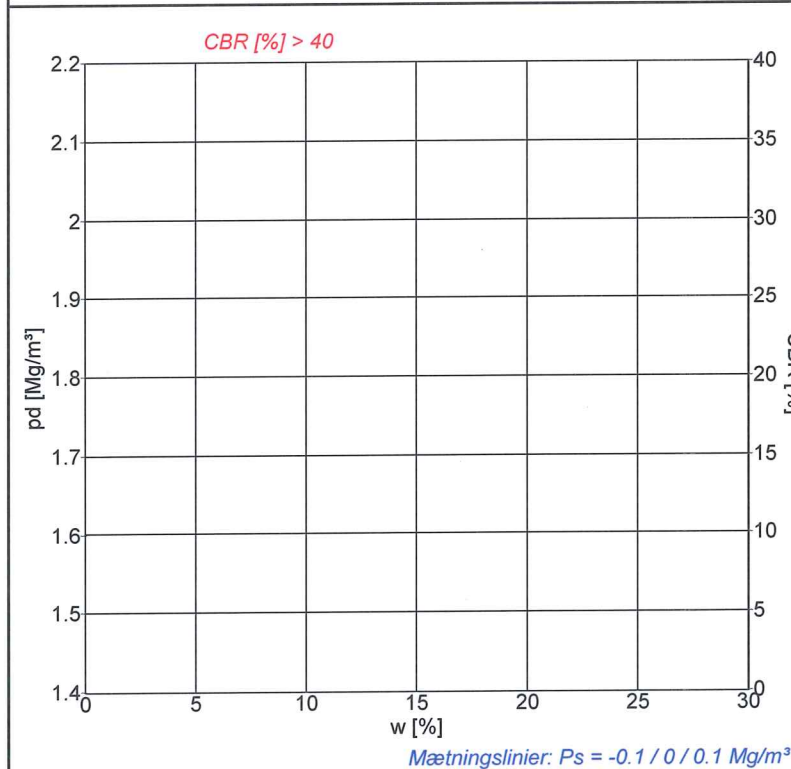


|                                        |       |                                      |   |       |                                     |       |
|----------------------------------------|-------|--------------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.1 % | Frasigtet > 16 mm                    | s | %     | Frasigtet > 80 mm                   | %     |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |       | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |       | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |       |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m³ | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m³ | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m³ |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %     | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %     | Kalkindhold(>16mm) ka               | %     |
| Glødetab gl                            | 0.5 % | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %     | d50                                 | 0,19  |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %     | Humusindhold                         |   |       |                                     |       |
| Vurderet frostfare                     |       | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %     |                                     |       |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                     |                      |                  |                 |
|---------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON  | NCC Industry A/S     | Station / Boring | Mrk.: BV 19     |
| Sted: BLÅVAND       | Laboratoriet         | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 165   |
| Udt. d.: 30-10-2018 | Modt. d.: 31-10-2018 | Tegn.: inaman    | Sag nr.: K5328  |
|                     |                      | Godk.: 14/12-18  | Bilag/side nr.: |



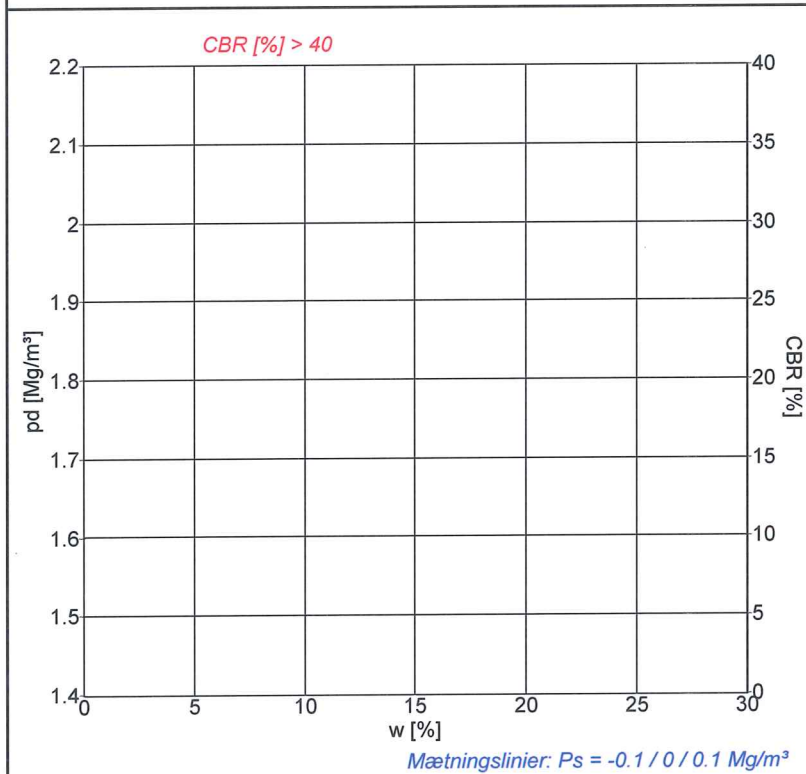
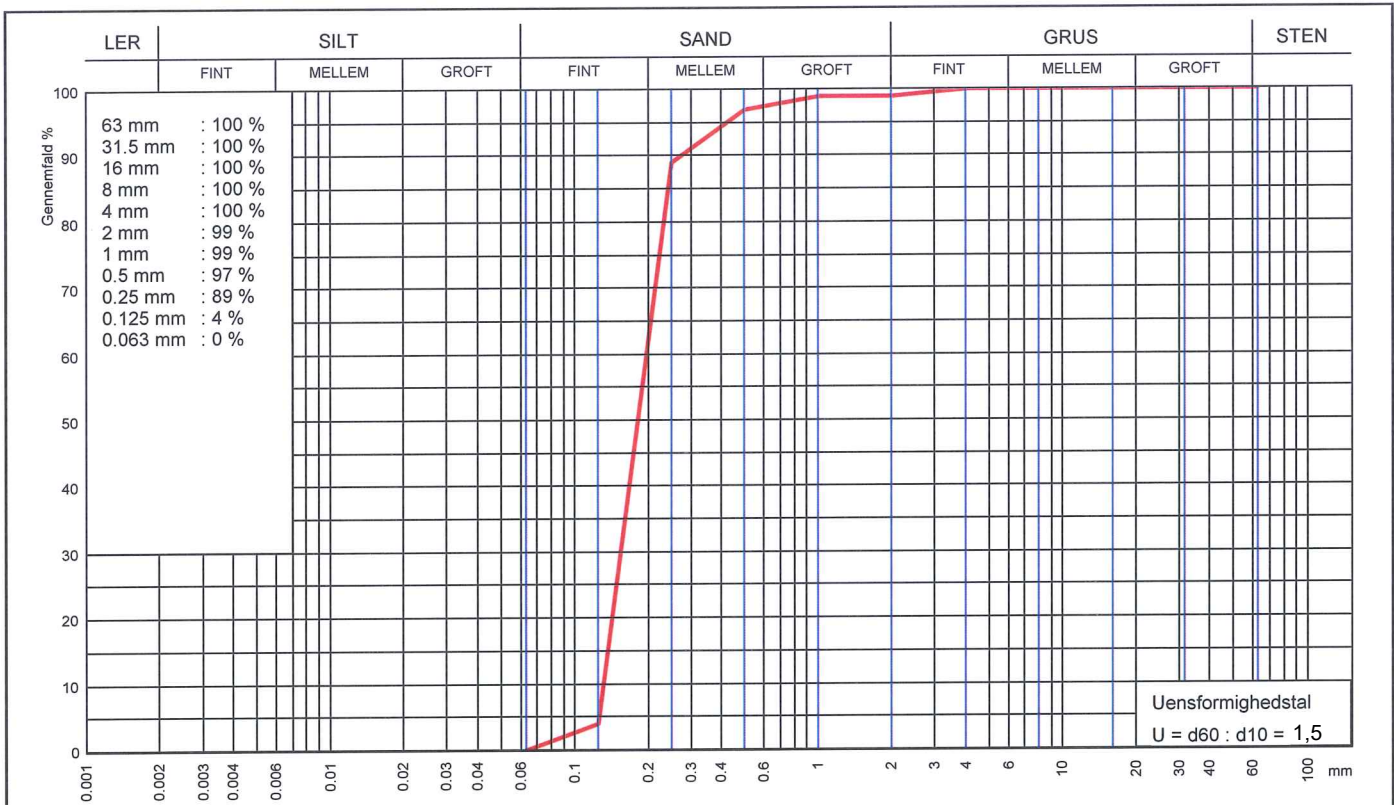


| Signaturer                     |                       |                       |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Form                           | 10 cm                 | 15 cm                 |
| Forsøg                         | Komprimering          | CBR                   |
| Proctor                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Modificeret Proctor            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Mætningslinje                  | m. vandl.             |                       |
| Proctorforsøg                  |                       |                       |
| Indstampning                   | Proctor               | Modificeret Proctor   |
| Pd,max Mg/m <sup>3</sup>       |                       |                       |
| w <sub>opt</sub> %             |                       |                       |
| Pd,max korr. Mg/m <sup>3</sup> |                       |                       |
| w <sub>opt</sub> korr. %       |                       |                       |
| Vibrationsforsøg               |                       |                       |
| Pd,max                         | Mg/m <sup>3</sup>     |                       |
| w                              | %                     |                       |

|                                        |                   |                                      |   |                   |                                     |                   |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0.3 %             | Frasigtet > 16 mm                    | s | %                 | Frasigtet > 80 mm                   | %                 |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |                   | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |                   | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |                   |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m <sup>3</sup> | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m <sup>3</sup> |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %                 | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %                 | Kalkindhold(>16mm) ka               | %                 |
| Glødetab gl                            | 0.5 %             | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %                 | d <sub>50</sub>                     | 0,2               |
| Sandækivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>   | %                 | Humusindhold                         |   |                   |                                     |                   |
| Vurderet frostfare                     |                   | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %                 |                                     |                   |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                     |                      |                  |                 |
|---------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON  | NCC Industry A/S     | Station / Boring | Mrk.:BV 20      |
| Sted: BLÅVAND       | Laboratoriet         | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 166   |
| Udt. d.: 30-10-2018 | Modt. d.: 31-10-2018 | Tegn.: inaman    | Godk.: 4/12-18  |
|                     |                      | Sag nr.: K5328   | Bilag/side nr.: |



| Signaturer                     |                                  |                                  |                                     |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Form                           | 10 cm                            | 15 cm                            |                                     |
| Forsøg                         | Komprimering                     | CBR                              |                                     |
| Proctor                        | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Modificeret Proctor            | <input checked="" type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Mætningslinie                  | m. vandl.                        |                                  |                                     |
| Proctorforsøg                  |                                  |                                  |                                     |
| Indstampning                   | Proctor                          | Modificeret Proctor              |                                     |
| ρ <sub>d,max</sub> Mg/m³       |                                  |                                  |                                     |
| w <sub>opt</sub> %             |                                  |                                  |                                     |
| ρ <sub>d,max</sub> korr. Mg/m³ |                                  |                                  |                                     |
| w <sub>opt</sub> korr. %       |                                  |                                  |                                     |
| Vibrationsforsøg               |                                  |                                  |                                     |
| ρ <sub>d,max</sub> Mg/m³       |                                  |                                  |                                     |
| w %                            |                                  |                                  |                                     |

|                                        |       |                                      |   |       |                                     |       |
|----------------------------------------|-------|--------------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|
| Gennemfald 0.063 mm                    | 0 %   | Frasigtet > 16 mm                    | s | %     | Frasigtet > 80 mm                   | %     |
| Flydegrænse w <sub>L</sub>             |       | Plasticitetsgrænse w <sub>P</sub>    |   |       | Plasticitetsindeks I <sub>P</sub>   |       |
| Korndensitet(0-0.063mm) ρ <sub>s</sub> | Mg/m³ | Korndensitet(0-16mm) ρ <sub>s</sub>  |   | Mg/m³ | Korndensitet, filler ρ <sub>f</sub> | Mg/m³ |
| Kalkindhold(0-1mm) ka                  | %     | Kalkindhold(0-16mm) ka               |   | %     | Kalkindhold(>16mm) ka               | %     |
| Glødetab gl                            | 0.5 % | Glødetab reduceret gl <sub>red</sub> |   | %     | d50                                 | 0,19  |
| Sandækvivalent (0-4mm)SE <sub>4</sub>  | %     | Humusindhold                         |   |       |                                     |       |
| Vurderet frostfare                     |       | Vandindhold in situ w <sub>nat</sub> |   | %     |                                     |       |

Prøvebeskrivelse: SAND

|                     |                                  |                  |                 |
|---------------------|----------------------------------|------------------|-----------------|
| Rekvirent: ORBICON  | NCC Industry A/S<br>Laboratoriet | Station / Boring | Mrk.:BV 21      |
| Sted: BLÅVAND       |                                  | Dybde / Kote     | Lab. nr.: 167   |
| Udt. d.: 30-10-2018 | Modt. d.: 31-10-2018             | Tegn.: inaman    | Godk.: 11/12-18 |
|                     |                                  | Sag nr.: K5328   | Bilag/side nr.: |



# BILAG 8

ARTSBESKRIVELSE MARINE  
FORHOLD, FISK





## 8.1 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.

## 8.2

### 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.<sup>28</sup>

### 8.2.1

#### 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 Vidå<sup>29</sup>. 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 Vidå<sup>30</sup>. 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 storstillede 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 habitatforbedringer<sup>31</sup>. 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.<sup>32</sup>. 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 det<sup>33</sup>.

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 laks<sup>34</sup>. 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 grunde<sup>35</sup>.

<sup>28</sup> Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

<sup>29</sup> <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

<sup>30</sup> 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.

<sup>31</sup> 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.

<sup>32</sup> 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.

<sup>33</sup> 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.

<sup>34</sup> [www.denstorelakseundersogelse.dk](http://www.denstorelakseundersogelse.dk)

<sup>35</sup> 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)<sup>36</sup>. Der er ikke viden om danske post-smolts vandringsadfærd, men udenlandske undersøgelser viser, at udtræk mod Nord foregår målrettet og hurtigt<sup>37</sup>.

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 krav<sup>38</sup>.

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 tobiser<sup>39</sup>.

| Livsstadium                                  |               |                             |               |                             |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
| Strækning                                    | Æg            | Strækning                   | Æg            | Strækning                   |
| <b>Skagen</b>                                | Ikke relevant | Ikke relevant               | Ikke relevant | Ikke relevant               |
| <b>Lønstrup</b>                              | Ikke relevant | Ikke relevant               | Ikke relevant | Ikke relevant               |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Harboøre Tange – 2</b>                    | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>                | Ikke relevant | +                           | Ikke relevant | + (Thorsminde udløb)        |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b>   | Ikke relevant | +                           | Ikke relevant | + (Thorsminde udløb)        |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>    | Ikke relevant | (+)                         | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>              | Ikke relevant | +                           | Ikke relevant | + (Hvide Sande udløb)       |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>              | Ikke relevant | +                           | Ikke relevant | + (Hvide Sande udløb)       |

<sup>36</sup> <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

<sup>37</sup> 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.

<sup>38</sup> <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

<sup>39</sup> DTU, 2018, Fiskepleje <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/laks>

|         |               |               |     |     |
|---------|---------------|---------------|-----|-----|
| Blåvand | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) | (+) |
|---------|---------------|---------------|-----|-----|

Tabel 8-1. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af Atlantisk laks på strækningerne.

## 8.2.2

### 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 Stillehavet<sup>40</sup> og niveauer af > 15-25 mg/L anses for tærskelværdi for, hvornår laksefisk påvirkes negativt af suspenderet sediment<sup>41</sup>. Newcombe og Jensen har gennemført et omfattende litteraturstudie<sup>42</sup> 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, 1976<sup>43</sup> på coho laks (syn. Søvlaks, *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 2007<sup>44</sup>, 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 baggrundskoncentration<sup>45</sup> 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.

<sup>40</sup> 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

<sup>41</sup> 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.

<sup>42</sup> 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

<sup>43</sup> 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

<sup>44</sup> Robertson, M. J., and Clarke, K. D., 2007, Seasonal Effects of Suspended Sediment on the Behaviour of Juvenile Atlantic Salmon

<sup>45</sup> DTU-Aqua, 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 18. december, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.

### 8.2.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Laksens hørelse er begrænset til frekvenser under ca. 380 Hz, og over ca. 150 Hz er sensitiviteten lav<sup>46</sup>. Juvenile laks udviser undvigeadfærd ved lavfrekvente lyde<sup>47</sup>. Laks klassificeres som havende lav følsomhed for støj<sup>48</sup>.

### 8.2.4 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 Aqua<sup>49</sup> af hensyn til forsigtighedsprincippet for habitatarter.

---

<sup>46</sup> 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.

<sup>47</sup> 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.

<sup>48</sup> (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

<sup>49</sup> DTU-Aqua, 2020, Anmodning om vurdering i henhold til e-mail af 18. december, Niels Kristian Kvistgaard, Områdechef i Kystbeskyttelse Drift og Anlæg, Kystdirektoratet.



### 8.3

#### Havlampret

Navn: Havlampret (*Petromyzon marinus*)

Type: Demersal, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag II<sup>50</sup>

#### 8.3.1

##### 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 hav<sup>51</sup>. 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<sup>52 53 54</sup>. I Danmark sker selve gydningen formentlig fra april til juli (maksimum gydning sandsynligvis i juni-juli)<sup>55</sup>. 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 å<sup>56</sup>. 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-vinter<sup>57</sup>. Dog viser et studie fra Rhinen at udtræk forekommer året rundt; primært om foråret (marts-maj), og i mindre grad i efterår-vinter<sup>58</sup>. Dermed gør de tidsligt vidt udbredte migrationsmønstre det svært at finde tidsspecifikke afværgetiltag ved migrationsbarrierer, der tillader tilstrækkelig naturlig vandringsadfærd for bestanden som helhed<sup>59</sup>. 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.

<sup>50</sup> Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

<sup>51</sup> 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.

<sup>52</sup> 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

<sup>53</sup> M. & J. Freyhof (2007) Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp

<sup>54</sup> Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, s. 73-83.

<sup>55</sup> Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, s. 73-83.

<sup>56</sup> Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, s. 73-83.

<sup>57</sup> 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.

<sup>58</sup> 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.

<sup>59</sup> 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.<sup>60</sup>

| Livsstadium                                  |               |                             |         |       |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------------------|---------|-------|
| Strækning                                    | Æg            | IR Juv.                     | Juvenil | Adult |
| <b>Skagen</b>                                | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Lønstrup</b>                              | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Harboøre Tange – 2</b>                    | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>                | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b>   | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>    | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>              | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>              | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |
| <b>Blåvand</b>                               | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | +       | +     |

Tabel 8-2. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af havlampret på hovedstrækningerne.

### 8.3.2 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 individer<sup>61</sup>, 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 fødevandløbet<sup>62</sup>. På baggrund af ovenstående vurderes det at havlampret har lav følsomhed overfor sedimentation og forhøjede sedimentkoncentrationer.

<sup>60</sup> 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.

<sup>61</sup> 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

<sup>62</sup> 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

### 8.3.3 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)<sup>63</sup>. Der er dog ingen tegn på, at støj påvirker migrationsadfærden hos voksne havlampretter<sup>64</sup>. 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.

### 8.3.4 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.

---

<sup>63</sup> Klingler, G., and K. Mullett. 2001. Using sound to guide lampreys: pilot study results. U.S. Fish and Wildlife Service, Marquette, Michigan.

<sup>64</sup> 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

## 8.4

### Stavsild

Navn: Stavsild (*Alosa fallax*)

Type: pelagisk-neritisk, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag II og V<sup>65</sup>

#### 8.4.1

##### 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 gyder<sup>66</sup>.

Internationale studier har dokumenteret at arten har hjeminstinkt ('homing'), og altså vender tilbage til sit oprindelsesvandløb for at gyde<sup>67</sup>. 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-juni<sup>68 69</sup>. Der er ikke kendskab til specifikke danske gydepladser, og det er ikke med sikkerhed påvist at arten reelt yngler i danske vandløb<sup>70</sup>. 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 farvande<sup>71</sup>. 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 gydemoden<sup>72</sup>. Der er flere registreringer af stavsild fanget med garn nord for Hirtshals i forbindelse med Nøglefiskerprojektet 2010<sup>73</sup>, samt lystfiskerfangster i Hirtshals Havn<sup>74</sup>. 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 fisk<sup>75</sup>. Stavsildens føde er plankton, hesterejer, mysis og småfisk<sup>76</sup>.

<sup>65</sup> Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

<sup>66</sup> Carl, H. & Møller, P.R., 2012, Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

<sup>67</sup> Jolly, M.T., et al., 2012, Population genetic structure of protected allis shad (*Alosa alosa*) and twaite shad (*Alosa fallax*) MARINE BIOLOGY 159: 675-687.

<sup>68</sup> 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.

<sup>69</sup> 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

<sup>70</sup> Carl, H. & Møller, P.R., 2012, Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

<sup>71</sup> 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.

<sup>72</sup> Møller, P. R., 2019, Pers. Kom.

<sup>73</sup> 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.

<sup>74</sup> Fugleognatur.dk, besøgt 20. marts 2019, <https://www.fugleognatur.dk/art2.aspx?mode=obs&id=4763>

<sup>75</sup> Kottelat, M. and J. Freyhof, 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.

<sup>76</sup> 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                                             |
| <b>Skagen</b>                                | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant                                     |
| <b>Lønstrup</b>                              | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant                                     |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Limfjord                     |
| <b>Harboøre Tange – 2</b>                    | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Nisum Fjord                  |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Nisum Fjord                  |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>                | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord             |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b>   | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord             |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>    | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord             |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>              | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord             |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>              | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord             |
| <b>Blåvand</b>                               | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | (+) dokumenteret fra Ringkøbing Fjord & Vadehavet |

Tabel 8-3. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af stavsild på hovedstrækningerne.

#### 8.4.2 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<sup>77 78</sup>.

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 sandfodring<sup>79</sup>. 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

<sup>77</sup> Aprahamian, MW. 1988. The biology of the twaite shad, *Alosa fallax fallax* (Lacépède), in the Severn Estuary. Journal of Fish Biology, 33:141-152.

<sup>78</sup> Manning, AJ., Langston, WJ., Jonas PJC. A review of sediment dynamics in the Severn Estuary: Influence of flocculation. Marine Pollution Bulletin, 61:37-51.

<sup>79</sup> 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 8.10. Antagelserne vurderes at være forenelig med forsigtighedsprincippet for vurderinger for habitatarter.

#### 8.4.3 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 Hz<sup>80</sup>. Clupeider<sup>81</sup>, såvel som arter fra slægten *Alosa*<sup>82</sup> vurderes derfor at have høj følsomhed overfor støj.

#### 8.4.4 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 Aqua<sup>83</sup> af hensyn til forsigtighedsprincippet for habitatarter.

<sup>80</sup> FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

<sup>81</sup> Nedwel JR, Edwards B, Turnpenny AWH, Gordon J. Fish and Marine Mammal Audiograms: A summary of available information. Subacoustech Rep ref 534R0214. 2004;

<sup>82</sup> 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.

<sup>83</sup> 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.

