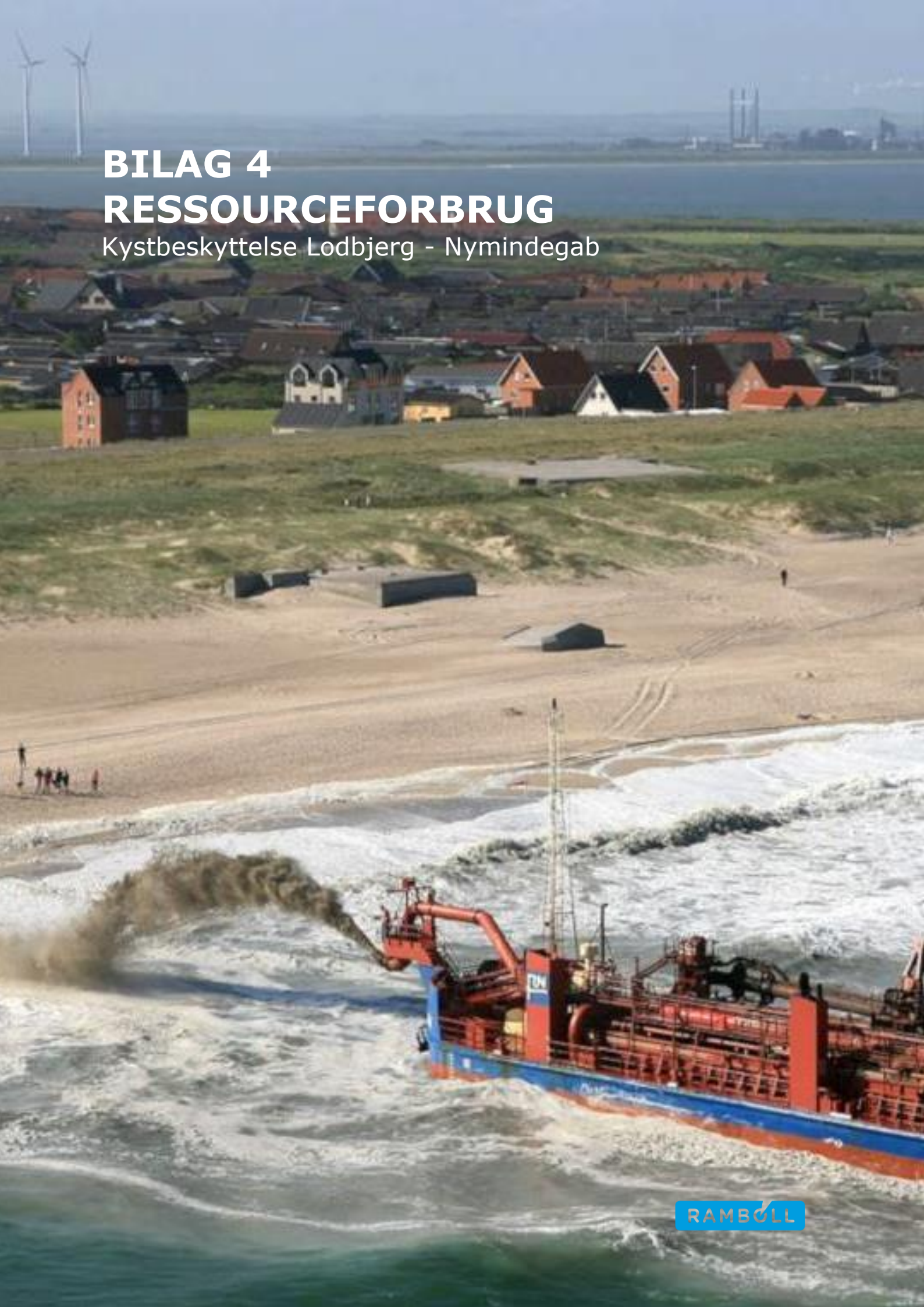


# **BILAG 4**

## **RESSOURCEFORBRUG**

Kystbeskyttelse Lodbjerg - Nymindegab



# 1. RESSOURCEFORBRUG

## 1.1 Indledning

Ressourceforbrug dækker over omsætning af energiresourcer i forbindelse med arbejder til kystbeskyttelse af strækningen Lodbjerg-Nymindesgab. I det følgende forstås ressourcer som brændstof til skib og entreprenørmaskiner brugt ved kystfodring.