## 8.5

## Majsild

Navn: Majsild (*Alosa alosa*)

Type: Pelagisk-neritisk, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag II og V<sup>84</sup>

## 8.5.1

## 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.<sup>85</sup> Det menes at juvenile er mere kystbundne end adulte fisk<sup>86</sup>. Majsildens føde er plankton og småfisk.<sup>87</sup>

| Strækning                                    | Livsstadium   |                             |                             |                             |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                              | Æg            | IR Juv.                     | Juvenil                     | Adult                       |
| <b>Skagen</b>                                | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Lønstrup</b>                              | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Harboøre Tange – 2</b>                    | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>                | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b>   | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>    | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>              | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>              | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |
| <b>Blåvand</b>                               | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |

Tabel 8-4. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af majsild på hovedstrækningerne.

<sup>84</sup> Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]. redlist.dk

<sup>85</sup> Carl, H. & Møller, P.R., 2012, Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

<sup>86</sup> Kottelat, M. and J. Freyhof, 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.

<sup>87</sup> Carl, H. & Møller, P.R. (2012) Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

### 8.5.2 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 8.10.

### 8.5.3 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 Hz<sup>88</sup>. Clupeider<sup>89</sup>, såvel som arter fra slægten *Alosa*<sup>90</sup> vurderes at have høj følsomhed overfor støj.

### 8.5.4 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.

<sup>88</sup> FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

<sup>89</sup> 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

<sup>90</sup> Mann, D.A., 2001, Ultrasound detection by clupeiform fishes. J. Acoust. Soc. Am. 109:3048-3054.

## 8.6 Europæisk ål

Navn: Europæisk ål (*Anguilla anguilla*)

Type: Demersal/bentisk i undersøgelsesområdet (pelagisk under gydemigration), katadrom

Listeart: Røddlistet, kritisk truet<sup>91</sup>.

### 8.6.1 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)<sup>92</sup>. 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 vandløb<sup>93</sup>. 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 Bæk<sup>94</sup>. Ålen er udbredt på kysten og i vandsystemer over hele Danmark. Juvenile ål i havet udnytter primært områder med bundvegetation<sup>95</sup>. 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 |
| <b>Skagen</b>                                | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Lønstrup</b>                              | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Harbøre Tange – 2</b>                     | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>                | Ikke relevant | +       | +       | +     |

<sup>91</sup> Council Regulation (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel.

<sup>92</sup> Bornarel, V., et al., Modelling the recruitment of European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its European range. – ICES Journal of Marine Science, 75: 541–552.

<sup>93</sup> Ålehandlingsplan, 2018, DTU Aqua, Silkeborg.

<sup>94</sup> DTU, 2018, Fiskepleje <http://www.fiskepleje.dk>

<sup>95</sup> 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 |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b> | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>  | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>            | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>            | Ikke relevant | +       | +       | +     |
| <b>Blåvand</b>                             | Ikke relevant | +       | +       | +     |

Tabel 8-5. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af europæisk ål på hovedstrækningerne.

#### 8.6.2 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 fourageringsadfærd<sup>96</sup> og følsomheden vurderes at være lav.

#### 8.6.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Et norsk studie har vist at ål har en øvre grænse for hørbare frekvenser på 300 Hz<sup>97</sup>. Ålen vurderes at have moderat følsomhed overfor støj<sup>98</sup>.

#### 8.6.4 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.

<sup>96</sup> 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

<sup>97</sup> Jerko H., Turunen-Rise, I., Enger P.S., and Sand O., 1989, Hearing in the eel (*Anguilla anguilla*), J Comp Physiol A

<sup>98</sup> 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



## 8.7

## Snæbel

Navn: Snæbel (Nordsøsnæbel) (*Coregonus oxyrinchus*)

Type: Benthopelagisk, anadrom

Listeart: Rødlistet, Habitatdirektivet Bilag IV<sup>99</sup>

## 8.7.1

## 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 landet<sup>100</sup>. På grund af ringe bestandstilstande har snæbel tidligere været genstand for støtteudsætninger i Varde å, Sneum å, Kongeå, Ribe å, Brede å og Vidå<sup>101</sup>. 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-april<sup>102</sup>. Fri passage mellem opvækstområderne i Vadehavet og gydeområderne i ferskvand er et krav. Efter klækning af æggen 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 valideret<sup>103</sup>. Gydevandring og gydning gentages over flere år.<sup>104</sup>

Lokal udbredelse:

| Strækning                                    | Livsstadium   |               |               |               |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                              | Æg            | IR Juv.       | Juvenil       | Adult         |
| <b>Skagen</b>                                | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Lønstrup</b>                              | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Harboøre Tange – 2</b>                    | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>                | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b>   | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>    | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>              | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>              | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant | Ikke relevant |

<sup>99</sup> Wind, P. & Pihl, S. (red.): Den danske rødliste. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, [2004]-. redlist.dk

<sup>100</sup> 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.

<sup>101</sup> DTU, 2018, Fiskepleje <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/snaebel>

<sup>102</sup> 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.

<sup>103</sup> Borchering, 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.

<sup>104</sup> 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                       |
| <b>Blåvand</b> | Ikke relevant | Ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant | Sandsynligvis ikke relevant |

Tabel 8-6. Udbredelsen (indikeret ved +) af forskellige livsstadier af snæbel på hovedstrækningerne.

### 8.7.2 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 8.2.

### 8.7.3 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 8.2 og Nedwell, J.R., et al. (2004)<sup>105</sup>.

### 8.7.4 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.

<sup>105</sup> 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

## 8.8 Torsk

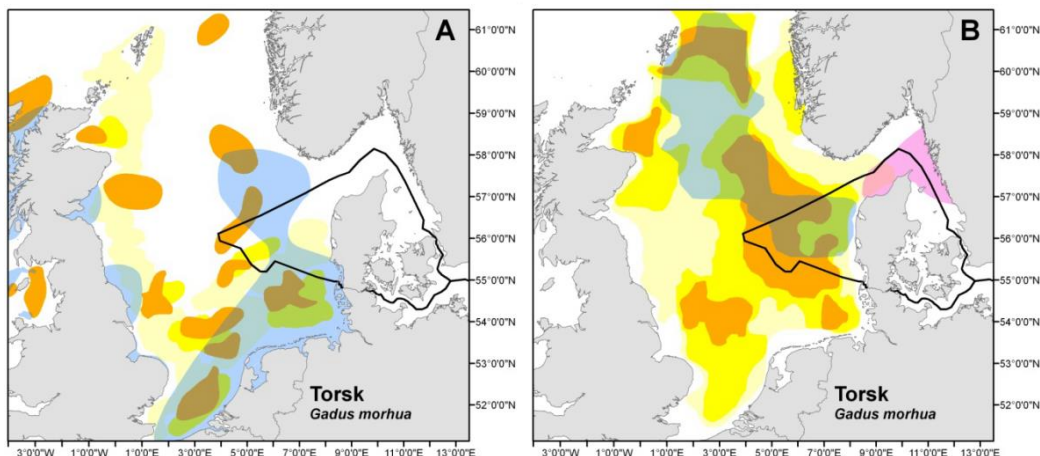
Navn: Torsk (*Gadus morhua*)

Type: Demersal

Listeart: Nej

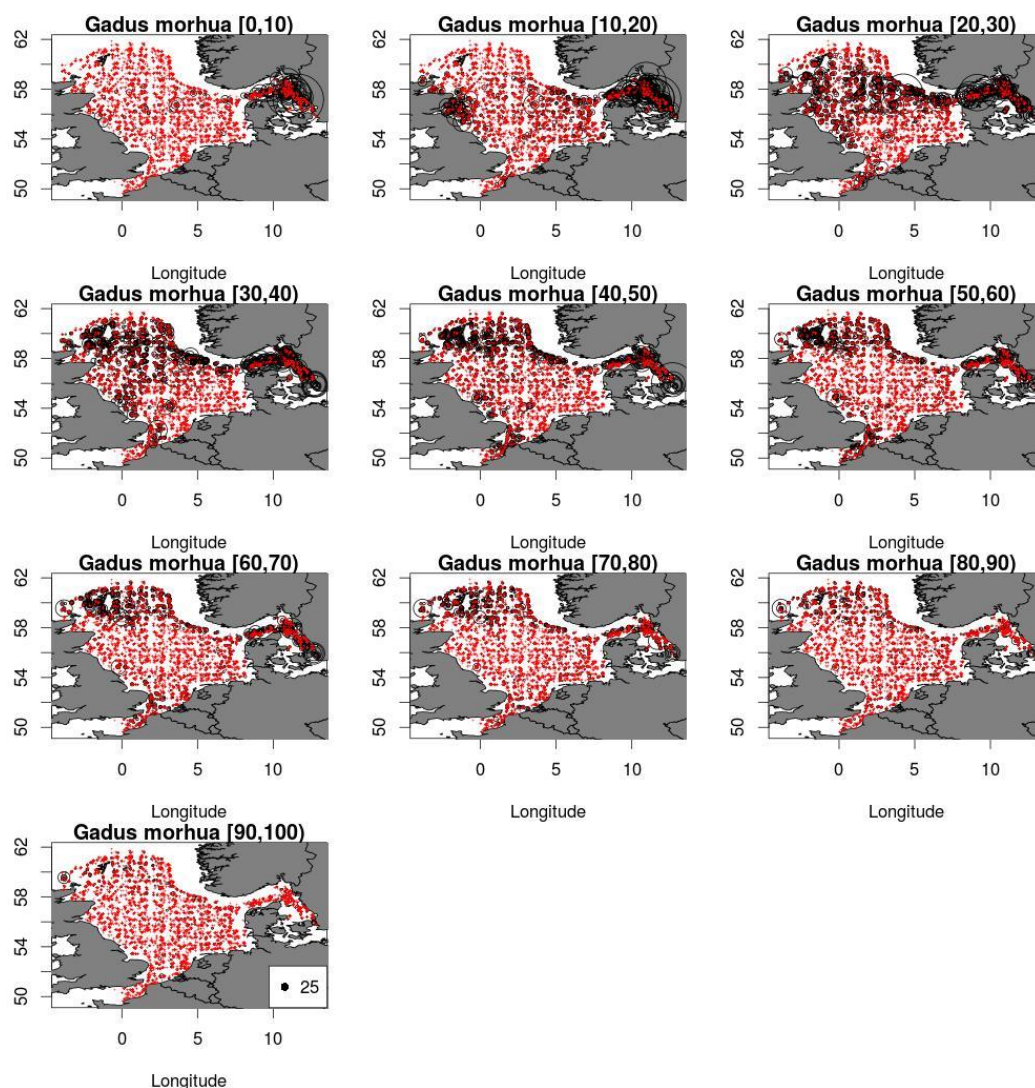
### 8.8.1 Bestandsudbredelse

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 8-1. 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 torskkeyngel: 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 torskkeyngel. Lyserød: områder med forholdsvis høje fangster af 0- og 1-årige torsk. Der er høje forekomster af torskkeyngel 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 8-2. 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 størrelse<sup>106</sup>.

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 topper ofte i februar – marts.<sup>107</sup> 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 Vestkysten<sup>108</sup>. 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.<sup>109</sup>

<sup>106</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Cod.

<sup>107</sup> Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

<sup>108</sup> Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

<sup>109</sup> 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 8-7. Væsentlig tilstedeværelse af torsk i langs de 11 strækninger er angivet i tabel herover med +.

### 8.8.2 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/l<sup>110</sup>. 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 studie<sup>111</sup>. Foretrukne sedimenttyper i kystnære områder afhænger af de juvenile fisks størrelse og svinger typisk mellem klippe- og ralbund<sup>112</sup>, men juvenile torsk forekommer også på sandbund. Øget turbiditet har begrænset effekt på torsk, der kan anvende andre sanser end synet til fouragering<sup>113 114</sup>.

### 8.8.3 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<sup>115 116</sup> og visse former for ultralyd (38 kHz)<sup>117</sup>, dog kan de kun opfatte ultralyd, ved meget høje niveauer (200 dB). Torsk reagerer også på infralyd (lavfrekvent)

<sup>110</sup> Appelberg, M; Holmqvist, M and Lagenfelt, I., 2005, Øresundsforbindelsens inverkan paa fisk och fiske. Underlagsrapport 1992-2005.

<sup>111</sup> Humborstad O, Jørgensen T, Grotmol S., 2006, Exposure of cod *Gadus morhua* to resuspended sediment: an experimental study of the impact of bottom trawling.

<sup>112</sup> Gregory RS, Anderson JT. 1997, Substrate selection and use of protective cover by juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* in inshore waters of Newfoundland.

<sup>113</sup> 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* )

<sup>114</sup> 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* )

<sup>115</sup> Chapman CJ, Hawkins AD., 1973, A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L. J Comp Physiol

<sup>116</sup> Wahlberg M, Westerberg H, 2005, Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. Mar Ecol Prog Ser.

<sup>117</sup> 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<sup>118 119</sup>. Torsk kan påvirkes af lyd i livsstadier mellem larver og adulte fisk<sup>120 121 122 123</sup>. Følsomheden vurderes at være moderat<sup>124</sup>.

#### 8.8.4 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.

---

<sup>118</sup> Nedelec SL, et al. 2015, Impacts of regular and random noise on the behaviour, growth and development of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*).

<sup>119</sup> 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.

<sup>120</sup> Nedelec SL, et al. 2015, Impacts of regular and random noise on the behaviour, growth and development of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*).

<sup>121</sup> 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.

<sup>122</sup> Buerkle U. Detection of trawling noise by Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Mar Freshw Behav Phy. Taylor & Francis; 1977;4: 233–242.

<sup>123</sup> Handegard NO, Michalsen K, Tjøstheim D., 2003, Avoidance behaviour in cod (*Gadus morhua*) to a bottom-trawling vessel. Aquat Living Resour.

<sup>124</sup> 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

## 8.9

## Hvilling

Navn: Hvilling (*Merlangius merlangus*)

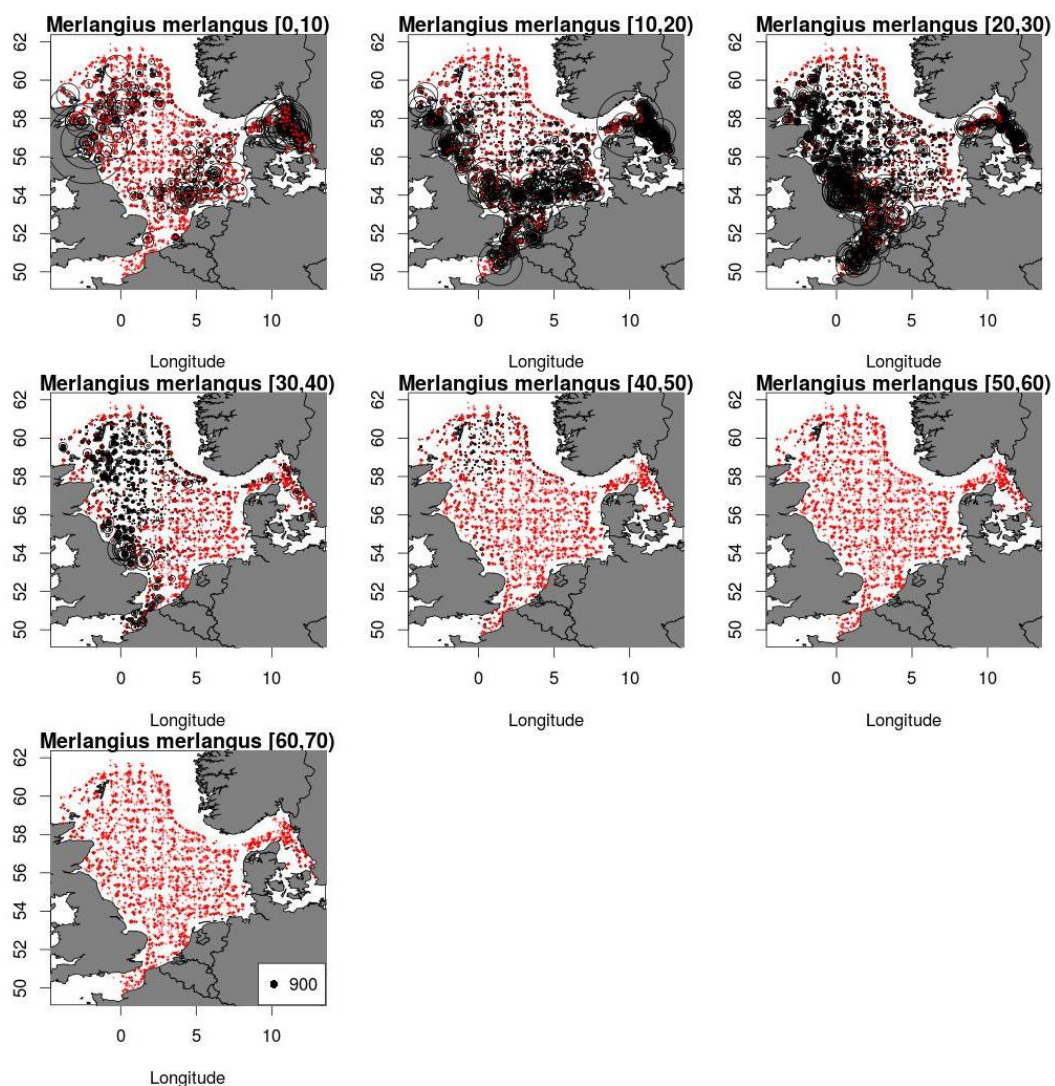
Type: Pelagisk

Listeart: Nej

## 8.9.1

## Bestandsudbredelse

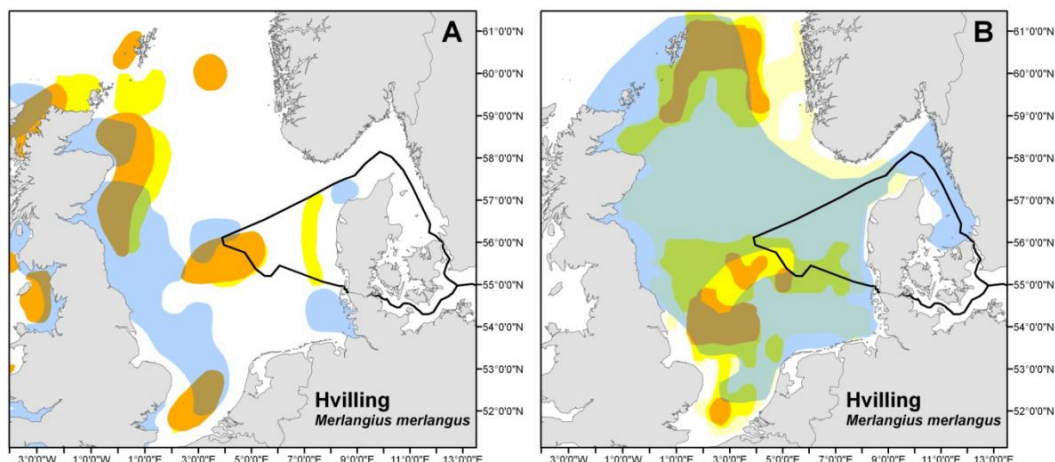
Hvilling er udbredt i hele Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Mindre individer (< 30 cm) forekommer især i de sydlige og nordvestlige dele af Nordsøen, samt i Skagerrak. Større individer (> 30 cm) forekommer især i de nordvestlige og vestlige dele af Nordsøen samt i Skagerrak, men er fåtallige langs Vestkysten. Individer over 50 cm er sjældne, men fanges sporadisk i de nordlige dele af Nordsøen.



Figur 8-3. 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 størrelse<sup>125</sup>.

<sup>125</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Whiting.

Hvilling forekommer mest på sand- eller mudderbund på alle dybder ned til 200 meter<sup>126</sup>. Gyddning hos hvilling foregår typisk i perioden februar – juni<sup>127</sup>, men toppes i det tidlige forår<sup>128</sup>. Gyde- og opvækstområder findes over store dele af udbredelsesområdet, hvor gyddningen foregår på 30-100 meters dybde<sup>129</sup>.



Figur 8-1. Gyde- og opvækstområder for Hvilling i Nordsøen<sup>130</sup>. 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 fisk<sup>131</sup>. Sådanne invertebrater forekommer langs Vestkysten<sup>132</sup>. 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 kønsmodne<sup>133</sup>.

| Strækning                                    | Livsstadium |         |         |       |
|----------------------------------------------|-------------|---------|---------|-------|
|                                              | Æg          | IR Juv. | Juvenil | Adult |
| <b>Skagen</b>                                |             |         | +       | +     |
| <b>Lønstrup</b>                              |             |         | +       | +     |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       |             |         | +       | +     |
| <b>Harboøre Tange – 2</b>                    |             |         | +       | +     |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> |             |         | +       | +     |

<sup>126</sup> 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.

<sup>127</sup> 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.

<sup>128</sup> Muus B, Nielsen JG. Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa. Gad; 1998;

<sup>129</sup> Muus B, Nielsen JG. Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa. Gad; 1998;

<sup>130</sup> 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.

<sup>131</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>132</sup> Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

<sup>133</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

| Strækning                                  | Livsstadium |         |         |       |
|--------------------------------------------|-------------|---------|---------|-------|
|                                            | Æg          | IR Juv. | Juvenil | Adult |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>              |             |         | +       | +     |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b> |             |         | +       | +     |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>  |             |         | +       | +     |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>            |             |         | +       | +     |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>            |             |         | +       | +     |
| <b>Blåvand</b>                             |             |         | +       | +     |

Tabel 8-8. Væsentlig tilstedeværelse af hvilling langs de 11 strækninger er angivet i tabel herover med +.

### 8.9.2 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 negativt<sup>134</sup>. 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 døgn<sup>135</sup>. Følsomheden vurderes derfor at være moderat hos hvilling.

### 8.9.3 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 moderat<sup>136</sup>.

### 8.9.4 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.

<sup>134</sup> 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;

<sup>135</sup> FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

<sup>136</sup> 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

## 8.10

## Sild

Navn: Sild (*Clupea harengus*)

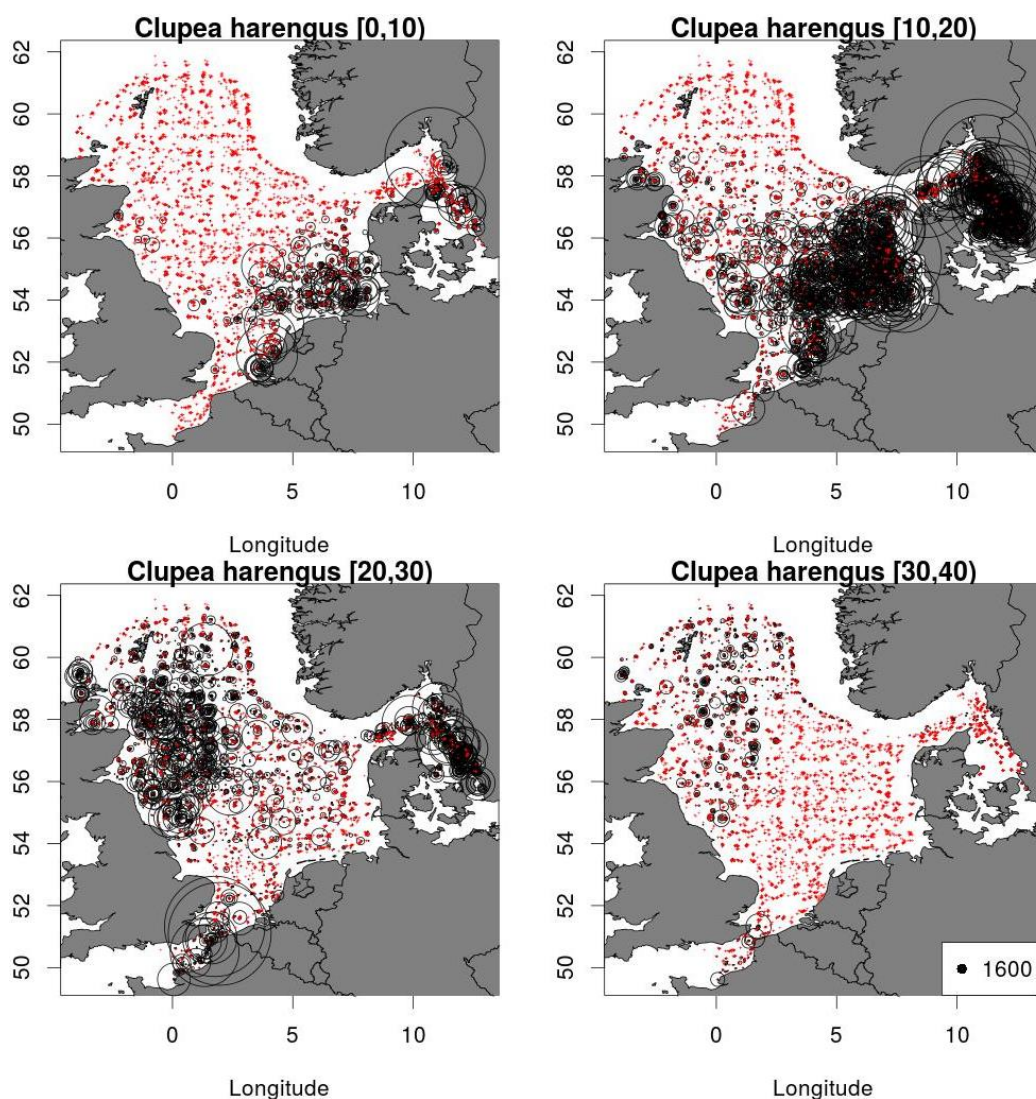
Type: Pelagisk

Listeart: Nej

## 8.10.1

## 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 efterårsgydnende 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 efterårsgydnende sild i nogen af delområderne.

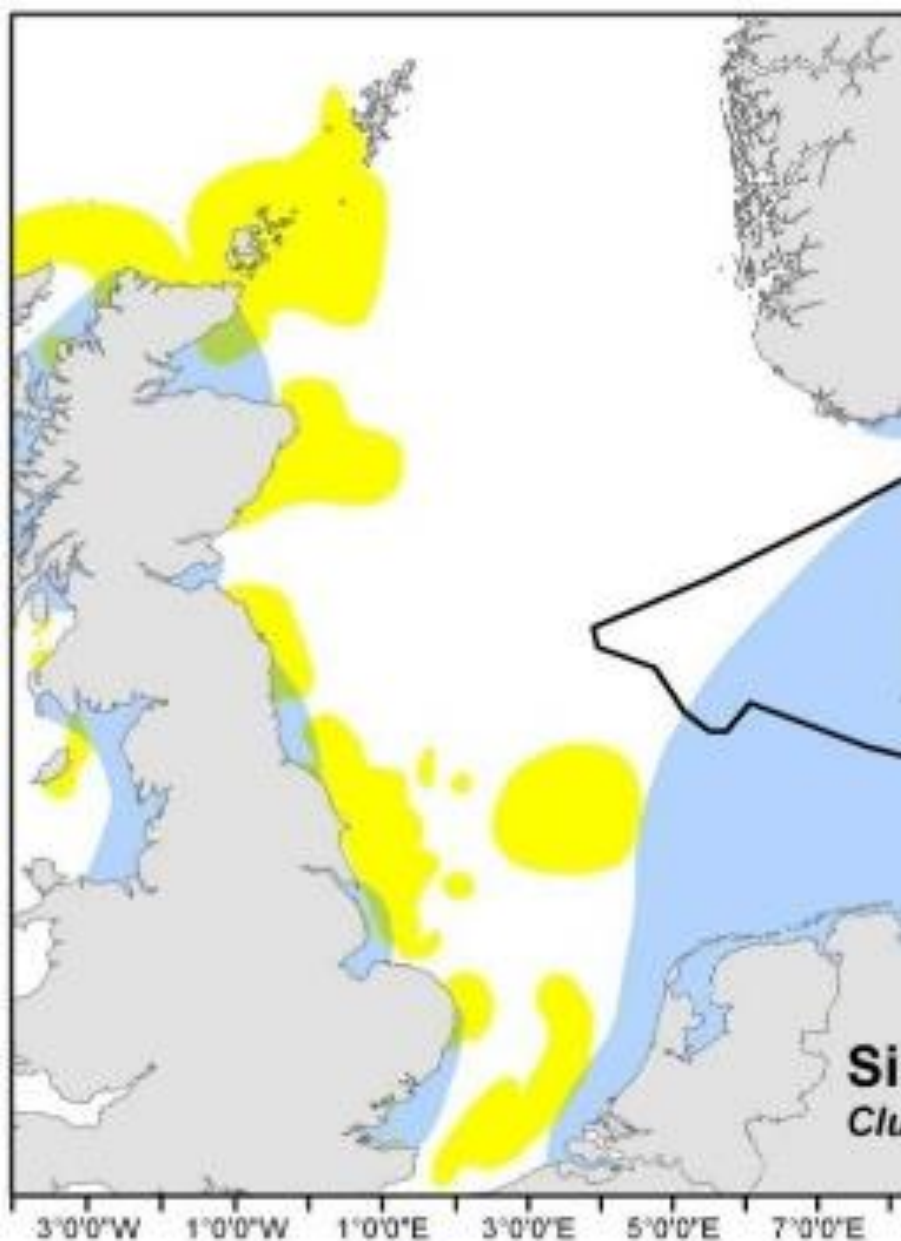


Figur 8-4. Fangster af Nordsø-sild<sup>137</sup>. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af sild. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af sild i den angivne størrelse.

<sup>137</sup> 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 8-5. Gydeområder for Nordsø-sild<sup>138</sup>. Gule områder viser vigtige gydeområder, blå er opvækstområder.

<sup>138</sup> 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 8-9. Væsentlig tilstedeværelse af efterårsgydende sild langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

### 8.10.2 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/l<sup>139</sup>. Disse resultater er baggrunden for den tærskelværdi, der blev anvendt i VVM-redegørelsen for Femern Bælt Forbindelsen ved vurdering af konsekvenserne af sedimentspredning<sup>140</sup>. Juvenile og voksne sild har i andre undersøgelser udvist undvigeadfærd ved 9-12-mg/l<sup>141</sup> 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  $10 \mu\text{m}$ )<sup>142</sup>. 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.

<sup>139</sup> 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

<sup>140</sup> FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041–Volume I

<sup>141</sup> 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)

<sup>142</sup> 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 vurderet<sup>143</sup> 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.

### 8.10.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Sildefisk er generelt meget følsomme overfor støj<sup>144</sup>.

Atlantehavssild har en svømmeblære og indre øreforbindelse, der forklarer deres specielle hørevne. Atlantehavssild hører en lang række frekvenser mellem 30 Hz og 4 kHz<sup>145</sup>. 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 forskningsskib i en afstand på syv til otte kilometer i 30-40 meter vanddybde. Ved en peakværdi på omkring 145 dB re 1 µPa 1 Hz inden for området 5-500 Hz, var der ingen påviselig reaktion blandt gydesilden<sup>146</sup>.

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<sub>rms</sub> over 48 timer og for permanent høreskade 158 dB<sub>rms</sub> over 12 timer<sup>147</sup>.

### 8.10.4 Vurdering af viden og data

Det vurderes, at grundlaget er tilstrækkeligt til at vurdere projektets påvirkninger af efterårsgydende sild i Nordsøen.

<sup>143</sup> 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.

<sup>144</sup> 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

<sup>145</sup> Enger, P.S. 1967. Hearing in herring. Comp. Biochem. Physiol. 22, 1967, pp. 527-538.

<sup>146</sup> Skaret, G., Axelsen, B. E., Nottestad, L., Ferno, A. and Johanssen, A., 2005, "The behaviour of spawning herring in relation to a survey vessel", ICES Journal of Marine Science, Vol. 62, pp. 1061- 1064

<sup>147</sup> 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.

## 8.11 Sild (forårsgydere)

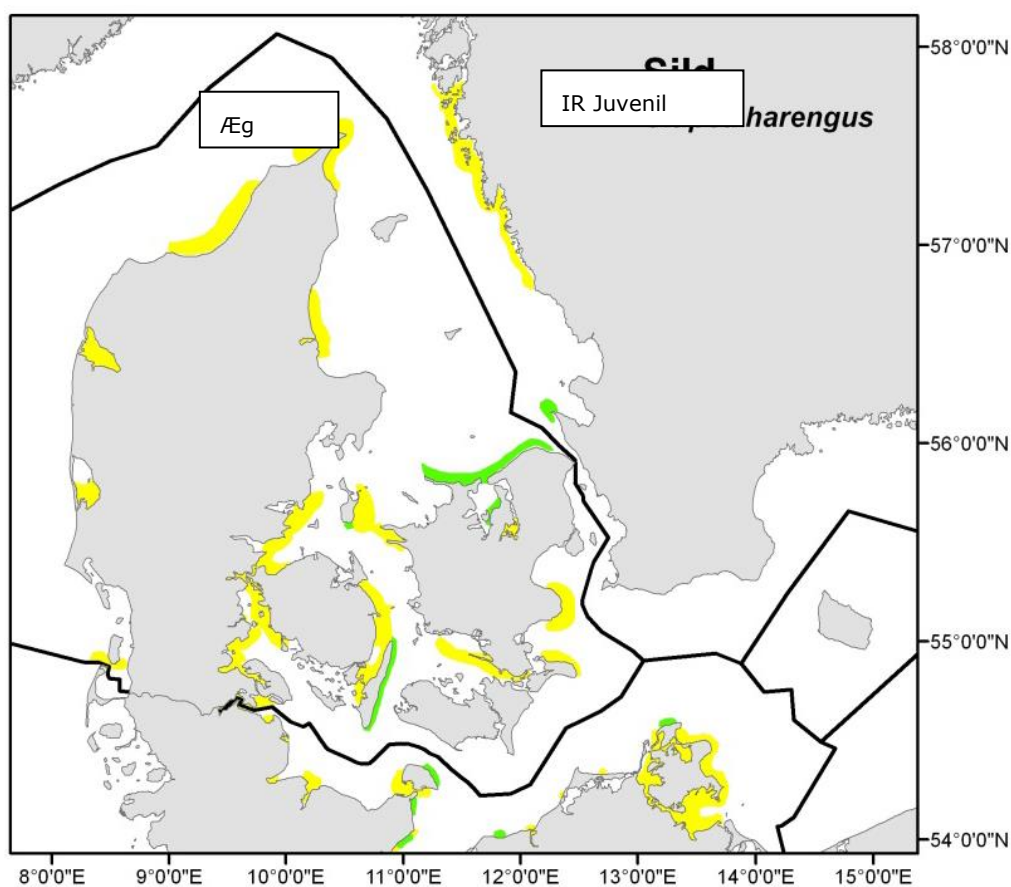
Navn: Sild (*Clupea harengus*)

Type: Pelagisk

Listeart: Nej

### 8.11.1 Bestandsudbredelse

Forårsgydende sild er vidt udbredt i Nordsø og Skagerrak, hvor de søger føde i blandede bestande<sup>148 149</sup>. 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 8-6. 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 farvande<sup>150</sup>.

<sup>148</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Herring.

<sup>149</sup> 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,

<sup>150</sup> 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 8-10. Væsentlig tilstedeværelse af forårsgydende sild langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

### 8.11.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Forårsgydende sild er samme art som sild beskrevet i afsnit 8.10. Vurdering af følsomhed overfor SSC er angivet i afsnit 8.10.2. I miljøkonsekvensvurderingen er der anvendt en konservativ tærskelværdi på 10 mg/l inklusive baggrundskoncentrationen af SSC for, hvornår forårsgydende sild forventes at undvige et område<sup>151</sup>.

### 8.11.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Sildefisk kategoriseres som meget følsomme overfor støj<sup>152</sup>.

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 gydesilden<sup>153</sup>.

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<sub>rms</sub> over 48 timer og for permanent høreskade 158 dB<sub>rms</sub> over 12 timer<sup>154</sup>.

<sup>151</sup> 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.

<sup>152</sup> Enger, P.S. 1967. Hearing in herring. Comp. Biochem. Physiol. 22, 1967, pp. 527-538.

<sup>153</sup> 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.

<sup>154</sup> 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., Zeddis, D.G., Tavalga, 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.



#### 8.11.4 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 Aqua<sup>155</sup>.

---

<sup>155</sup> 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.

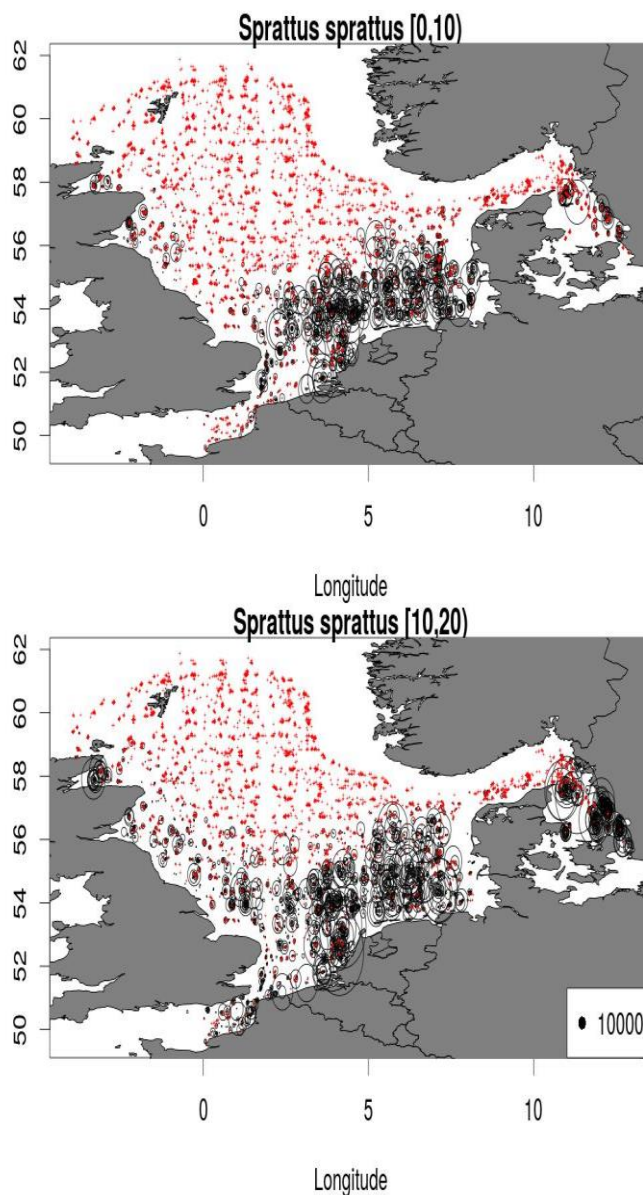
## 8.12 Brisling

Navn: Brisling (*Sprattus sprattus*)

Type: Pelagisk

### 8.12.1 Bestandsudbredelse

Brisling er vidt udbredt i Nordsøen og lever i kystnære områder bl.a. langs Vestkysten og fjorde inkl. Limfjorden<sup>156</sup>. 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 8-7. Udbredelse af Brisling i Nordsøen.<sup>157</sup> 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.

<sup>156</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Sprat.

<sup>157</sup> 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<br>– 1                                 | +           | +       | +       | +     |
| Harboøre<br>Tange – 2                              | +           | +       | +       | +     |
| Vrist – Fer-<br>ring og Bov-<br>bjerg Klint –<br>3 | +           | +       | +       | +     |
| Trans –<br>Thorsminde<br>– 4                       | +           | +       | +       | +     |
| Thorsminde<br>– Husby<br>Klitplantage<br>– 5       | +           | +       | +       | +     |
| Husby Klit-<br>plantage –<br>Søndervig –<br>6      | +           | +       | +       | +     |
| Ndr. Holms-<br>land Tange<br>– 7                   | +           | +       | +       | +     |
| Sdr. Holms-<br>land Tange<br>– 8                   | +           | +       | +       | +     |
| Blåvand                                            | +           | +       | +       | +     |

Tabel 8-11. 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.

#### 8.12.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Der findes ikke undersøgelser af brisling ift. forhøjede sedimentkoncentrationer. Brisling formodes at have samme følsomhed overfor sediment som sild.

#### 8.12.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Sildefisk er generelt følsomme overfor støj<sup>158</sup>. Brisling har svømmeblære og en indre øre forbindelse og vurderes at kunne sammenlignes med sild ift. hørelese.

#### 8.12.4 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.

<sup>158</sup> 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,

### 8.13 Tobis

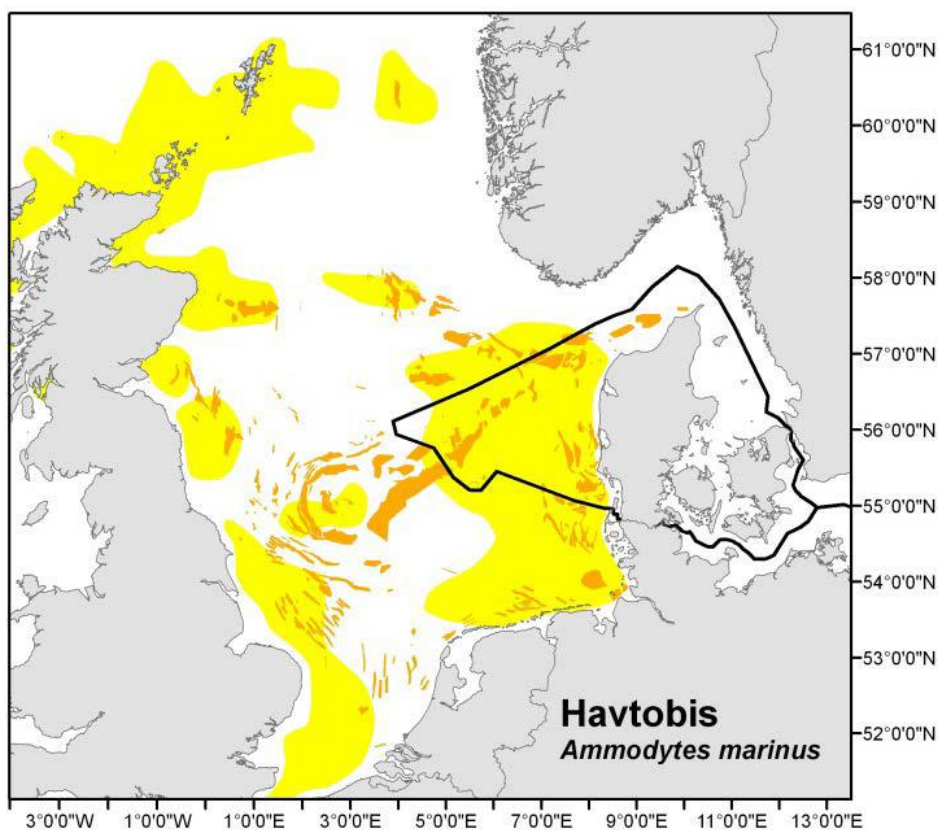
Navn: Tobis (*Ammodytes* sp & *Hyperoplus* sp.)

Type: Pelagisk/Demersal/Bentisk

Listeart: Nej

#### 8.13.1 Bestandsudbredelse

Af de forskellige arter, som her går under navnet tobis er den hyppigste og vigtigste art for fiskeriet havtobisen (*Ammodytes marinus*)<sup>159</sup>. 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 komponent<sup>160</sup>.



Figur 8-8. Gydeområder for Tobis i Nordsøen. De orange områder er vigtige gydeområder og de gule er gydeområder<sup>161</sup>.

<sup>159</sup> ICES, 2018. Report of the Herring Assessment Working Group for the Area South of 62°N (HAWG). ICES CM 2018/ACOM:07

<sup>160</sup> ICES, 2018. Report of the Herring Assessment Working Group for the Area South of 62°N (HAWG). ICES CM 2018/ACOM:07

<sup>161</sup> 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 sandkorn<sup>162</sup>.

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 8-12. Væsentlig tilstedeværelse af tobis langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

### 8.13.2 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

<sup>162</sup> Bonislawski M., Tanski, A.; Szulc, J.; Machula, S.; Formicki, K. 2014. Water salinity effects on embryogenesis of the lesser sandeel, *Ammodytes tobianus* (Linnaeus, 1758). CENTRAL EUROPEAN JOURNAL OF BIOLOGY. 9, 1068-1077.



sedimenttypen har afgørende indflydelse på udbredelse af tobisarterne<sup>163</sup>. 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 %<sup>164</sup>.

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.

#### **8.13.3 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 undersøgelser<sup>165</sup>. 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.

#### **8.13.4 Vurdering af viden og data**

Det vurderes, at grundlaget er tilstrækkeligt til at vurdere projektets påvirkninger af tobis i området.

---

<sup>163</sup> 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.

<sup>164</sup> 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.

<sup>165</sup> 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.