Blandt de tre metoder til kystfodring er strandfodring den mest ressourcetunge, da den, foruden sandsuger, kræver maskiner på land til opbygning og nedtagning af rørledning. Dette medfører afledte krav til arealer for arbejdspladser og opmagasinering. Dermed kræver strandfodringen flere ressourcer i form af mobilisering og demobilisering af en havledning der fragtes til området med slæbebåd og rørsegmenter der køres til stedet via blokvogn.

Ved rainbowing og splitning benyttes der ikke maskiner på land, hvorfor disse per definition bruger færre ressourcer.

Til bestemmelse af ressourceforbruget estimeres antallet af effektive arbejdstimer og motorydelser, hvorfra energibehovet bestemmes. Brændstofforbruget og afledte emissioner kan efterfølgende beregnes.

## 1.2 Ressourceforbrug og emissioner ved mob- og demobilisering af rørledning til strandfodring

Ved opstart af en strandfodringskampagne er en række ressourcer anvendt til transport af landrørledning og gravemaskine. Gummigeden, der anvendes, kører selv til hver kampagne. Ligeledes, når en strandfodringskampagne er afsluttet, flyttes materialet til næste kampagne og efter et års sidste kampagne flyttes det til et mellemdepot hvorfra det hentes ved det efterfølgende års første strandfodringskampagne.

På vandet transporteres havledningen med to slæbebåde fra sit oplag til den relevante strækning. Slæbebådene henter ligeledes rørledningen igen og fragter den til næste kampagnestrækning samt slæber den retur når årets kampagner er afsluttet. Året efter gentages processen.

Estimererne for brændstofforbrug ved mobilisering og demobilisering beror på antagelser som ses i de næste afsnit. Antagelserne dækker over hvor mange kilometer, der bliver kørt og sejlet og hvor lang tid denne transport tager, såvel som antagelser vedr. fartøjers motorydelse, dvs. motorens effekt og virkningsgrad.

### 1.2.1 Antagelser for slæbebådene

Det antages, at der til transport af havledningen benyttes to slæbebåde med et bollard pull på cirka 20 tons og en samlet motoreffekt på 1160 kW.

Havledningerne skal sejles til kysten med to slæbebåde. Startdestinationen er ukendt, men det antages, at det vil tage 1 døgn med hver havledning. Typisk vil der være to havledninger til stede ved hver strandfodring, dvs. to døgn sejlads med to slæbebåde til mobiliseringen, to døgn sejlads til demobilisering og fire mellemmobiliseringer af 12 timer pr. år i fem år.

Når havledningerne flyttes mellem strandfodringerne, antages det, at slæbebådene bruger en halv dag til at flytte en havledning. Denne tidsperiode inkluderer mobilisering samt demobilisering af slæbebådene fra deres startdestination.

Det er antaget, at slæbebåden benytter en motorydelse med en middelværdi på 60%.

### 1.2.2 Slæbebådens brændstofforbrug og emissioner til transport af havledning

Den samlede tid slæbebåde sejler ved mobilisering og demobilisering af havledningen og flytning af denne mellem kampagner er vist Tabel 1-1.

Tabel 1-1. Samlet sejltilid for to slæbebåde til transport af havledning.

| Tid i timer                    | År 1       | År 2         | År 3         | År 4         | År 5         |
|--------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Mobilisering og demobilisering | 480        | 480          | 480          | 480          | 480          |
| Flytning                       | 384        | 576          | 576          | 576          | 576          |
| <b>Total</b>                   | <b>864</b> | <b>1.056</b> | <b>1.056</b> | <b>1.056</b> | <b>1.056</b> |

Emissionsrater for slæbebåden er som givet i SHIP-DESMO<sup>1</sup> og vist Tabel 1-2.

Tabel 1-2. Emissionsrater for slæbebåde brugt til transport af havledning.

|           | CO2<br>(g/kg diesel) | NOx<br>(g/kg diesel) | CO<br>(g/kg diesel) | HC<br>(g/kg diesel) | PM<br>(g/kg diesel) |
|-----------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Slæbebåde | 3.206                | 63,2                 | 2,63                | 2,63                | 1,4                 |

Det samlede arbejde for slæbebåde medfører brændstofforbruget og emissionerne som vist i Tabel 1-3 over femårsperioden.