## 8.14 Rødspætte

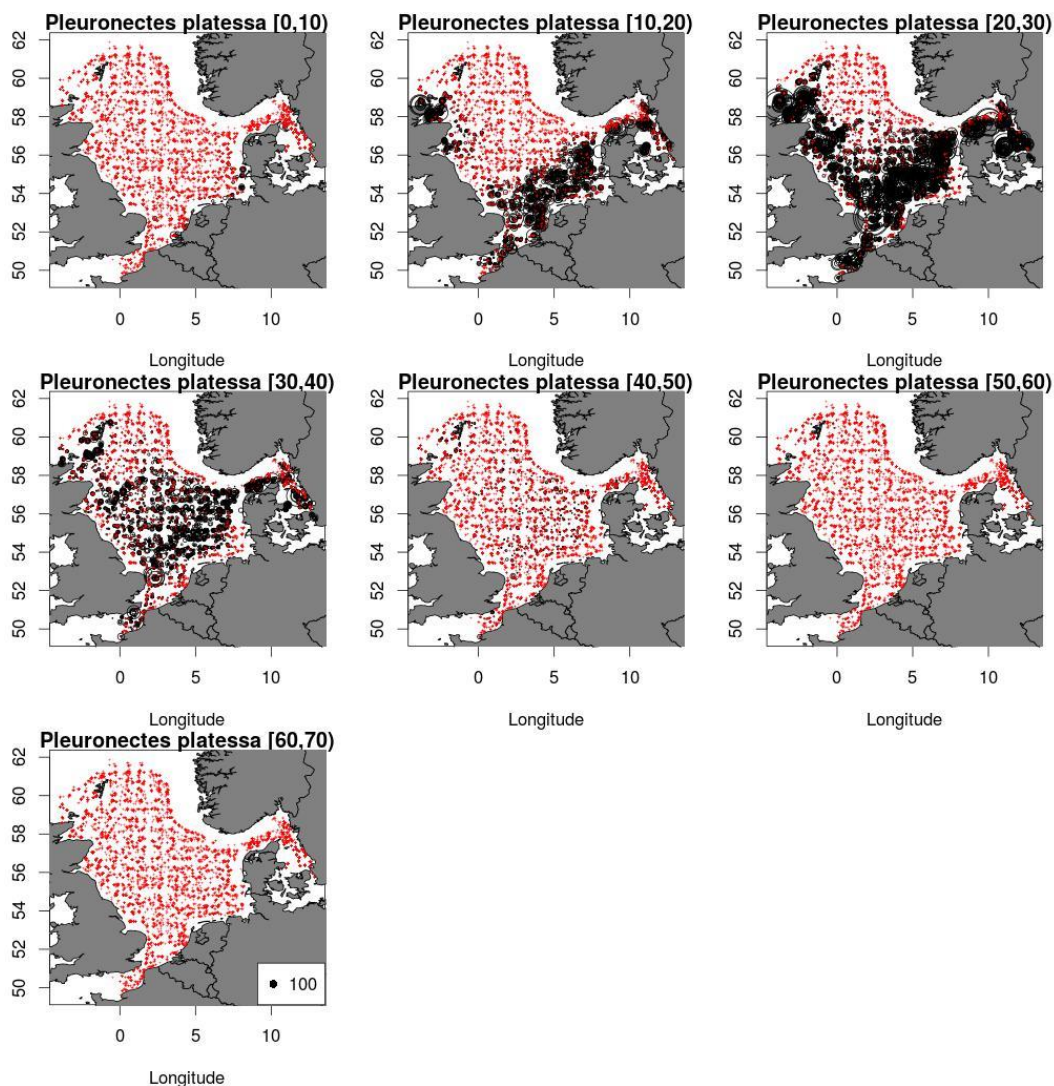
Navn: Rødspætte (*Pleuronectes platessa*)

Type: Bentisk

Listeart: Nej

### 8.14.1 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.



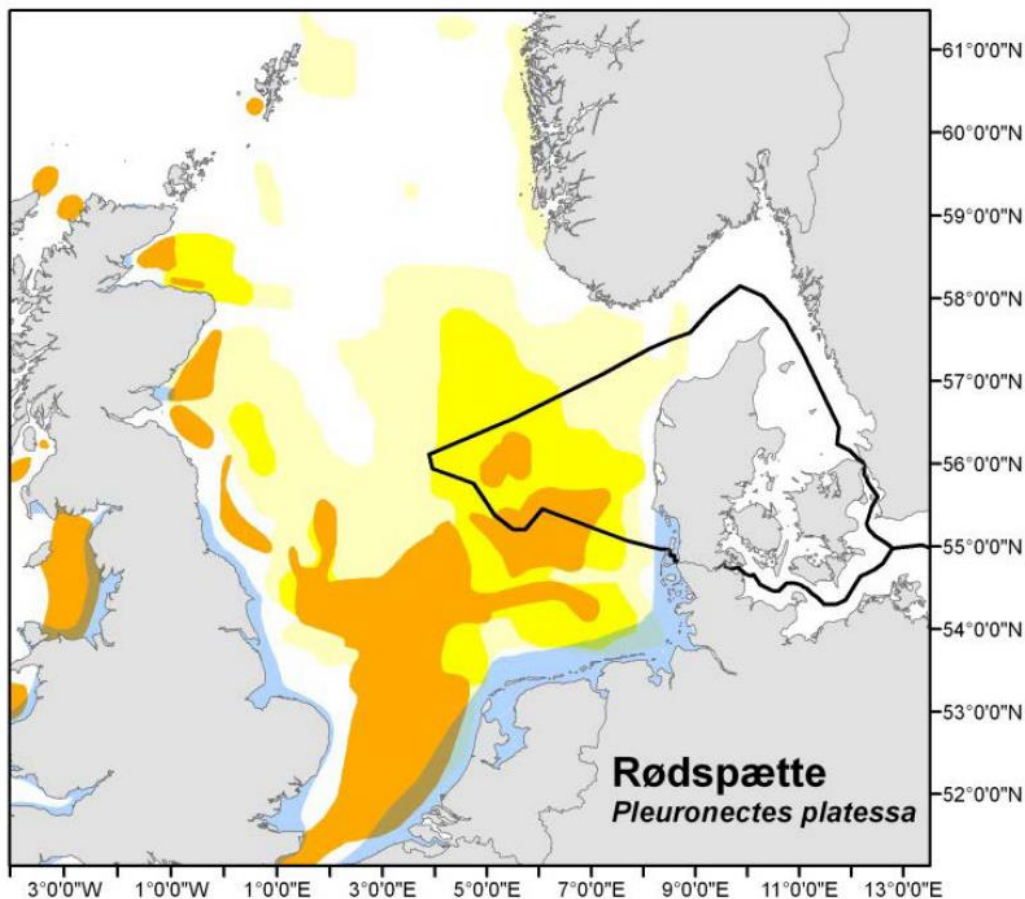
Figur 8-9. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af rødspætte<sup>166</sup>. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af rødspætte i den angivne størrelse.

Rødspætte forekommer på alle vanddybder ud til omtrent 200 meter<sup>167</sup>. Rødspætte ligger ofte nedgravet i havbunden i dagtimerne og vandrer ind på de mere kystnære områder om natten for

<sup>166</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Plaice.

<sup>167</sup> 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.<sup>168 169</sup>



Figur 8-10 Figuren viser gyde- og opvækstområder hos rødspætte<sup>170</sup>. 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 Vestkysten<sup>171</sup>. Fisken er 12-14 mm lang, når den søger ned til bunden.<sup>172</sup> 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

<sup>168</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>169</sup> Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

<sup>170</sup> Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

<sup>171</sup> Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

<sup>172</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

rødspætte er dårligt belyst, men fisken kan vandre op mod 30 km per døgn.<sup>173</sup> Der er etableret en "rødspætte boks" (The Plaice Box) langs Vestkysten for at beskytte juvenile stadier af rødspætte imod fiskeri<sup>174</sup>.

| 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 8-13. Væsentlig tilstedeværelse af rødspætte langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

#### 8.14.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Rødspætte er ofte en dominerende kystnær fiskeart<sup>175</sup> 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.<sup>176</sup> Rødspætten har sine opvækstområder i Vadehavet, hvor der naturligt forekommer høje sedimentkoncentrationer. Studier har vist at juvenile og voksne rødspætter kan overleve op til 3.000 mg/l i 14 dage<sup>177</sup>. 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.<sup>178</sup>

<sup>173</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>174</sup> 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.

<sup>175</sup> 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

<sup>176</sup> Essink K., 1999, Ecological effects of dumping of dredged sediments; Options for management. J Coast Conserv.

<sup>177</sup> FeBEC, 2013, Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

<sup>178</sup> 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.

**8.14.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)**

Rødspætter kan opfatte lyde med frekvenser omkring 30 – 250 Hz<sup>179</sup>. Hos fladfisk degenererer svømmeblæren efter larvefasen og har derfor ikke særlig god hørelse. Rødspætte har dog vist sig at reagere på infralyd<sup>180</sup>. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav<sup>181</sup>.

**8.14.4 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.

---

<sup>179</sup> 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.

<sup>180</sup> FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

<sup>181</sup> Nedwell JR, Edwards B, Turnpenny AWH, Gordon J. Fish and Marine Mammal Audiograms: A summary of available information. Subacoustech Rep ref 534R0214. 2004;



## 8.15 Pighvar

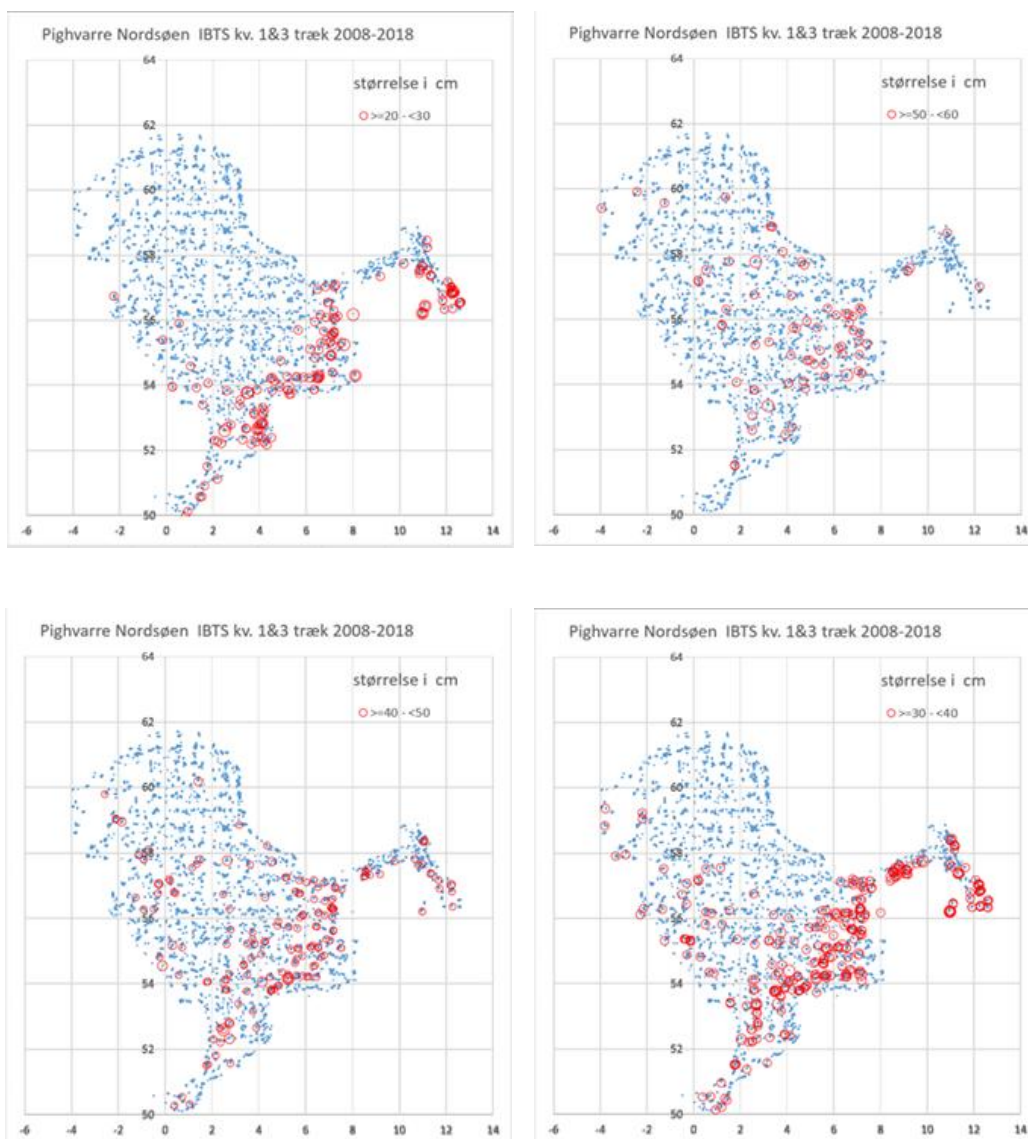
Navn: Pighvar (*Scophthalmus maximus*)

Type: Demersal

Listeart: Nej

### 8.15.1 Bestandsudbredelse

Den geografiske udbredelse af pighvar i Nordsøen er vist på Figur 8-11. Den lever som juvenil og voksen på 10 – 70 meters dybde på sand- eller blandet bund<sup>182</sup>. 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)<sup>183</sup>. De vigtigste gydeområder forekommer i den centrale del af Nordsøen ved Dogger Banke og Turbot Banke og ikke langs Vestkysten<sup>184</sup>.



<sup>182</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>183</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>184</sup> 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 8-11 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 størrelse<sup>185</sup>.

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<br>Klint – 3 |             |         | +       | +     |
| Trans – Thorsminde – 4                   |             |         | +       | +     |
| Thorsminde – Husby Klitplantage – 5      |             |         | +       | +     |
| Husby Klitplantage – Søndervig – 6       |             |         | +       | +     |
| Ndr. Holmsland Tange – 7                 |             |         | +       | +     |
| Sdr. Holmsland Tange – 8                 |             |         | +       | +     |
| Blåvand                                  |             |         | +       | +     |

Tabel 8-14. 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.

#### 8.15.2 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.

#### 8.15.3 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 Hz<sup>186</sup>. Rødspætter har dog vist sig at reagere på infralyd. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for pighvar.

#### 8.15.4 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.

<sup>185</sup> 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

<sup>186</sup> FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I

## 8.16 Skrubbe

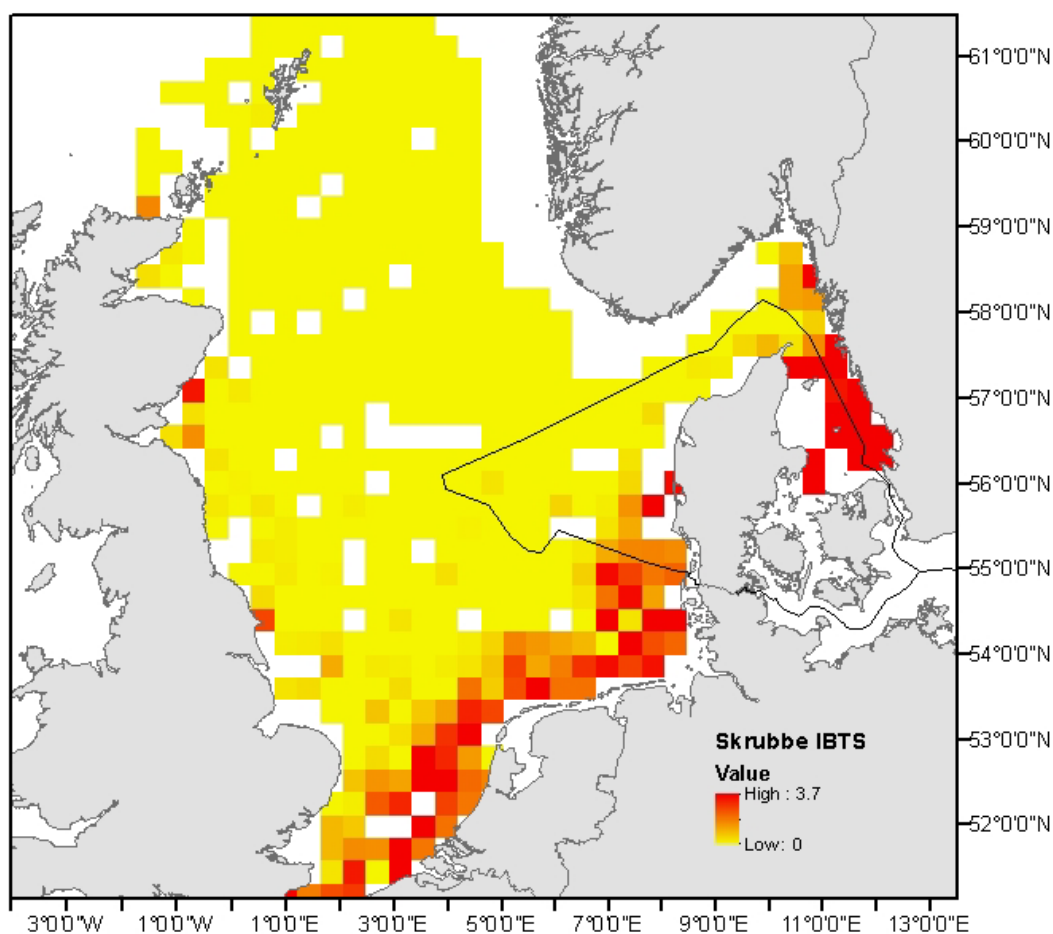
Navn: Skrubbe (*Platichthys flesus*)

Type: Demersal

Listeart: Nej

### 8.16.1 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 8-12. Udbredelse af skrubbe i Nordsøen, røde nuancer angiver de højeste tætheder<sup>187</sup>.

Den geografiske udbredelse af skrubbe i Nordsøen er vist på Figur 8-12. 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

<sup>187</sup> ICES, 2018. Report of the Benchmark Workshop on North Sea Stocks (WKNSEA 2018)

gydemoden som 2-3-årig, hvor størrelsen er 21-23 cm<sup>188 189</sup>. 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 bestand<sup>190</sup>.

| 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 8-15. 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.

#### 8.16.2 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.

<sup>188</sup> ICES, 2018. Report of the Benchmark Workshop on North Sea Stocks (WKNSEA 2018)

<sup>189</sup> 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

<sup>190</sup> ICES, 2018. Report of the Benchmark Workshop on North Sea Stocks (WKNSEA 2018)

**8.16.3 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 Hz<sup>191</sup>. Rødspætter har dog vist sig at reagere på infralyd. Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for skrubbe.

**8.16.4 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.

---

<sup>191</sup> FeBEC (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I



## 8.17

## Ising

Navn: Ising (*Limanda limanda*)

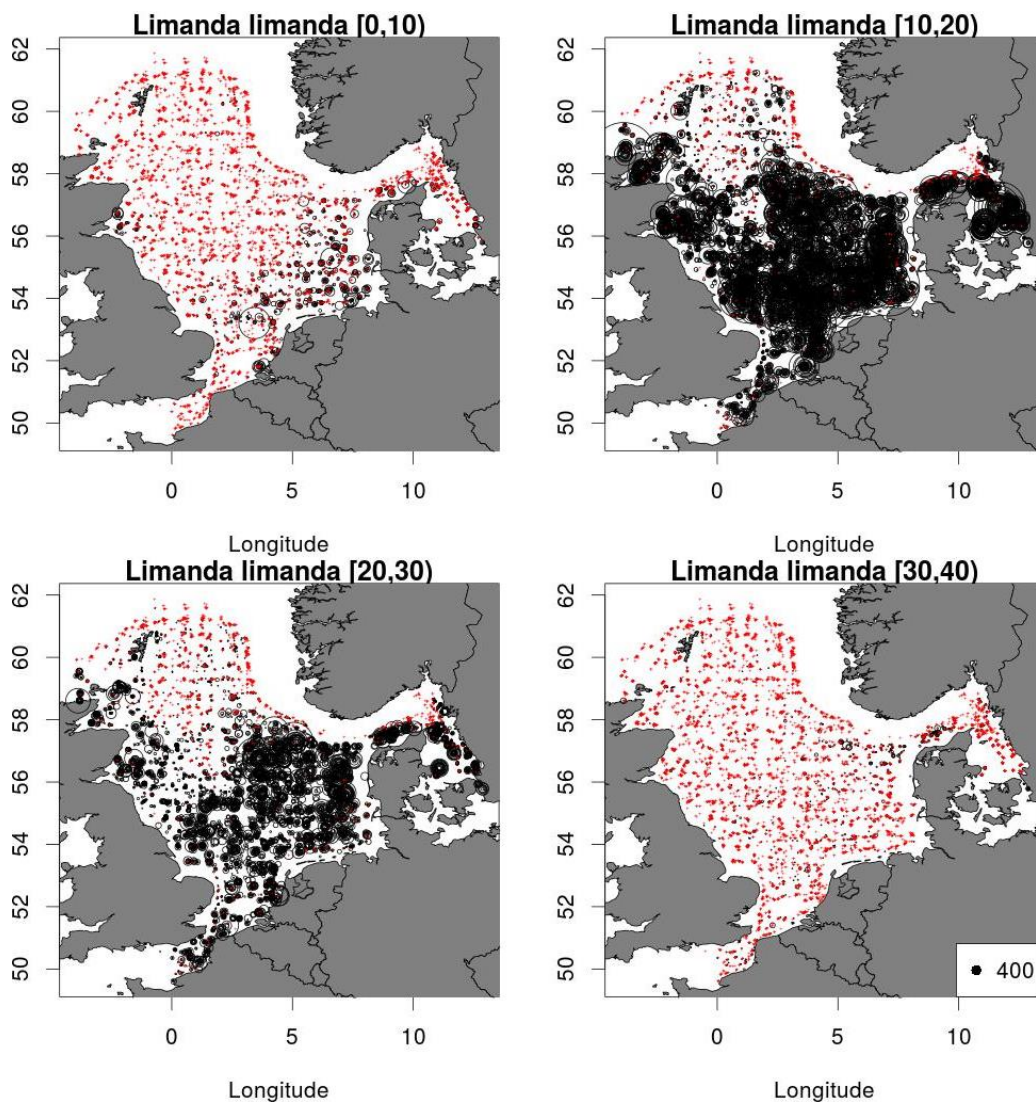
Type: Bentisk

Listeart: Nej

## 8.17.1

## 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.

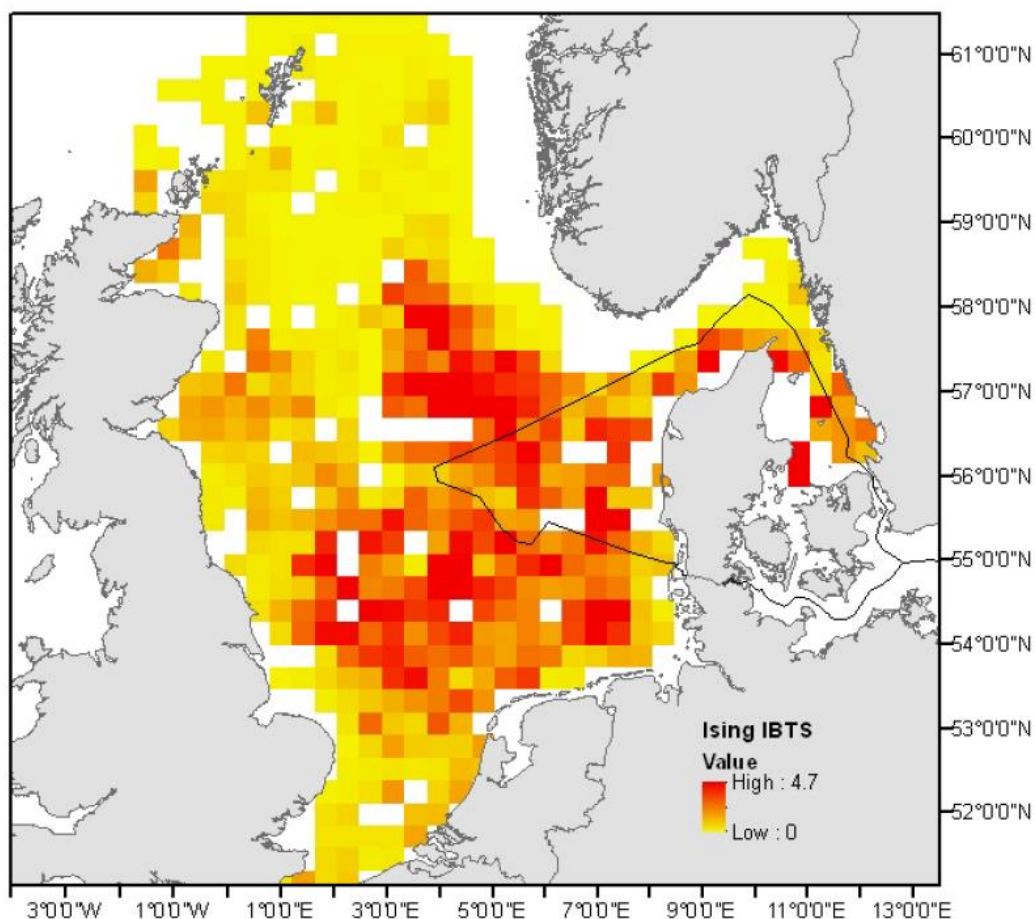


Figur 8-13. Udbredelse af ising i Nordsøen<sup>192</sup>. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af ising. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af ising i den angivne størrelse.

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.

<sup>192</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Dab.

Ising forekommer hovedsageligt på vanddybder mellem 5 - 150 meter<sup>193</sup>. Gydning foregår typisk mellem februar og juni på 20-40 meters dybde<sup>194</sup>. 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.<sup>195 196</sup> Ved en alder på fem år er alle ising kønsmodne<sup>197</sup>.



Figur 8-14. Isings samlede udbredelse i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Røde nuancer viser høje fangster<sup>198</sup>.

<sup>193</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>194</sup> Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

<sup>195</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>196</sup> Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

<sup>197</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>198</sup> 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 8-16. Væsentlig tilstedeværelse af ising langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

#### 8.17.2 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 markant<sup>199</sup>. Følsomheden vurderes dog at være lav, da ising lever nedgravet og er tilpasset den dynamiske sandbund.

#### 8.17.3 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 Hz<sup>200</sup>. Rødspætter har dog vist sig at reagere på infralyd (lav frekvent). Følsomheden overfor undervandsstøj vurderes at være lav for ising<sup>201</sup>.

#### 8.17.4 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.

<sup>199</sup> Essink K. 1999, Ecological effects of dumping of dredged sediments; Options for management. J Coast Conserv.

<sup>200</sup> 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

<sup>201</sup> 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

## 8.18 Tunge

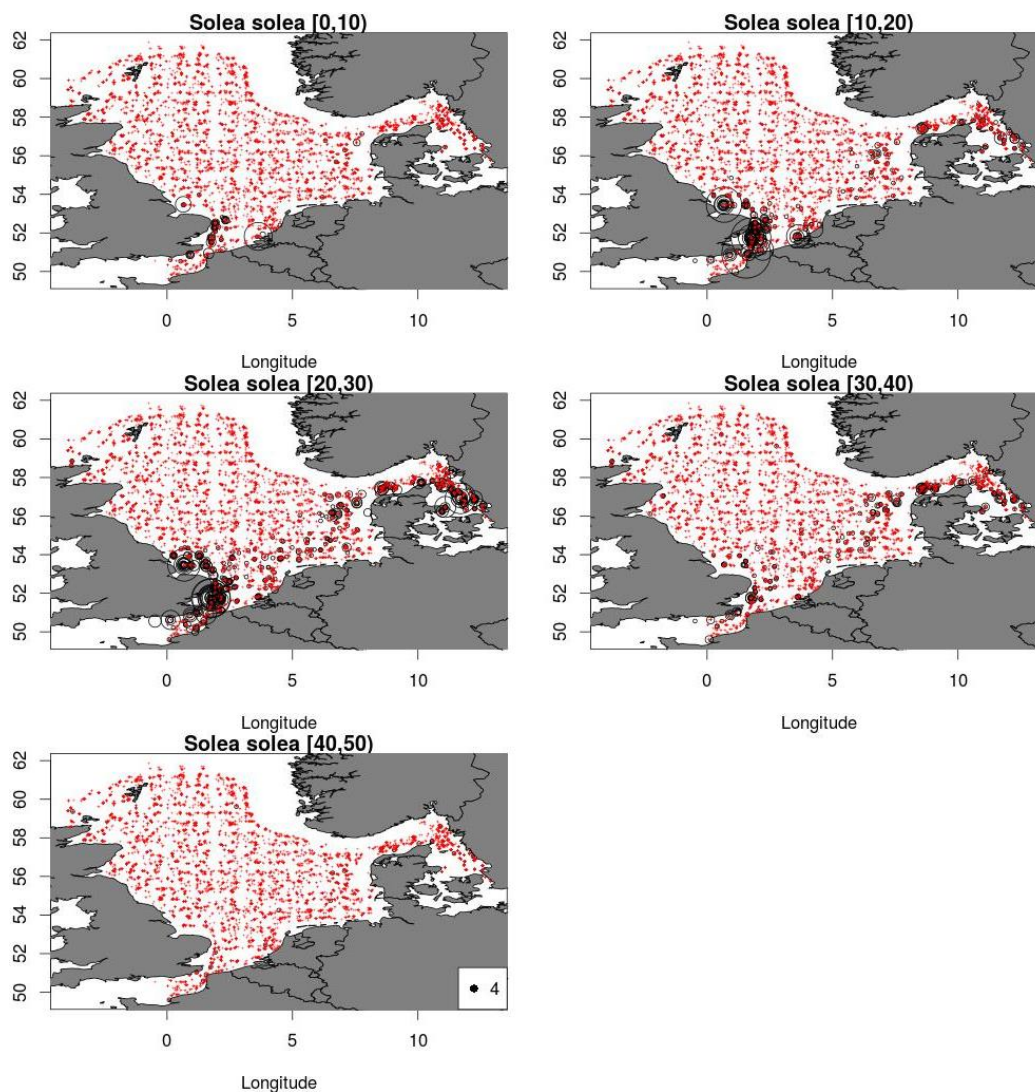
Navn: Tunge (*Solea solea*)

Type: Bentisk

Listeart: Nej

### 8.18.1 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 bundtyper<sup>202</sup>. I Nordsøen lever tunge især i de sydlige dele.



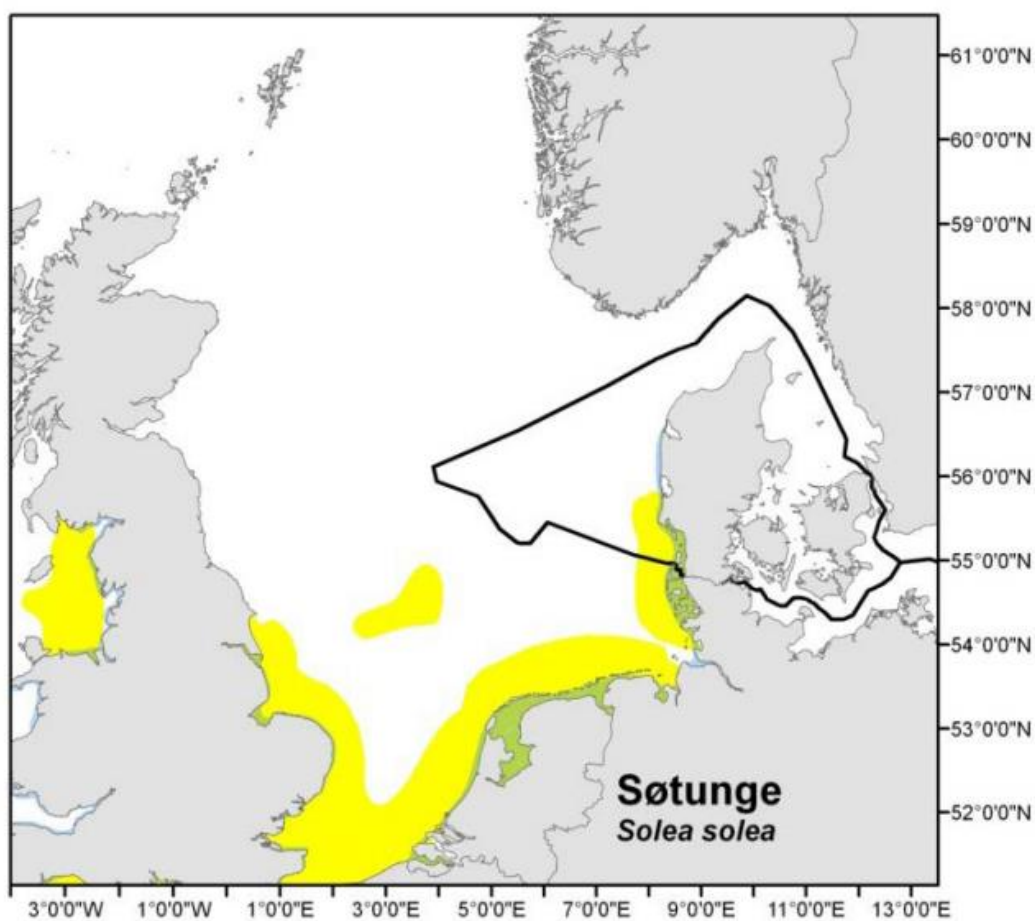
Figur 8-15. Udbredelse af tunge i Nordsøen<sup>203</sup>. Figuren viser udbredelse af forskellige størrelsesklasser af tunge. Fiskenes størrelse fremgår af parenteserne (cm). Røde pletter er undersøgte områder, og sorte cirkler illustrerer registrering af tunge i den angivne størrelse.

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 sparsomt.

<sup>202</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>203</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Lemon sole.





Figur 8-16. Figuren viser gyde- og opvækstområder hos tunge (også kendt som søtunge). Gul (og grøn) er gydeområder. Blå (og grøn) er opvækstområder<sup>204</sup>.

Gydning foregår typisk i perioden april – september med den højeste gydeaktivitet i april – maj ved temperaturer på 6-12° C<sup>205</sup> <sup>206</sup>. 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 vandsøjlen<sup>207</sup>. Æg og larver lever i de fri vandmasser. Ved en kropslængde på 12 – 14 mm opsøger fisken havbunden i kystnære og ganske lavvandede områder<sup>208</sup>, 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. <sup>209</sup>

<sup>204</sup> 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.

<sup>205</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>206</sup> Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

<sup>207</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>208</sup> Warnar T, et al. 2012, Fiskebestandenes struktur, Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv.

<sup>209</sup> 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 8-17. Væsentlig tilstedeværelse af tunge langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

#### 8.18.2 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 sandfodring<sup>210</sup>. Tunge foretrækker fint sediment, der er omkring 63 – 250 µm. Tilgængeligheden af de foretrukne sedimenttyper i lavvandede områder kan tilsyneladende kobles til rekruttering af tunge<sup>211</sup>. 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.

#### 8.18.3 Følsomhed overfor tilstedeværelse af skibe (undervandsstøj)

Tunge reagerer adfærdsmæssigt på støj over 20 Hz<sup>212 213</sup>. 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<sup>214 215</sup>.

<sup>210</sup> Post MHM et al., 2017, Habitat selection of juvenile sole (*Solea solea* L.): consequences for shoreface nourishment. J Sea Res.

<sup>211</sup> 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.

<sup>212</sup> 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.

<sup>213</sup> Maes, J., 2004, Field evaluation of a sound system to reduce estuarine fish intake rates at a power plant cooling water inlet.

<sup>214</sup> 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

<sup>215</sup> 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.

**8.18.4 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.

**8.18.5 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.

## 8.19

## Rødtunge

Navn: Rødtunge (*Microstomus kitt*)

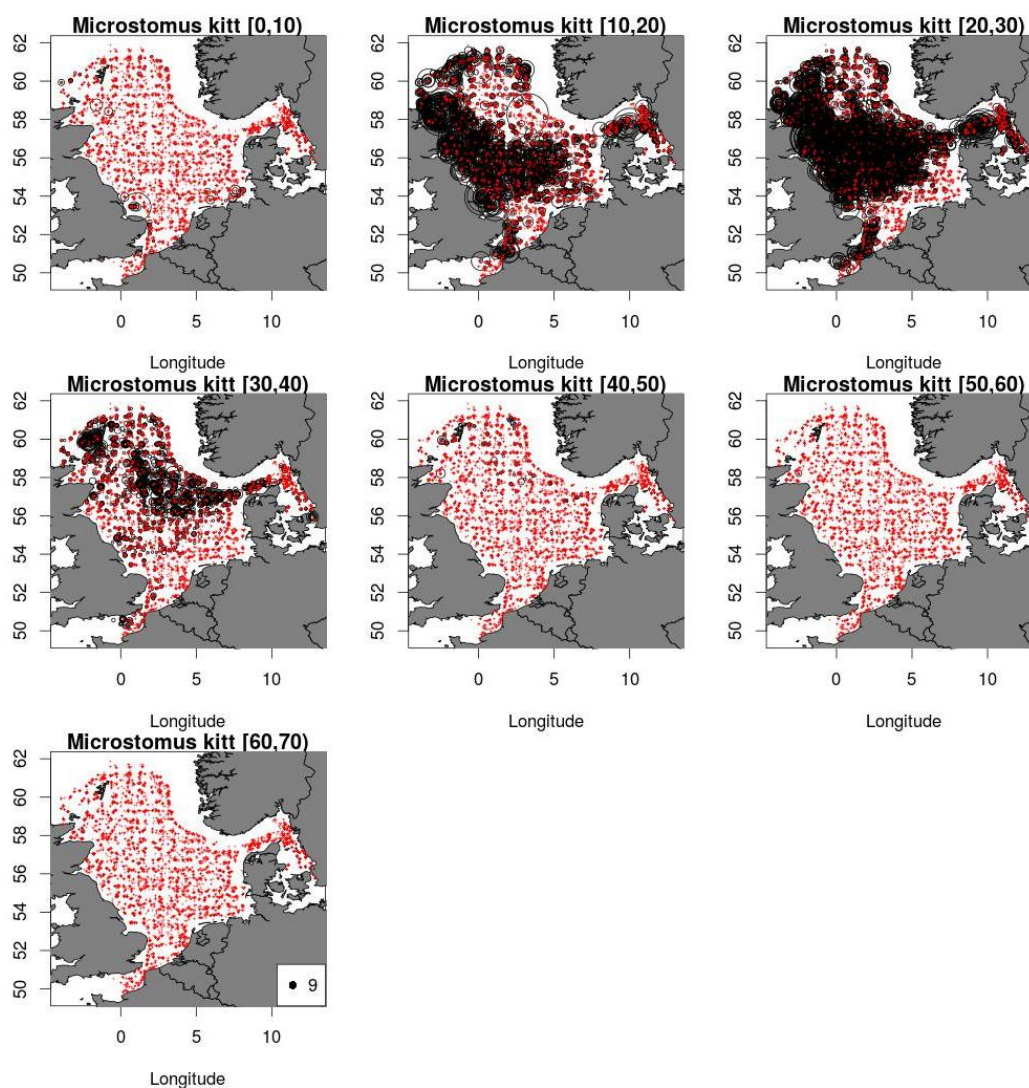
Type: Bentisk

Listeart: Nej

## 8.19.1

## 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 8-17. Udbredelse af tunge i Nordsøen<sup>216</sup>. 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.

<sup>216</sup> ICES (u. år). ICES-fishmap: Lemon sole.

Rødtunge forekommer på vanddybder mellem 10 - 150 meter<sup>217</sup>. 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)<sup>218</sup>. Sådanne invertebrater forekommer langs Vestkysten<sup>219</sup>. Ved en alder på seks år forventes det, at alle rødtunger er kønsmodne ved en længde på omkring 30 cm<sup>220</sup>. Migration hos rødtunge er dårligt belyst.

| Livsstadium                                  |    |         |         |       |
|----------------------------------------------|----|---------|---------|-------|
| Strækning                                    | Æg | IR Juv. | Juvenil | Adult |
| <b>Skagen</b>                                |    |         |         |       |
| <b>Lønstrup</b>                              |    |         |         |       |
| <b>Agger Tange – 1</b>                       |    |         |         | +     |
| <b>Harboøre Tange – 2</b>                    |    |         |         | +     |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint – 3</b> |    |         |         |       |
| <b>Trans – Thorsminde – 4</b>                |    |         |         | +     |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage – 5</b>   |    |         |         | +     |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig – 6</b>    |    |         |         | +     |
| <b>Ndr. Holmsland Tange – 7</b>              |    |         |         |       |
| <b>Sdr. Holmsland Tange – 8</b>              |    |         |         |       |
| <b>Blåvand</b>                               |    |         |         |       |

Tabel 8-18. Væsentlig tilstedeværelse af rødtunge langs de 11 strækninger er angivet i tabellen herover med +.

### 8.19.2 Følsomhed overfor sedimentbelastning

Effekter af sedimentbelastning er dårligt belyst for rødtunge, men arten kan antageligvis påvirkes af sediment som mange andre fiskearter<sup>221</sup>. Dog forekommer rødtunge sjældent på lavt vand, og kystbeskyttelse formodes derfor at have minimal betydning for rødtunge.

### 8.19.3 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 rødtunge<sup>222</sup>.

<sup>217</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>218</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>219</sup> Orbicon. 2018, Infaunaoversigt

<sup>220</sup> Muus B, Nielsen JG., 1998, Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.

<sup>221</sup> 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

<sup>222</sup> 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

**8.19.4 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.



## 8.20

## Hestereje

Navn: Hestereje (*Crangon crangon*)

Type: Bentisk

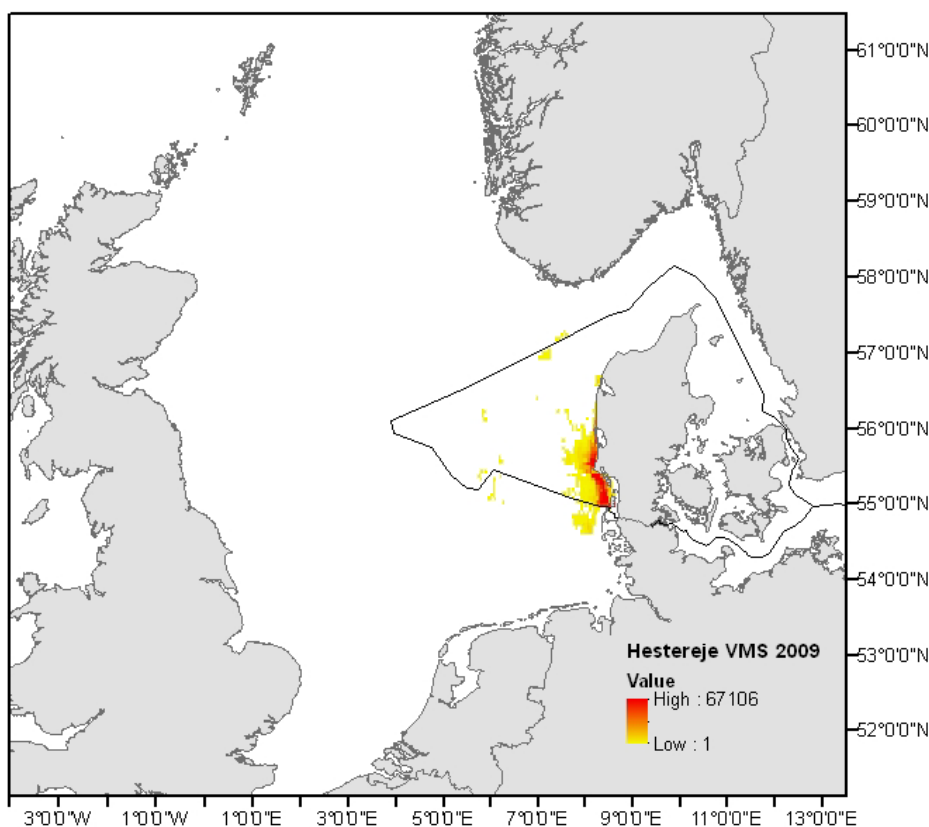
Listeart: Nej

## 8.20.1

## 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)<sup>223</sup>. Hesterejer kan blive op til ca. 100 mm, men normalt kun ca. 60 mm.



Figur 8-18. Hesterejens udbredelse i Nordsøen. Røde nuancer viser de højeste tætheder.<sup>224</sup>

<sup>223</sup> 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

<sup>224</sup> 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                       | +  | +       | +       | +     |
| 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 8-19. 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. Hvilling, 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

#### 8.20.2 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 vandsøjlen<sup>225</sup>. Hesterejen synes også at være ret fleksibel mht. kornstørrelse i sediment<sup>226</sup>.

#### 8.20.3 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) støjpåvirkning<sup>227</sup>.

#### 8.20.4 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.

<sup>225</sup> MarLIN, The Marine Life Information Network, Besøgt 9. jan. 2019, <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/2031>

<sup>226</sup> Biotic. Biological Traits Information Catalogue. Crangon crangon.

<sup>227</sup> Lagardère, J. P., 1982, Effects of Noise on Growth and Reproduction of Crangon crangon in Rearing Tanks, Marine Biology 71,177-185



# BILAG 9

## VÆSENTLIGHEDSVURDERING



## 9.1 Baggrund for væsentlighedsvurderingen

Miljøstyrelsen og Kystzoneforvaltningen under Kystdirektoratet har vurderet, at den planlagte kystbeskyttelse ved Blåvand er omfattet af bekendtgørelse af lov om miljøvurdering og VVM<sup>228</sup>, og at der skal udarbejdes miljøkonsekvensvurderinger og miljøvurdering, både fordi projekterne kan være forbundet med miljøpåvirkninger, og fordi fællesaftalerne vurderes som planer. I den forbindelse skal der foretages en vurdering af, hvorvidt projektet kan medføre en væsentlig negativ påvirkning af Natura 2000-områder i henhold til habitatbekendtgørelsens § 6 stk. 1<sup>229</sup> - en såkaldt væsentlighedsvurdering.

Fællesafalestrækningen Blåvand grænser op til Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89.



Figur 9-1. Natura 2000-områder langs kyststrækningen Blåvand med angivelse af nummer for de respektive Natura 2000-områder.

<sup>228</sup> Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM) af nr. 1225 af 25/10/2018, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=203447>.

<sup>229</sup> Habitatbekendtgørelsen; BEK nr. 1595 af 06/12/2018.

Væsentlighedsvurderingen for Natura 2000-området 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-området. Vurderingerne er udarbejdet på baggrund af eksisterende kortlægning af naturforholdene i området samt det eksisterende projektgrundlag.

## 9.2 Natura 2000-lovgivning

Natura 2000 er et netværk af naturområder i hele EU, der indeholder særlig værdifuld natur set i et europæisk perspektiv. Natura 2000-områderne er udpeget jf. EU's habitatdirektiv<sup>230</sup> og fuglebeskyttelsesdirektiv<sup>231</sup> 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 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.

<sup>230</sup> Habitatdirektivet, 1992: Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter med senere ændringer, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=DA>.

<sup>231</sup> Fuglebeskyttelsesdirektivet 1979; Rådets direktiv nr. 79/409 af 2. april 1979, om beskyttelse af vilde fugle, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1979L0409:20070101:DA:PDF>.



Habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet er implementeret i dansk lovgivning via habitat-bekendtgørelsen<sup>232</sup> og Natura 2000-bekendtgørelsen<sup>233</sup>.

Natura 2000-områderne er pr. 1. november 2018 opdateret i Miljø- og fødevareministeriets 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). Ny basisanalyser er udgivet af Miljøstyrelsen i juni 2020 og data herfra indgår i væsentlighedsvurderingen.

### 9.3 Projektbeskrivelse

Kystbeskyttelsen på strækningen ved Blåvand udgør det projekt, som skal miljøkonsekvensvurderes. Projektet omfatter den del af Fællesaftalen for 2020-24 (Aftale om fælles finansiering af kystbeskyttelsen mellem staten og Varde kommune på strækningen ved Blåvand), som vedrører blød kystbeskyttelse.

Strækningen ved Blåvand er 5,5 km lang og den bløde kystbeskyttelse omfatter strandfodring og sandflugtsdæmpning ved plantning af hjælme og opsætning af faskiner og fyrretoppe. Aktiviteterne udgør sammen med vedligeholdelsen af de eksisterende hårde kystbeskyttelses anlæg, der ikke er omfattet af projektet, den samlede kystbeskyttelsesindsats på strækningen.

En uddybende projektbeskrivelse med metoder og mængder findes i *Projektbeskrivelsen* i miljøkonsekvensrapportens kapitel 3.

Beskrivelse af projektets potentielle påvirkninger på terrestrisk og marin natur er givet nedenstående i afsnit 9.3.1 og afsnit 9.3.2.

#### 9.3.1 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 udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området. Det gælder følgende påvirkninger:

- Tilførsel af sand til strand foregår ved direkte strandfodring fra skib. Der foregår færdsel på stranden med maskiner ifm. indpumpningen af sand. Adgangen til stranden sker via eksisterende adgangsveje. Arbejdspladser etableres på eksisterende befæstede parkeringspladser på strækningen.
- Der plantes hvert år hjælme foran klitfoden og udlægges fyrretoppe i klitfoden. Plantningen sker på hele strækningen mellem høfde 1-10a, afhængig af hvor der har været erosion i klitfoden i løbet af vinteren. Der vil blive suppleret med udlægning af fyrretoppe på strækningen høfde 6 – høfde 10a

#### Strandfodring

Strandfodring medfører en stabilisering af stranden og dermed også af klitdynamikken, idet erosionen af strandklit mindskes og brud og sandvandring reduceres. Det betyder, at den naturlige klitdynamik langs kysten reduceres, og at der sker en fastholdelse og stabilisering af klitterne.

<sup>232</sup> BEK 1595 af 06/12/2018 Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=205996>

<sup>233</sup> 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>

Ved en naturlig kystdynamik uden kystbeskyttelse vil kystlinjen rykke tilbage, klitterne vil vandre ind i landet, og den bagvedliggende natur vil blive presset tilsvarende ind i landet. Da baglandet imidlertid de fleste steder er udnyttet til landbrug, bebyggelse mm. vil en forskydning af kysten ikke være mulig, og uden kystbeskyttelse vil det mest realistiske scenarie derfor være, at kystnaturen forsvinder i havet. Fri kystdynamik vil desuden betyde gennembrud af barriere mellem hav og beskyttede vådområder bag klitterne med ændringer af naturforholdene i disse områder til følge.

Sand til strandfodring hentes i marine sandindvindingsområder, og aktiviteterne her er underlagt særskilte miljøkonsekvensvurderinger. Spredningen af forurenende stoffer i form af næringsalte eller miljøfarlige stoffer i forbindelse med strandfodringen er indledningsvist screenet ud som en mulig påvirkning. Det skyldes, at materialer til strandfodring udelukkende stammer fra marine sandindvindingsområder. Påvirkning fra næringsstoffer og miljøfremmede stoffer på strandens natur i forbindelse med strandfodringsaktiviteter beskrives og vurderes dermed ikke nærmere.

Kystbeskyttelsen betyder dermed generelt en beskyttelse af kystnaturen på land, men også en stabilisering, idet tilbagerykningen standses. Det betyder at de mere stabile klitnaturtyper som f.eks. grå klit og klitlavning sikres i deres udbredelse, mens pionernaturtyper som f.eks. hvid klit 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 stile efter at videreføre en naturlig dynamik og succession, hvor eventuelt tab af areal af en naturtype kompenseres af tilgang fra yngre successionsstadier<sup>234</sup>.

Dette tolkes i en kystbeskyttelsessammenhæng til, at fri og naturlig dynamik og succession i klit-områder er at foretrække, at det samlede klitareal 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, kan kystbeskyttelse ved strandfodring være gavnlig for naturtyperne og Natura 2000-området. Det kan være hvor der er bagved liggende bebyggelse hvor arealet sikres, selv om kvaliteten i form af naturlig dynamik forringes.

#### Udplantning af hjælme

Udplantning af hjælme er en fremskyndelse af eventuel naturlig kolonisering af de nye klitter med vegetation. Aktiviteten medvirker til at holde sandet på forsiden af klitten, da en del af det tilførte materiale ellers ville blæse til bagsiden af strandklitten. Aktiviteten reducerer således klittens naturlige dynamik. Herudover vurderes det, at udplantning af hjælme ikke udgør en væsentlig negativ påvirkning af den bagved liggende klitnatur, idet successionen for de forskellige klitnaturtyper ikke ændres væsentligt.

#### Færdsel med maskiner

Adgangen til stranden sker via eksisterende adgangsveje. Færdsel på stranden med maskiner i forbindelse med strandfodring kan medføre fysisk påvirkning af vegetationen og levesteder for dyrearter. Klitvegetationen er yderst sårbar overfor forstyrrelse, idet brud i vegetationen medfører blottelse af sand, der dermed kan fyge bort og skabe vindbrud. Desuden er kystnaturen

<sup>234</sup> Søgaard, B. et al., 2003, Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Danmarks Miljøundersøgelser. Side 462. – Faglig rapport fra DMU, nr. 457, 2. udgave.

stærkt påvirket af invasion af rynket rose, som især indfinder sig på steder med forstyrrelse. Ved færdsel med maskiner anvendes 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 og klithede, friholdes fra færdsel.

### 9.3.2 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.

Strandfodring kan potentiel resultere i følgende påvirkninger i anlægsfasen:

- Fysisk forstyrrelse af havbunden (habitattab og/eller habitatændring)
- Spredning af sediment i vandsøjlen
- Spredning af forurenende stoffer i vandsøjlen
- Sedimentation på havbunden
- Tilstedeværelse af fartøjer (visuel forstyrrelse, støj over og under vand)
- Indførelse af ikke-hjemmehørende arter

#### *Fysisk forstyrrelse af havbunden, spredning af sediment i vandsøjlen og sedimentation*

Strandfodring kan potentielt påvirke den marine biodiversitet og de udpegede naturtyper som følge af, at strandfodringen 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 og fortrinsvist foregå i opskylszonen, jf. bilag 4 *Sedimentation, hydraulik, morfologi* og vurderes ikke yderligere. Udlægning af sand kan medføre forstyrrelse af havbunden og midlertidigt habitattab, da strandens bredde øges med op til 100 meter.

#### *Spredning af forurenende stoffer*

Spredningen af forurenende stoffer i form af næringssalte eller miljøfarlige stoffer i forbindelse med strandfodringen er indledningsvist screenet ud som en mulig påvirkning. Det skyldes at materialer til strandfodring stammer fra eksisterende sandindvindingsområder (Fælles indvindingsområde (524-AA + 524-AB Cancer Nord) og Fælles indvindingsområde (524BA Cancer Syd)). Påvirkning fra næringsstoffer og miljøfremmede stoffer på marine organismer i forbindelse med strandfodringsaktiviteter beskrives og vurderes dermed ikke nærmere.

#### *Tilstedeværelse af fartøjer (visuel forstyrrelse, støj over og under vand)*

Tilstedeværelsen af fartøjer i forbindelse med strandfodringen vil give en forstyrrelseeffekt i form af støj over og under vandet, som potentielt kan påvirke marsvin, gråsæl og spættet sæl. 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 strandfodring, hvor sejladsen mellem indvindingsområderne og kyststrækningerne, hvor der strandfodres, foregår indenfor samme farvandsområde, giver ikke anledning til risiko for indførelse af invasive arter. Risikoen opstår, når de fartøjer, som anvendes til strandfodringen, 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 strandfodringen, 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 2017<sup>235</sup>. Konventionens standarder for håndtering af ballastvand indføres over en tidsperiode og vil gælde for de skibe, der er i drift i forbindelse med strandfodringsaktiviteter. Håndtering af ballastvand indebærer jævnfør bekendtgørelsen at:

- 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<sup>3</sup> >= 50 mikrometer i størrelse og mindre end ti levedygtige organismer pr m<sup>3</sup> <= 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 strandfodring til at være ubetydelig, og invasive arter vil ikke blive beskrevet eller vurderet nærmere.

#### 9.4 Væsentlighedsvurdering for Natura 2000-område N89 'Vadehavet – Skallingen og Langli'

Natura 2000-område N89 'Vadehavet' er delt i ti delområder, hvor delområde 'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' udgøres af dele af habitatområde H78 og fuglebeskyttelsesområde F57 og omfatter kyststrækningen ud for Blåvand. Delområde 'Skallingen og Langli' omfatter bl.a. strandene bag kystklitterne og udgøres af fuglebeskyttelsesområde F55 samt dele af habitatområde H78. Nærværende væsentlighedsvurdering omhandler disse to delområder for Natura 2000-område N89, der kan blive berørt af kystbeskyttelsesprojektet langs Blåvand.

Vadehavsområdet er et værdifuldt levested for flere millioner vandfugle, der opholder sig her under trækket eller benytter området som yngle-, fældnings- og overvintringslokalitet. Samlet set er dette særlige kystområde, der strækker sig fra Blåvandshuk i nord til 'Den Helder' i Holland i syd, levested for mere end 500 arter af planter og dyr, hvoraf flere ikke forekommer andre steder i verden, og Vadehavet har også en særlig betydning som opvækstområde for en del af Nordsøens fiskearter.

Øen Langli og halvøen Skallingen i den nordvestligste del af Vadehavsområdet udgør ca. 2.500 ha og består af forholdsvis unge klit- og strandengsdannelser. De dynamiske landskaber er stort set alle naturligt dannet, og et særligt træk er, at de også i dag er stort set prægede af naturlige processer. Både på Langli og på Skallingen findes betydelige flyvesandsdannelser – sandstrande og

<sup>235</sup> International Maritime Organization (IMO), 2004, International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM), <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-%28BWM%29.aspx>.

klitter –som på Skallingen danner grænsen mod det åbne Vesterhav. Den såkaldte indermarsk på Skallingens østside udgør de største sammenhængende, naturlige strandenge i det danske Vadehav. Skallingen indeholder enkelte ældre sommerhuse og to høfder ved Skalling ende og er ellers uden tekniske anlæg. Kreaturer og får afgræsser hver sommer størstedelen af Skallingen. Området er en vigtig yngle- og trækfuglelokalitet, og omfattet af adgangsbegrænsninger i medfør af bestemmelserne for Natur- og Vildtreservat Vadehavet. Desuden er størstedelen af Skallingen kendelsesfredet (2.300 ha)<sup>236</sup>.

#### 9.4.1 Metode

Væsentlighedsvurderingen foretages på baggrund af eksisterende viden om Natura 2000-området. Der er således indsamlet data om udbredelse og naturtilstand for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for N89 fra følgende kilder:

- Naturplan<sup>237 238</sup>
- Basisanalyser<sup>239 240 241</sup>
- MiljøGIS for Naturplaner<sup>242</sup>
- Fugle og Natur<sup>243</sup>
- MiljøGIS for Vandområdeplaner<sup>244</sup>

Vurderingen gennemføres trinvis ved at det samlede udpegningsgrundlag først vurderes overordnet i forhold til de forventede potentielle påvirkninger fra projektet, se afsnit 9.3. Naturtyper og arter, der ikke forventes 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.

<sup>236</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89, Fuglebeskyttelsesområde F55. [https://mst.dk/media/130312/n89\\_f55\\_basisanalyse16-21\\_revideret.pdf](https://mst.dk/media/130312/n89_f55_basisanalyse16-21_revideret.pdf).

<sup>237</sup> Miljø- og Fødevareministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89 Fuglebeskyttelsesområde F55. [https://mst.dk/media/130308/n89\\_f55\\_n2000plan\\_2016-21.pdf](https://mst.dk/media/130308/n89_f55_n2000plan_2016-21.pdf).

<sup>238</sup> Miljø- og Fødevareministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89 Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. [https://mst.dk/media/130330/n89\\_h78\\_h86\\_h90\\_f57\\_n2000plan\\_2016-21.pdf](https://mst.dk/media/130330/n89_h78_h86_h90_f57_n2000plan_2016-21.pdf).

<sup>239</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89, Fuglebeskyttelsesområde F55. [https://mst.dk/media/130312/n89\\_f55\\_basisanalyse16-21\\_revideret.pdf](https://mst.dk/media/130312/n89_f55_basisanalyse16-21_revideret.pdf).

<sup>240</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. [https://mst.dk/media/130334/n89\\_h78\\_h86\\_h90\\_f57\\_basisanalyse16-21\\_revideret29jan2016.pdf](https://mst.dk/media/130334/n89_h78_h86_h90_f57_basisanalyse16-21_revideret29jan2016.pdf).

<sup>241</sup> Miljøministeriet 2020. Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Vadehavet. Natura 2000-område nr. 89. Habitatområde H78, H86, H90 og H239. Fuglebeskyttelsesområde F49, F51, F52, F53, F55, F57, F60, F63, F65 og F67.

<sup>242</sup> MiljøGIS Natura 2000 Planer 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&&profile=natura2000planer2-2016>.

<sup>243</sup> Fugle og Natur 2018. <https://www.fugleognatur.dk/>.

<sup>244</sup> MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021. Juni 2016, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>.



#### 9.4.2 Områdets bevaringsmålsætninger

I Naturplan 2016-21 er der opstillet overordnede såvel som konkrete målsætninger for områdets udpegede naturtyper og arter<sup>245 246</sup>. 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 N89, delområde 'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' samt 'Skallingen og Langli' er der opstillet følgende overordnede målsætninger, som er relevante for kystbeskyttelsesprojektet:

##### 'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' (H78, F57)

- At de marine naturtyper er præget af en god vandkvalitet og en rig bundvegetation og -fauna, som bl.a. vil sikre fødegrundlaget for de mange dyre- og fuglearter, der har deres levesteder her.
- At de mange dynamiske naturtyper prioriteres højt og fastholdes som typiske for området.
- At de lysåbne naturtyper sikres en god naturtilstand, og forekomsterne gøres mere sammenhængende.
- At naturtypernes funktion som bl.a. levesteder for træk- og ynglefugle og øvrige arter på udpegningsgrundlaget sikres.
- Vadehavsområdets forekomster af strandenge, grå/grøn klit, klithede, klitlavning, tidvis våd eng, og skovklit udgør mere end 5 % af det samlede kortlagte areal i den atlantiske region, og prioriteres derfor højt.
- At levestederne for arterne på udpegningsgrundlaget er tilstrækkeligt store og uforstyrrede og rummer gode fourageringsmuligheder og uforstyrrede yngleområder.
- En høj prioritering og styrket beskyttelse af gråsæl, marsvin, snæbel, majsild og stavsild og deres levesteder. Arterne er truede på nationalt biogeografisk niveau eller fåtallige (forekommer kun i et til tre beskyttelsesområder i Danmark).
- En høj prioritering af ynglefuglearter, der er truede på nationalt biogeografisk niveau: Almindelig ryle, sandterne, splitterne og dværgterne.
- En høj prioritering og styrket beskyttelse af ynglefuglearter, som er fåtallige og kun forekommer i et til tre beskyttelsesområder i Danmark: Hvidbrystet præstekrave og sandterne. En høj prioritering og styrket beskyttelse af trækfuglearter, som er fåtallige og kun forekommer i internationalt betydelige antal i et til tre beskyttelsesområder i Danmark: Gravand, hvidbrystet præstekrave, strandskade, strandhøjle, sandløber, islandsk ryle, stor regnspove, rødben og hvidklire og dværgmåge.
- En høj prioritering af trækfuglearterne lysbuget knortegås, mørkbuget knortegås, gravand, pibeand, krikand og spidsand.

##### 'Skallingen og Langli' (F55)

- At sikre god-høj artstilstand for områdets udpegningsarter.
- At sikre områdets økologiske integritet i form af tilpas uforstyrrede levesteder med naturlig hydrologi, hensigtsmæssig drift, lav næringsstofførsel og gode spredningsmuligheder.
- At levestederne for arterne er tilstrækkeligt store og rummer gode og tilpas uforstyrrede fourageringsmuligheder og uforstyrrede yngleområder med god struktur.
- En høj prioritering af ynglefuglearter, der er truede på nationalt biogeografisk niveau: Sandterne, splitterne og dværgterne.
- En høj prioritering og styrket beskyttelse af ynglefuglearter, som er fåtallige og kun forekommer i et til tre beskyttelsesområder i Danmark: Sandterne.
- En høj prioritering af ansvarsarterne (trækfugle) mørkbuget knortegås og pibeand.

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 omhandler de konkrete målsætninger som er relevante for kystbeskyttelsesprojektet:

##### 'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' (H78, F57)

- For naturtyper der er vurderet til naturtilstandsklasse I eller II er målsætningen, at udviklingen i deres areal og tilstand er stabil eller i fremgang.
- For naturtyper der er vurderet til naturtilstandsklasse III-V er målsætningen, at udviklingen i deres naturtilstand er i fremgang, således at der på sigt opnås naturtilstand I-II og gunstig bevaringsstatus, såfremt de naturgivne forhold giver mulighed for det.

<sup>245</sup> Miljø- og Fødevarerministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89 Fuglebeskyttelsesområde F55. [https://mst.dk/media/130308/n89\\_f55\\_n2000plan\\_2016-21.pdf](https://mst.dk/media/130308/n89_f55_n2000plan_2016-21.pdf).

<sup>246</sup> Miljø- og Fødevarerministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89 Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. [https://mst.dk/media/130330/n89\\_h78\\_h86\\_h90\\_f57\\_n2000plan\\_2016-21.pdf](https://mst.dk/media/130330/n89_h78_h86_h90_f57_n2000plan_2016-21.pdf).

- Det samlede areal af naturtypen skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det.
- For naturtyper og arter uden tilstandsvurderingssystem er målsætningen gunstig bevaringsstatus. Det betyder, at tilstanden og det samlede areal af levestederne for de udpegede ynglefugle og øvrige arter stabiliseres eller øges, således at der er grundlag for tilstrækkelige egnede yngle- og fourageringsområder for arterne.
- De kortlagte levesteder for hvidbrystet præstekrave og fjordterne indenfor Natura 2000området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II.
- De kortlagte levesteder for havterne, dværgterne og klyde inden for Natura 2000-området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Hvis området huser en ynglebestand på mere end 210 par havterner, 20 par dværgterner og 100 par klyder er det tillige en indikation på levestedets og omgivelsernes egnethed som yngleområde.
- Natura 2000-området bidrager til at sikre eller genoprette levesteder for en levedygtig bestand af de udpegede arter på nationalt eller internationalt niveau.

#### 'Skallingen og Langli' (F55)

- De kortlagte levesteder for sandterne, dværgterne, fjordterne og sorthovedet måge inden for fuglebeskyttelsesområdet bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II.
- De kortlagte levesteder for havterne og splitterne inden for fuglebeskyttelsesområdet bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Hvis området huser en ynglebestand på mere end 120 par havterner og 1100 par splitterner er det tillige en indikation på levestedets og omgivelsernes egnethed som yngleområde.

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N89 fremgår af Tabel 9-1, og forekomsten af de registrerede naturtyper er vist på Figur 9-2 og Figur 9-3. Som følge af de forventede potentielle påvirkninger fra projektet vurderes det, at indlands- og ferske habitatnaturtyper ikke vil blive påvirket på grund af afstanden, og disse behandles derfor ikke yderligere i væsentlighedsvurderingen.

Natura 2000-området omfatter også en række marine naturtyper, samt arter der er tilknyttet det marine og ferske miljø. Da der på strækningen kun foretages strandfodring, vurderes det, at der ikke vil være nogen potentiel påvirkning af marine naturtyper udover Sandbanke (1110), da de øvrige marine naturtyper flodmunding (1130), Vadeblade (1140), Lagune (1150), Bugt (1160) og Rev (1170) ikke forekommer i en afstand af mindst ti kilometer fra strækningen. Strandfodringen vurderes heller ikke at kunne påvirke de udpegede fiskearter eller odder, da de fortrinsvist er tilknyttet vandløbene og det nærmeste udløb fra vandløb (Varde Å) er over 25 km fra strækningen, hvor der strandfodres. De nævnte marine naturtyper og arter er derfor ikke vurderet yderligere.

De fleste fugle på udpegningsgrundlaget for de to berørte fuglebeskyttelsesområder lever ikke langs kysten ud for Blåvand, og de vurderes derfor ikke at blive påvirket af projektet. Kun for fjordterne er der et udpeget levested på Skallingen bag klitterne.

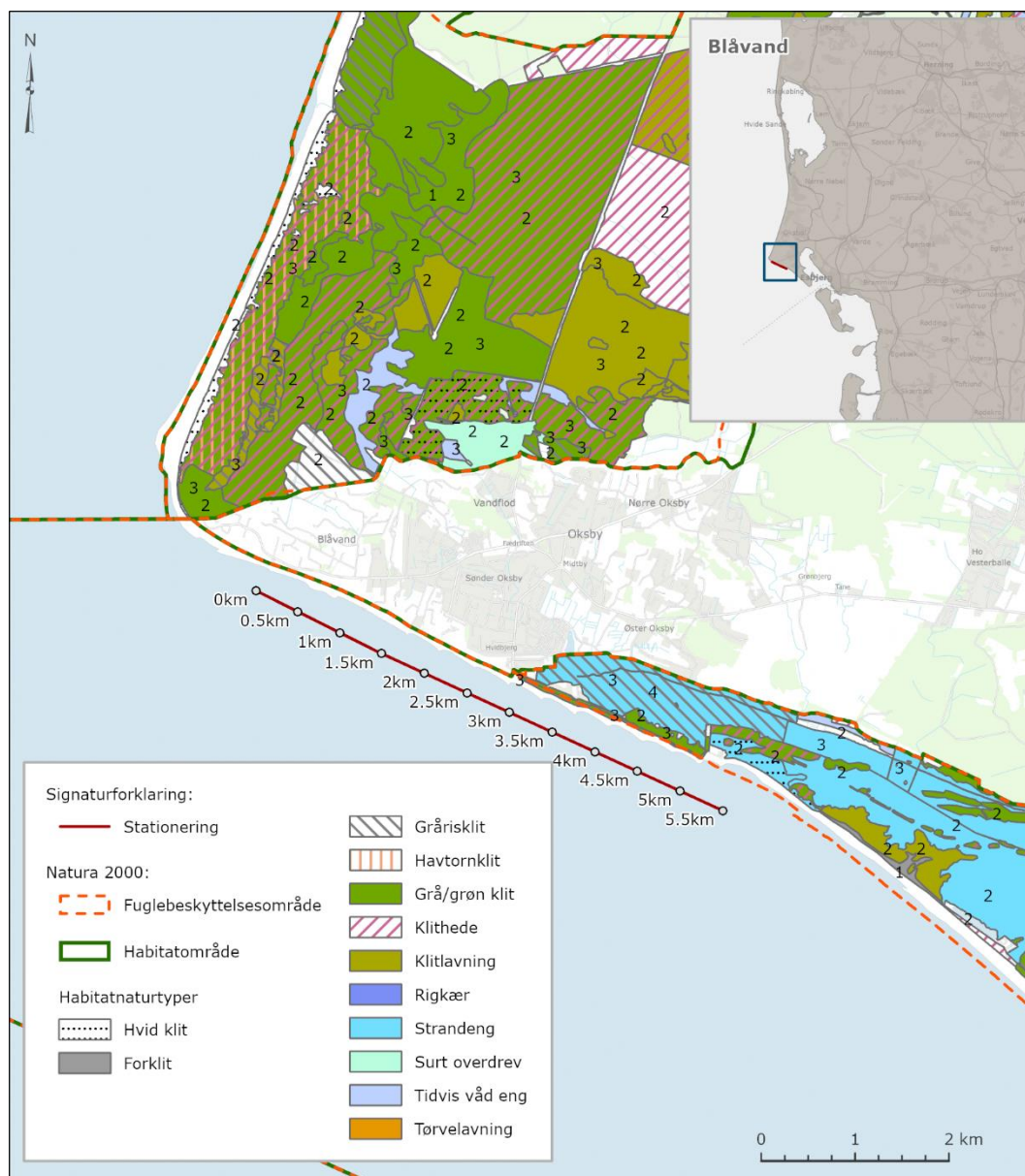
Naturtyper og arter, som vurderes potentielt at kunne blive påvirket af kystbeskyttelsen, er markeret med fed i Tabel 9-1.

| Naturtype   |                                  | Naturtype   |                      |
|-------------|----------------------------------|-------------|----------------------|
| 1110        | Sandbanke                        | 1130        | Flodmunding          |
| 1140        | Vadeblade                        | 1150        | Lagune*              |
| 1160        | Bugt                             | 1170        | Rev                  |
| 1220        | Strandvold med flerårige planter | 1230        | Kystklint/klippe     |
| 1310        | Enårig strandengsvegetation      | 1320        | Vadegræssamfund      |
| <b>1330</b> | <b>Strandeng</b>                 | <b>2110</b> | <b>Forklit</b>       |
| <b>2120</b> | <b>Hvid klit</b>                 | <b>2130</b> | <b>Grå/grøn klit</b> |
| <b>2140</b> | <b>Klithede*</b>                 | 2160        | Havtornklit          |
| <b>2170</b> | <b>Grårisklit</b>                | 2180        | Skovklit             |
| 2190        | Klitlavning                      | 2310        | Visse-indlandsklit   |

|                    |                         |                    |                              |
|--------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|
| 2330               | Græs-indlandsklit       | 3130               | Søbred med småurter          |
| 3140               | Kransnålalge-sø         | 3150               | Næringsrig sø                |
| 3160               | Brunvandet sø           | 3260               | Vandløb                      |
| 4010               | Våd hede                | 4030               | Tør hede                     |
| 6230               | Surt overdrev*          | 6410               | Tidvis våd eng               |
| 6430               | Urtebræmme              | 7140               | Hængesæk                     |
| 7150               | Tørvelavning            | 7230               | Rigkær                       |
| 9110               | Bøg på mor              | 9190               | Stilkeke-krat                |
| 91D0               | Skovbevokset tørvemose* | 91E0               | Elle- og askeskov*           |
| <b>Arter</b>       |                         | <b>Arter</b>       |                              |
| 1037               | Grøn kølleguldsmed      |                    |                              |
| 1095               | Havlampret              | 1096               | Bæklampret                   |
| 1099               | Flodlampret             | 1103               | Stavsild                     |
| 1106               | Laks                    | 1113               | Snæbel*                      |
| 1351               | Marsvin                 | 1355               | Odder                        |
| 1364               | Gråsæl                  | 1365               | Spættet sæl                  |
| <b>Fugle (F57)</b> |                         | <b>Fugle (F57)</b> |                              |
|                    | Kortnæbbet gås (T)      |                    | Grågåse (T)                  |
|                    | Bramgåse (T)            |                    | Mørkbuget knortegåse (T)     |
|                    | Lysbuget knortegåse (T) |                    | Gravand (T)                  |
|                    | Pibeand (T)             |                    | Krikand (T)                  |
|                    | Spidsand (T)            |                    | Skeand (T)                   |
|                    | Edderfugl (T)           |                    | Sortand (T)                  |
|                    | Havørn (T)              |                    | Blå Kærhøg (T)               |
|                    | Vandrefalk (T)          |                    | Strandskade (T)              |
|                    | Klyde (TY)              |                    | Hvidbrystet præstekrave (TY) |
|                    | Hjejle (T)              |                    | Strandhjejle (T)             |
|                    | Islandsk ryle (T)       |                    | Sandløber (T)                |
|                    | Almindelig ryle (T)     |                    | Lille kobbersnepe (T)        |
|                    | Pibesvane (T)           |                    | Rødben (T)                   |
|                    | Hvidklire (T)           |                    | Dværgmåge (T)                |
|                    | Sangsvane (T)           |                    | Splitterne (Y)               |
|                    | <b>Fjordterne (Y)</b>   |                    | Havterne (Y)                 |
|                    | Dværgterne (Y)          |                    | Mosehornugle (Y)             |
|                    | Blåhals (Y)             |                    | Storspove (T)                |
|                    | Gråand (T)              |                    | Sortklire (T)                |
| <b>Fugle (F55)</b> |                         | <b>Fugle (F55)</b> |                              |
|                    | Strandskade (T)         |                    | Mørkbuget knortegåse (T)     |
|                    | Skestork (Y)            |                    | Sorthovedet måge (Y)         |
|                    | Sandterne (Y)           |                    | Splitterne (Y)               |
|                    | Fjordterne (Y)          |                    | Havterne (Y)                 |
|                    | Dværgterne (Y)          |                    | Mosehornugle (Y)             |
|                    | Kortnæbbet gås (T)      |                    | Spidsand (T)                 |

Tabel 9-1. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område N89<sup>247</sup>. 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. Ved fuglearter: "T" = trækfugl, "Y" = ynglefugl.

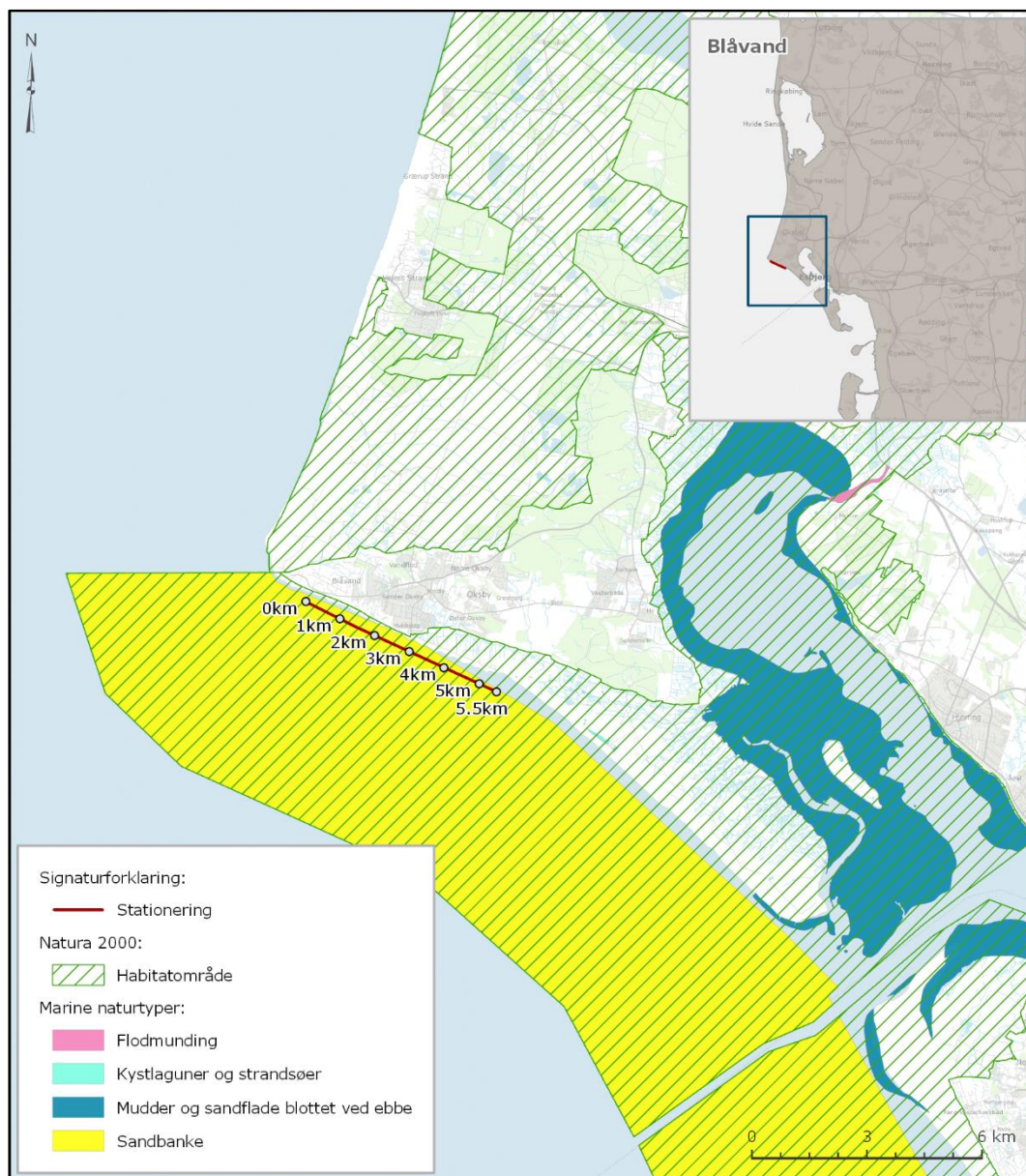
<sup>247</sup> Miljøministeriet 2020. Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Vadehavet. Natura 2000-område nr. 89. Habitatområde H78, H86, H90 og H239. Fuglebeskyttelsesområde F49, F51, F52, F53, F55, F57, F60, F63, F65 og F67.



Figur 9-2. Forekomst og tilstandsvurdering (skala fra 1-5, hvor 1 er høj, 2 er god, 3 er moderat, 4 er ringe og 5 er dårlig) af habitatnaturtyper i Natura 2000-område N89<sup>248</sup>.

<sup>248</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89, Fuglebeskyttelsesområde F55. [https://mst.dk/media/130312/n89\\_f55\\_basisanalyse16-21\\_revideret.pdf](https://mst.dk/media/130312/n89_f55_basisanalyse16-21_revideret.pdf).





Figur 9-3. Marine naturtyper i Natura 2000-område N89 Vadehavet langs strækningen ved Blåvand.

#### 9.4.3 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.

##### Sandbanke (1110)

Naturtypen er defineret som sandbanker, der konstant er dækket af vand på dybder ned til 20 meter. De er hævet over den omgivende bund, således at der opstår en banke. De kan være uden bevoksning eller bevokset med samfund af ålegræs<sup>249</sup>. Områder med mudder, grus eller større sten på en banke hører med til typen, så længe der hovedsagelig findes dyr og planter

<sup>249</sup> Dahl, K., Petersen, J.K., Josefson, A., Dahllöf, I. & Søgaard, B., 2005: Kriterier for gunstig bevaringsstatus for EF-habitatdirektivets 8 marine naturtyper. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU nr. 549. – 39 s. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.



knyttet til sandbund på arealet, også selvom der kun er tale om et tyndt lag sand på et hårdere underlag af f.eks. ler<sup>250</sup>.

Sandbanker forekommer langs kysten umiddelbart ud for strækningen ved Blåvand (Figur 9-3). Sandbanken ligger ca. 440 meter fra den yderste klitrække og mere end 300 meter fra strandkanten.

#### Vurdering

Stranden vil kunne blive op til ca. 100 meter bred på de strækninger hvor der fodres med den intensive mængde på 325 m<sup>3</sup>/m. Hertil skal det dog nævnes, at stranden under lavvande allerede mange steder er 100 meter bred og at der kun udlægges sand på arealer, der er blotlagt ved lavvande. Udlægning af sand langs stranden vil ikke ske på arealer, der er registreret som sandbanke og der vil derfor ikke ske et direkte habitattab af på sandbanken. Ift. bundfaunaen i Natura 2000-området så viser feltundersøgelserne af bundfauna (Bilag 7 *Bundflora og bundfauna*) at den inderste del af stranden er artsfattig og et meget dynamisk miljø, med stor sandtransport, jf. kapitel 8 *Kystdynamik, strømning og sedimentation* samt kapitel 13 *Marin bundfauna*. Biomassen, ligesom tætheden, var stærkt domineret af Amerikansk knivmusling *Ensis leei* (90%), der er tilpasset en dynamisk sandbund, mens almindelig tallerkenmusling og havbørsteormen *Lanice (Lanice conchilega)* begge udgjorde 3% af biomassen (g. tørvægten). Som beskrevet i kapitel 13 i miljøkonsekvensrapporten om *Marin bundfauna* er konsekvenserne for bundflora og -fauna som følge af habitattab begrænsede, da der ikke forekommer bundflora på strækningen og bundfaunaen er tilpasset et dynamisk miljø og kan nå at reetablerer sig indenfor perioden på fem år mellem strandfodringerne på strækningen). På baggrund af ovenstående vurderes der ikke at være en væsentlig påvirkning på naturtypen sandbanke.

#### Strandeng (1330)

Strandenge omfatter plantesamfund, som jævnligt oversvømmes af havet, f.eks. ved vinterstorme. Strandenge har en lavt voksende og artsrig vegetation bestående af salttolerante græsser og urter<sup>251</sup>. Strandeng udgør størstedelen af habitatområde H78's kortlagte naturtyper (ca. 7.629 ha). Der ligger et større strandengsareal bag klitten øst for Blåvand og langs Skallingen. Strandengen i området er vurderet at have en ringe naturtilstand som følge af ringe strukturtilstand og moderat artsindeks<sup>252</sup>. Den ringe tilstand skyldes generelt tilgroning med høje urter, som følge af manglende afgræsning, udbredt kystbeskyttelse, udbredt tilstedeværelse af negative naturtypekarakteristiske strukturer (f.eks. dækning af kulturgræsser og forekomst af vedplanter) og fravær af positive naturtypekarakteristiske strukturer<sup>253</sup>.

#### Vurdering

En potentiel påvirkning af strandeng kan forekomme ved gennembrud af klitter der afgrænser naturtypen fra Vesterhavet. Ifølge modellering af vandstand ved et 0-scenarie, hvor der ikke kystbeskyttes i perioden 2020-24, vil der under en 100-års stormflodshændelse ske en oversvømmelse af strandengsområdet øst for Blåvand indtil de etablerede diger (Figur 9-4). På den

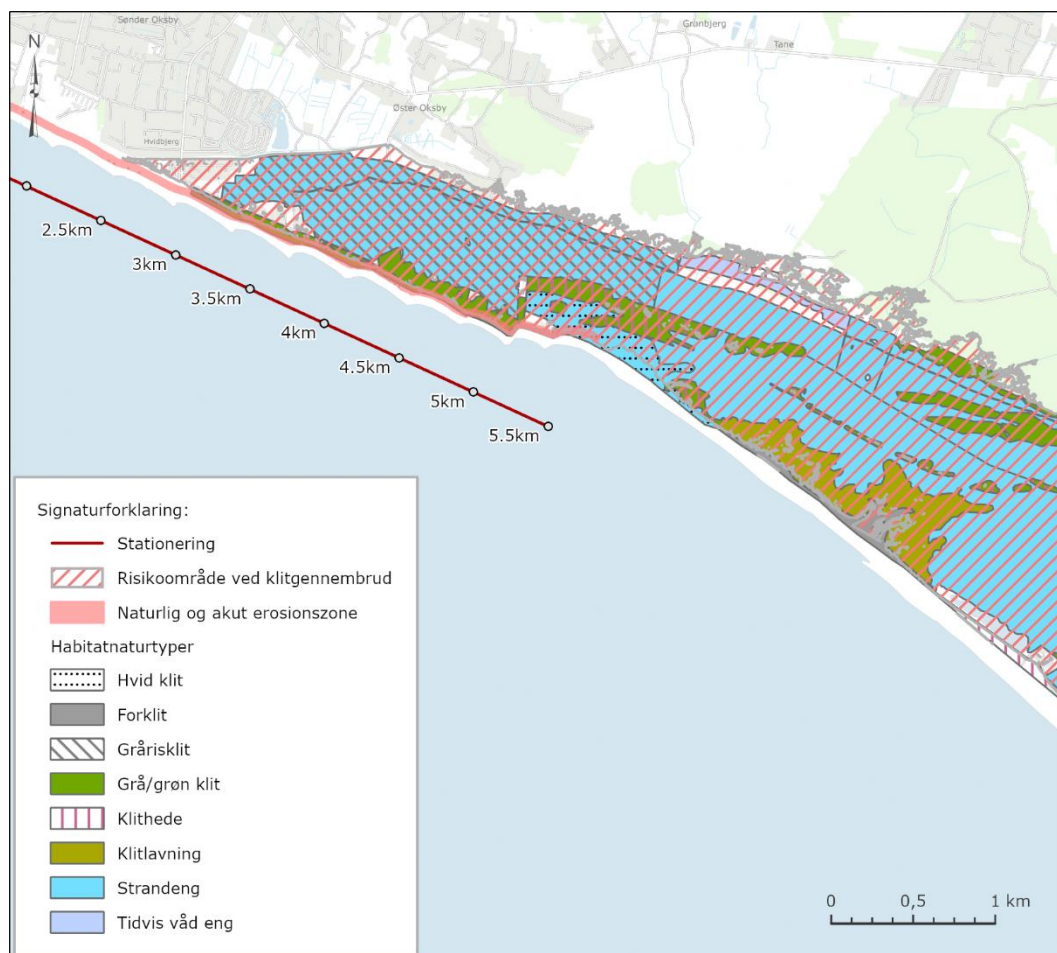
<sup>250</sup> Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser. 2012. Habitatbeskrivelser 2010-2012, Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer).

<sup>251</sup> 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](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrapporter/rapporter/fr457_2udg_www.pdf)

<sup>252</sup> Natura 2000-Basisanalyse 2022-27. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=natura2000planer3basis2020>

<sup>253</sup> Naturstyrelsen 2014: Natura 2000-basisanalyse 2016-2021 Revideret udgave Vadehavet - Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkøgen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89 Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57

baggrund vurderes det at kystbeskyttes reducerer en naturlig hydrologi og oversvømmelsesfrekvens på strandengsområdet bag klitterne på projektstrækningen. Dette medfører mindre saltvandspåvirkning og mindre erosion, hvilket er en forudsætning for strandengens karakteristiske strukturer med afvandingskanaler, saltpander mm. Da kystbeskyttelsen opretholder den nuværende tilstand (hvor der også foregår strandfodring) vurderes det samlet set, at påvirkningen ikke er væsentlig for naturtypens bevaringsstatus.



Figur 9-4 Strandengsområde der kan blive oversvømmet såfremt der ikke kystbeskyttes.

#### Forklit (2110)

Naturtypen forklit ligger yderst langs havet i klitlandskabet og danner de første stadier i dannelser af klitter. Naturtypen består typisk af vindribber, strandvolde, hævede sandflader på den øvre strand eller forklitter ved foden af de høje klitter. Selv et få cm tykt lag flyvesand er nok til at henhøre et areal til klittyperne. Generelt er der meget sparsom eller ingen plantevækst på store dele af naturtypen, karakteristiske arter er strand-kvik, marehalm, strand-arve og strandmandstro. Naturtypen er for første gang kortlagt ca. 800 meter syd for strækningen for strandfodring i forbindelse med 3. kortlægning af de lysåbne naturtyper.

#### *Vurdering*

Da naturtypen forklit ligger ca. 800 meter syd for strækningen med sandfodring vurderes der ikke at ske hverken direkte eller indirekte påvirkninger af arealer med forklit som følge af sandfodring.

### Hvid klit (2120)

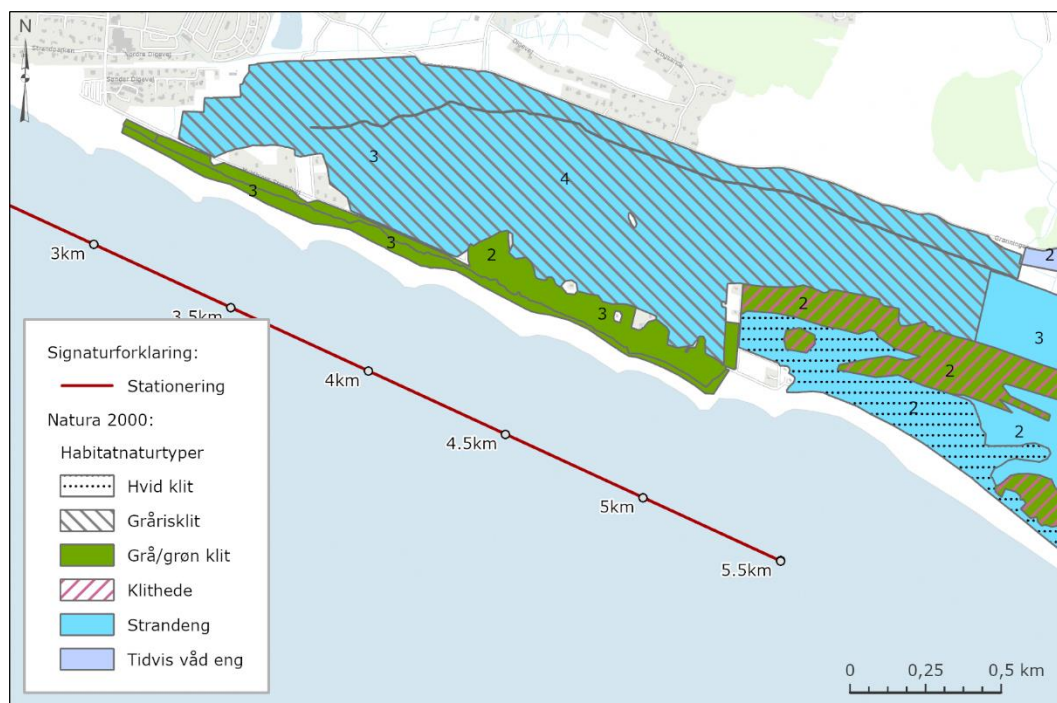
Naturtypen dækker over de yderste rækker af klitter langs kysterne og de heraf afledte vandremiler og lignende. Hvid klit er lys at se på grundet den aflejring af sandtunger på læsiden, som kommer fra en mindre, konstant sandflugt fra toppen af klitterne. De danner ofte rækker langs kysten med en typisk bevoksning af hjælme eller marehalm. Hvid klit forekommer ved den sydligste del af strækningen i mosaik med strandeng. Naturtypen er vurderet til at være i god tilstand (Figur 9-2), og generelt er beskrives arealer med hvid klit i H78 til at være karakteriseret ved en stor andel af bart sand, få invasive arter og stor forekomst af vindbrud.

### Vurdering

Strækningen, hvor der strandfodres, er på ca. 300 meter sammenfaldende med kystlinjen mod syd, hvor der er udpeget hvid klit. Det vurderes at sandfodring ikke vil udgøre en væsentlig påvirkning af naturtilstanden af hvid klit, da der fortsat vil kunne ske bølge- og vindpåvirkning af naturtypen, som sikrer forekomst af bart sand og vindbrud.

### Grå/grøn klit (2130)

Naturtypen grå/grøn klit findes ved den naturlige kyst bag forklit og hvid klit, som er de yngste klitformationer, hvor vegetationen er sparsom og domineret af hjælme. Den grå/grønne klit består af et mere eller mindre lukket plantedække med græsser, urter, mosser og laver, og sandet er mere udvasket for næringsstoffer end i den hvide klit. Øst for Blåvand findes grå/grøn klit bl.a. som et smalt bælte helt ned til stranden (Figur 9-5). Manglen på yngre klitnaturtyper foran grå/grøn klit skyldes kystbeskyttelsen med høfder, sandflugtsdæmpning og tidligere strandfodring. Naturtypen er her vurderet at være i en moderat naturtilstand. De største trusler mod grå/grøn klit stammer fra en nedsat dynamik som følge af kystbeskyttelse og sandflugtsdæmpning, samt tilgroning med høje urter og invasive arter.



Figur 9-5. Udstrækning af grå/grøn klit ved strækningen, hvor der strandfodres.

### Vurdering

Strandfodring vil medføre en øget sandtilførsel til stranden og dermed kompensere for erosionen, hvormed der ikke sker tilbagerykning. Idet sandet lægges direkte op på stranden, hvor der

efterfølgende tilplantes med hjælme langs klitfoden for at hindre sandflugt, reduceres potentialet for sandfygning og fortsat vækst og dynamik af naturtypen grå/grøn klit. Det vurderes, at projektets påvirkning af naturtypen grå/grøn klit langs projektstrækningen er af begrænset lokal karakter. Samlet set vurderes det, at påvirkningen ikke er væsentlig for naturtypens bevaringsstatus.

#### Grårisklit (2170)

Naturtypen grårisklit består af partier i kystklitter eller disses lavninger med krat eller dominans af buske af gråris (*Salix repens*). Bag den grå/grønne klit, som ligger ud til kysten ved Blåvand, findes grårisklit i mosaik med strandeng. Arealerne med grårisklit er vurderet i en moderat naturtilstand. De vigtigste trusler mod naturtypen er tilgroning og for lidt eller forkert pleje samt eutrofiering<sup>254</sup>.

#### *Vurdering*

Området med grårisklit påvirkes ikke direkte af den planlagte kystbeskyttelse langs Blåvand. Indirekte påvirkes området bag klitrækken med strandeng ved en reduceret naturlig hydrologi som følge af mindre og færre oversvømmelser fra havet. Da grårisklit ikke i samme omfang som strandeng er afhængig en oversvømmelsesdynamik, vurderes påvirkningen ved reduceret naturlig hydrologi at være af begrænset betydning for naturtypen. Det vurderes derfor at projektet ikke udgør en væsentlig påvirkning af naturtypen.

#### Klithede (2140)

Klithede omfatter stabile/gamle klitter bag de ydre klitter, med et mere eller mindre lukket vegetationsdække domineret af dværgbuske. Kalkindholdet i jorden er lavt grundet udvaskning af sandjorden. Dele af naturtypen findes på tørre klitter, mens andre dele findes i fugtige lavninger. De vigtigste negative påvirkningsfaktorer i klithede er manglende naturlig dynamik som følge af kystbeskyttelse (sanddæmpende foranstaltninger) og fravær af græssende dyr, tilførsel af næringsstoffer fra luften, tab af levesteder som følge af bebyggelse og forekomst af invasive arter.

På Skallingen findes et område med klithede umiddelbart øst for projektstrækningen i mosaik med grå/grøn klit. Området ligger bag de yderste klitter og er vurderet at være i god naturtilstand.

#### *Vurdering*

Det vurderes, at den planlagte kystbeskyttelse i form af strandfodring ikke vil have nogen effekt på området med klithede og dermed ikke udgør en væsentlig påvirkning af naturtypen.

#### Marsvin

Marsvin (*Phocoena phocoena*) er den mest almindelige hval i Danmark, og den eneste som yngler i de danske farvande. Marsvin kan både forekomme kystnært og på åbent hav. I Danmark er der udpeget 16 Natura 2000-områder for marsvin, hvoraf H78 er det ene. I 2011 vurderedes tætheden af marsvin i Vadehavet at være 0,03 marsvin pr km<sup>2</sup>, og den samme tæthed blev fundet i 2012<sup>255</sup>. Marsvins hørrelse er tilpasset livet under vandet, og de kommunikerer med hinanden ved hjælp af lyde. Hørrelsen hos tandhvaler er kendetegnet ved meget høj følsomhed (lave tærskler)

<sup>254</sup> 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\\_wwww.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrapporter/rapporter/fr457_2udg_wwww.pdf).

<sup>255</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkøgen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. [https://mst.dk/media/130334/n89\\_h78\\_h86\\_h90\\_f57\\_basisanalyse16-21\\_revideret29jan2016.pdf](https://mst.dk/media/130334/n89_h78_h86_h90_f57_basisanalyse16-21_revideret29jan2016.pdf).

for høje frekvenser, langt op i ultralydsområdet startende fra ca. 10 kHz til 100-160 kHz og med en meget skarp øvre grænse for hørelsen<sup>256</sup>.

### Spættet sæl

Spættet sæl er den almindeligste sælart i Danmark. Den forekommer især i de kystnære farvande, hvor der er rigelig føde, og hvor der findes uforstyrrede yngle-/hvilepladser på sandbanke, rev, holme og øer. Den spættede sæl er almindelig i Vadehavet og findes spredt langs hele Vadehavskysten. Bestanden er talt i Grådyb, Juvredyb, Knudedyb og Listerdyb. Bestanden har i perioden 2006-2010 været stabil med omkring 3.000 individer<sup>257</sup>. I løbet af 2011 og 2012 er antallet af spættet sæler steget yderligere til 4.000 individer<sup>258</sup>. I 2016 blev det totale antal spættede sæler estimeret til 3.600 i den danske del af Vadehavet<sup>259</sup>. Sæler har amfibisk hørelse, da de kan høre både i vand og i luften. Sæler kommunikerer ved hjælp af lyde og har de højeste følsomheder mellem 1 kHz og 50 kHz<sup>260</sup>.

### Gråsæl

Efter at gråsælen havde været udryddet i Danmark i ca. 100 år er den i løbet af de sidste godt ti år genindvandret flere steder, og forekommer nu regelmæssigt på lokaliteter i Kattegat, Østersøen og Vadehavet. Antallet af gråsæler har været støt stigende i den danske del af Vadehavet i perioden 2006-2012. Således blev der i 2012 talt 78 individer mod 14 individer i 2006<sup>261</sup>. I 2016 blev der talt 173 fældende sæler i Vadehavet<sup>262</sup>. I december 2014 indledtes overvågning af ynglende gråsæler i det danske Vadehav. Her blev den første nyfødte gråsælunge med sin mor observeret. I 2015 blev der ikke set unger i det danske Vadehav, mens der i januar 2017 igen blev observeret en nyfødte gråsælunge<sup>263</sup>. Gråsæl er ligesom spættet sæl følsom overfor menneskelig forstyrrelse i yngletiden, mens ungerne dier og mens de har pelsskifte.

### Vurdering

Ved strandfodring kan marsvin og sæler potentielt blive påvirket af fodringsfartøjernes tilstedeværelse enten ved visuel forstyrrelse eller ved at der udsendes undervandsstøj.

### *Tilstedeværelse af fartøjer (visuel forstyrrelse, støj over og under vand)*

Tilstedeværelsen af fartøjer har vist sig at forårsage reaktion i marsvin i en afstand på 200-400 meter<sup>264</sup>. Marsvin forventes derfor at undgå sandfodringsskibet, da virkningen er kortvarig (2-12 uger, se *Projektbeskrivelsen* i kapitel 3) og lokal vurderes det, at fortrængningen af enkelte

<sup>256</sup> Tougaard, J., 2014, Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 1. DCE teknisk rapport nr 44.

<sup>257</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkøgen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. [https://mst.dk/media/130334/n89\\_h78\\_h86\\_h90\\_f57\\_basisanalyse16-21\\_revideret29jan2016.pdf](https://mst.dk/media/130334/n89_h78_h86_h90_f57_basisanalyse16-21_revideret29jan2016.pdf).

<sup>258</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkøgen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. [https://mst.dk/media/130334/n89\\_h78\\_h86\\_h90\\_f57\\_basisanalyse16-21\\_revideret29jan2016.pdf](https://mst.dk/media/130334/n89_h78_h86_h90_f57_basisanalyse16-21_revideret29jan2016.pdf).

<sup>259</sup> AAU, 2018, NOVANA overvågning af spættet sæl 2016, <http://novana.au.dk/arter/pattedyr/spaettet-sael/>

<sup>260</sup> Southall, B. L., Schusterman, R. J., and Kastak, D., 2007. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*: 33(4).

<sup>261</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkøgen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. [https://mst.dk/media/130334/n89\\_h78\\_h86\\_h90\\_f57\\_basisanalyse16-21\\_revideret29jan2016.pdf](https://mst.dk/media/130334/n89_h78_h86_h90_f57_basisanalyse16-21_revideret29jan2016.pdf).

<sup>262</sup> AAU, 2018, NOVANA overvågning af gråsæl 2016, <http://novana.au.dk/arter/pattedyr/graasael/>.

<sup>263</sup> AAU, 2018, NOVANA overvågning af gråsæl 2016, <http://novana.au.dk/arter/pattedyr/graasael/>.

<sup>264</sup> Bas A.A., Christiansen, F., Ozturk, A.A., Ozturk, B., McIntosh, C., 2017. "The effects of marine traffic on the behaviour of Black Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena relicta*) within the Istanbul Strait, Turkey". *Plos One* 12.



individer på grund af skibets tilstedeværelse er ubetydelig, og at den ikke vil have nogen væsentlig virkning på marsvin.

Strandfodringen vil foregå på stranden ved vestvendt kyst og hvilepladser for spættet sæl og gråsæl ligger i de indre dele af Vadehavet og østsiden af Skallingen, hvilket er kortlagt i forbindelse med opførslen af Horns Rev havmølleparken og vist på Figur 9-6<sup>265</sup>. Den nærmeste hvileplads ligger på den østlige del af Skallingen, ca. 11 km fra strækningen, hvor der foretages strandfodring.



Figur 9-6. Sælkolonier i den danske del af Vadehavet, koloniernes størrelse i 2000 er angivet. Den røde markering angiver Horns Rev 1 Havmølleparken, der ligger umiddelbart vest for strækningen ved Blåvand, hvor der strandfodres<sup>266</sup>.

På baggrund af ovenstående vurderes forstyrrelse af sæler at ikke udgøre en væsentlig påvirkning.

Lyd under vand kan måles som en ændring i tryk, og beskrives som lydtryk. Enheden for lydstyrke er typisk angivet som decibel.

For marsvin og sæler i vand er den største kilde til forstyrrelser fra skibstrafik efter alt at dømme undervandsstøj<sup>267</sup>. Virkningen af undervandsstøj på havpattedyr kan generelt inddeles i fire brede

<sup>265</sup> Tougaard et. al., 2006, Harbour seals on Horn Rev, before, during and after construction of Horn Rev off-shore wind-farm, Final Report to Vattenfall A/S, Biological papers from fisheries and Maritime Museum No. 5, Esbjerg, Denmark.

<sup>266</sup> Tougaard et. al., 2006, Harbour seals on Horn Rev, before, during and after construction of Horn Rev off-shore wind-farm, Final Report to Vattenfall A/S, Biological papers from fisheries and Maritime Museum No. 5, Esbjerg, Denmark.

<sup>267</sup> Laursen et al. 2016. Sejlads med vandscooter, jetski og lignende fartøjer. Konsekvenser for fugle og havpattedyr ved en udvidelse af mulighederne for sejlads i Natura 2000-områder og vildtreservater. Aarhus Universitet, Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 88.

kategorier, der i høj grad afhænger af dyrenes afstand til lyd kilden. Grænserne for hver virkningszone er ikke skarpe, og der er et betydeligt overlap mellem de forskellige zoner<sup>268</sup>:

- Detektion er, når dyrene kan høre støjen.
- Maskering omfatter en begrænsning i at kunne høre af andre lyde, som f.eks. kommunikation mellem individer
- Adfærdsmæssige ændringer, hvilket strækker sig fra kraftig undvigelse til langsomt at svømme væk fra lyden.
- Fysiske skader på høreorganerne, som kan resultere i enten midlertidige ændringer i dyrenes registreringstærskel (midlertidig høreskade, TTS), hvor dyret genvinder sin oprindelige registreringsevne efter en restitueringsperiode (typisk minutter eller dage) eller i permanente ændringer i dyrenes registreringstærskel (permanent høreskade, PTS).

TTS (temporary threshold shift) medfører en midlertidig nedsættelse af hørelsen. TTS fortager sig over en periode, som kan vare fra minutter og op til flere døgn, hvis påvirkningen over grænsen for TTS har været kraftigt. Ved en meget kraftig påvirkning lyd påvirkning, som ligger over grænsen for PTS (permanent threshold shift), eller ved gentagne udsættelser for kraftige tilfælde af TTS kan det føre til en varig høreskade (PTS). Det vil således være påvirkninger af havpattedyr, som resulterer i permanente skader, som vil blive betragtet som væsentlige påvirkninger i forbindelse med denne væsentlighedsvurdering.

Støj fra skibstrafik og strandfodringsaktiviteter betragtes som kontinuert støj, modsat f.eks. pæleramning, der betragtes som impulsiv støj.

Med henblik på at vurdere påvirkningen af dyr, kræver det at der findes grænseværdier for TTS og PTS. Ud fra eksisterende videnskabeligt materiale har man fastsat en række grænseværdier. Ifølge vejledningen fra National Marine Fisheries Service (NOAA) fra 2018<sup>269</sup>, 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<br>(dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$ ) | PTS<br>(dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$ ) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Gråsæl og spættet sæl<br/>(PW pinnipedia)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | 181                                                | 201                                                |
| <b>Marsvin<br/>(HF-hvaler)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 153                                                | 173                                                |
| <b>Cumulative Sound Exposure (SEL(cum))</b> – SEL (cum) er den samlede (kumulative) tidsintegrationen af det kvadrerede tryk i løbet af en lyd eller en række lydhændelser. Det muliggør at lyde af forskellig varighed og niveau kan karakteriseres i forhold til total lydenergi (enhed $\text{Pa}^2\text{s}$ ). |                                                    |                                                    |

Tabel 9-2. Tærskelværdier for temporære (TTS) og permanente (PTS) grænser for høreskade for sæler og marsvin udsat for kontinuert undervandsstøj (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$ ).

<sup>268</sup> Southall, B., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C. R. Jr., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Richardson, W. J., Thomas, J. A., Tyack, P. L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. Aquatic mammals 33(4).

<sup>269</sup> National Marine Fisheries Service. 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.

Et studie fra Holland på strandfodringsaktiviteter<sup>270</sup> har dannet grundlag for beregninger af afstanden fra støjilden, hvor sæler og marsvin vil blive udsat for TTS eller PTS når aktiviteterne pågår.

Beregninger og forudsætninger for vurdering af undervandsstøj er beskrevet yderligere i bilag 2 *Støj og undervandsstøj*. Ved en worst-case antagelse af at sæler eller marsvin opholder sig stationært ved sandfodringskibet, når strandfodringsaktiviteterne pågår, vil der for marsvin, som har størst følsomhed, være tale om påvirkninger over grænsen for TTS indenfor en afstand af optil 3.200 meter og over grænsen for PTS indenfor en afstand af optil 212 meter ved strandfodring, som giver den højeste lydpåvirkning. Afstandene vil være mindre for sæler (Tabel 9-3).

| Aktivitet            | Sæler TTS afstand (m) | Sæler PTS afstand (m) | Marsvin TTS afstand (m) | Marsvin PTS afstand (m) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Strandfodring</b> | 160                   | 9                     | 3.200                   | 212                     |

Tabel 9-3. 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 strandfodringsaktiviteterne og i stedet antages at være stationære.

Det vil imidlertid være usandsynligt at sæler eller marsvin forbliver ved strandfodringskibet, når strandfodringsaktiviteterne pågår, og derfor foretages vil en realistisk afstandsregning indeholde en flugtrespons for sæler og marsvin. Som beskrevet ovenfor vil marsvin f.eks. svømme væk fra skibe, når disse er på en afstand af 200-400 meter<sup>271</sup>. Det antages derfor i afstandsregningen at sæler og marsvin svømmer væk fra støjilden med en fart på 1,5 m/s<sup>272</sup>. 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 9-4).

| Aktivitet            | Sæler TTS afstand (m) | Sæler PTS afstand (m) | Marsvin TTS afstand (m) | Marsvin PTS afstand (m) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Strandfodring</b> | 0                     | 0                     | 0                       | 0                       |

Tabel 9-4. Påvirkningsafstande for grænser for TTS og PTS hos sæler og marsvin ved scenariet, hvor dyrene antages at flygte væk fra støjen fra strandfodringsaktiviteterne med en fart på 1,5 m/s.

Støjen fra sandfodringskibe kan potentielt medføre adfærdssændringer og maskering af lyde i større afstande end angivet for TTS, men da der er tale om en midlertidig, kortvarig forstyrrelse (2-12 uger) i et lille område tæt på kysten vurderes dette ikke at kunne påvirke marsvin eller sæler væsentligt. På baggrund af støjberegningerne for sæler og marsvin i Tabel 9-4 vurderes at undervandsstøj i forbindelse med strandfodringsaktiviteter langs strækningen Blåvand ikke vil være væsentlig for hverken sæler eller marsvin.

### Fjordterne

Fjordterne yngler i kolonier på øer og holme eller langs kysten og ved søer ofte i selskab med havterne eller hættemåger. Arten er trækfugl, der overvintrer langs Vestafrikas kyster. Fjordterne er udbredt langs de danske kyster og ved større søer undtagen på Bornholm, men udbredelsen har samlet set været i tilbagegang siden 1980. Største trussel for den danske ynglebestand vurderes at være prædation/forstyrrelse på ynglepladserne især fra ræve. Der er kortlagt et levested for fjordterne i den nordvestlig del af fuglebeskyttelsesområdet i nærheden af kysten med

<sup>270</sup> De Jong et al. 2010. Underwater noise of Trailing Suction Hopper Dredger at Maasvlakte 2: Analysis of source levels and background noise. Report no. TNO-DV 2010 C335.

<sup>271</sup> Bas A.A., Christiansen, F., Ozturk, A.A., Ozturk, B., McIntosh, C., 2017. "The effects of marine traffic on the behaviour of Black Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena relicta*) within the Istanbul Strait, Turkey". Plos One 12.

<sup>272</sup> Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving – Working Group 2014. Report to the Danish Energy Authority. ResearchGate. Technical Report 2015.

kystbeskyttelse. Levestedet er vurderet i en ringe tilstand, og det skyldes risiko for menneskelige forstyrrelser, tilgængelighed for ræv samt et højt vegetationsdække<sup>273 274</sup>.

#### Vurdering

Fjordterne er ikke kortlagt som ynglefugl direkte på stranden, men i området bag klitterne. Det vurderes derfor, at fjordternen ikke påvirkes af den planlagte kystbeskyttelse, da færdsel bag klitterne kun finder sted på eksisterende veje og spor uden for fjordternens levested. Støj fra maskiner, der passerer ad eksisterende veje og spor, vurderes ikke at genere ternerne væsentligt, idet både fjordterne og havterne kan anbringe reder på moler og taget af bygninger i stærkt trafikerede havne, eksempelvis Esbjerg Havn. Det vurderes derfor ikke, at fjordternens bevaringsstatus forringes.

#### 9.4.4 Kumulative påvirkninger

Jævnfør habitatdirektivet 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.

Esbjerg Havn har aktiviteter med oprensning af sejlrenden og samt klapning af oprensningsmaterialer, som kan give anledning til en midlertidig forhøjet koncentration af suspenderet sediment i vandet i forbindelse med aktiviteterne. Det vurderes dog, at sedimentspredningen fra disse aktiviteter ikke vil overlappe sedimentspredningen fra strandfodringen grundet afstanden på minimum 12 km. Skulle det alligevel ske, vil kun en meget lille andel af sedimentspredningen fra Esbjerg Havns aktiviteter nå ind til kysten langs Blåvand, og den samlede kumulative forhøjede sedimentkoncentration derfor være meget lille og af midlertidig karakter. Den samlede kumulative effekt vurderes derfor som ubetydelig.

Sand til strandfodringen hentes fra fælles indvindingsområder, hvor der nærmeste ligger ni kilometer fra kyststrækningen ved Blåvand. Indvindingen af sand kan give anledning til spredning af suspenderet sedimentation i vandsøjlen som følge af sedimentspild. Sedimentspildet vurderes dog ikke at kunne sprede sig ind til strækningen for kystbeskyttelse, hvormed der ikke er kumulative effekter mellem indvindingen og strandfodringen.

Hertil kan to kommende projekter potentielt have kumulativ virkning; Viking Link og Udbygning af Esbjerg havn.

Viking Link er en kommende 770 km lang el-forbindelse mellem Danmark og Storbritannien, hvor de marine kabler er planlagt til installation i 2020-23<sup>275</sup>. I landføringspunktet for kabler er imidlertid mindst 25 km fra strandfodringsstrækningen og det vurderes at afstanden alene er for stor til, at der kan være kumulative effekter mellem Viking Link og kystbeskyttelsen ved Blåvand.

<sup>273</sup> Miljø- og Fødevarerministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89 Fuglebeskyttelsesområde F55. [https://mst.dk/media/130308/n89\\_f55\\_n2000plan\\_2016-21.pdf](https://mst.dk/media/130308/n89_f55_n2000plan_2016-21.pdf).

<sup>274</sup> Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Skallingen og Langli Natura 2000-område nr. 89, Fuglebeskyttelsesområde F55. [https://mst.dk/media/130312/n89\\_f55\\_basisanalyse16-21\\_revideret.pdf](https://mst.dk/media/130312/n89_f55_basisanalyse16-21_revideret.pdf)

<sup>275</sup> Energinet, Viking Link: Elforbindelse til Storbritannien, <https://energinet.dk/Anlaeg-og-projekter/Projektliste/Viking-Link>

Esbjerg Havn undersøger muligheden for at udvide med 975.000 m<sup>2</sup> frem mod 2030 på havnens sydside<sup>276</sup>. Der foreligger ikke en miljøvurdering, men da afstanden til havnen er mere end 20 km vurderes det at afstanden alene er for stor til, at der kan være kumulative effekter mellem udvidelsen og kystbeskyttelsen ved Blåvand.

Hård kystbeskyttelse på strækningen omfatter høfder og diger. Vedligeholdelse af den hårde kystbeskyttelse vil medføre færdsel med maskiner på stranden i forbindelse med tilkørsel og indbygning af materialer samt etablering af materialedepoter og arbejdsområder. Den kumulative effekt vil være begrænset, da arbejdet vil følge samme retningslinjer som gælder for den planlagte kystbeskyttelse.

Der er ikke fundet andre projekter, som sammen med nærværende kystbeskyttelsesprojekt kan have en kumulativ effekt.

#### 9.4.5 Samlet væsentlighedsvurdering

For de marine naturtyper og arter i Natura 2000-område N89 'Vadehavet – Skallingen og Langli' vurderes det samlet, at der ikke vil være en væsentlig påvirkning fra projektet på Natura 2000-områdets udpegningsgrundlag eller bevaringsmålsætningerne herfor.

For de terrestriske naturtyper og fuglearter vurderes det, at der ikke vil være en væsentlig påvirkning fra projektet på Natura 2000-områdets udpegningsgrundlag eller bevaringsmålsætningerne herfor.

---

<sup>276</sup> Esbjerg Havn, Esbjerg Havn undersøger muligheden for at udvide med 975.000 m<sup>2</sup> frem mod 2030, <https://port-esbjerg.dk/da/om-esbjerg-havn/nyheder/esbjerg-havn-unders%C3%B8ger-muligheden-udvide-med-975000-m2-frem-mod-2030>