Tabel 1-3. Brændstofforbrug og emissioner for slæbebåde over femårsperioden.

|            | År 1    | År 2    | År 3    | År 4    | År 5    | Total            |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|
| Diesel (L) | 162.888 | 176.462 | 176.462 | 176.462 | 176.462 | <b>868.734</b>   |
| CO2 (kg)   | 426.746 | 462.308 | 462.308 | 462.308 | 462.308 | <b>2.275.979</b> |
| CO (kg)    | 356     | 385     | 385     | 385     | 385     | <b>1.897</b>     |
| HC (kg)    | 356     | 385     | 385     | 385     | 385     | <b>1.897</b>     |
| NOx (kg)   | 4.971   | 5.385   | 5.385   | 5.385   | 5.385   | <b>26.513</b>    |
| PM (kg)    | 112     | 122     | 122     | 122     | 122     | <b>599</b>       |

I projektbeskrivelsens fodringsplan er det antaget, at der i perioden 2025-2039 skal indbygges 3,1 gange så meget sand som i den teoretiske femårs periode hvilket giver et samlet estimeret brændstofforbrug og emissioner for slæbebåde som vist i Tabel 1-4.

Tabel 1-4. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved mobilisering demobilisering, transport mellem kampagner for slæbebåde for perioden 2025-2039.

|                      | Total     |
|----------------------|-----------|
| Diesel (L)           | 2.693.100 |
| CO <sub>2</sub> (kg) | 7.055.500 |
| CO (kg)              | 5.880     |
| HC (kg)              | 5.880     |
| NO <sub>x</sub> (kg) | 82.190    |
| PM (kg)              | 1.856     |

### 1.2.3 Antagelser for køretøjer ved transport og ved KDIs tilsyn

Til transport af rørsegmenter til landleddningen benyttes en lastbil med blokvogn. Lastbilen har en samlet effekt på 375 kW. Samlet laves ti transporter med rørsegmenter per flytning af landrør. Det er antaget af lastbilen har en gennemsnitshastighed på 50 km/t hvor den i gennemsnit har en motorydelse på 40%.

Til transport af gravemaskinen anvendes en lastbil af samme type og med relevant trailer. Distancen kørt for lastbil med enten rør eller gravemaskine pr. tur i hvert år er vist i Tabel 1-5.

Tabel 1-5. Total afstand i kilometer per tur for lastbiler og gummiged i hvert år opmålt via Google Maps.

|                                        | År 1 | År 2 | År 3 | År 4 | År 5 |
|----------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Årlig afstand pr. tur pr. køretøj (km) | 225  | 230  | 335  | 360  | 200  |

KDI kører på tilsyn ved strandfodringskampagnerne dagligt og oplyser, at de hertil anvender en Toyota Landcruiser med en vægt på 2800 kg. Det antages, at KDI er til stede 1 gang i døgnet når der strandfodres. Typisk varer en kampagne 25 dage og årligt er der tre eller fire kampagner med strandfodring. Det antages konservativt ved tilsynet at der kun er én kampagne ad gangen og der derfor altid køres mellem en hovedstrækning og KDIs kontor i Lemvig.

Distancerne mellem de pågældende strandfodringsdestinationer er estimeret ved brug af Google Maps og den samlede distance i hvert år ses i Tabel 1-6.

Tabel 1-6. Total afstand i kilometer i KDIs Toyota Landcruiser per år opmålt via Google Maps.

|                                        | År 1   | År 2   | År 3   | År 4   | År 5   |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Årlig afstand pr. tur pr. køretøj (km) | 12.000 | 22.500 | 40.500 | 24.000 | 29.250 |

De tilhørende emissionsrater er givet i Tabel 1-7, hvor der er antaget konservativt typegodkendelse af køretøjet efter Euro V normer.

Tabel 1-7. Emissionsrater for landcruiser og lastbil.

|                                  | CO <sub>2</sub> | C<br>O | NO<br>x | HC+NO<br>x | PM    | EU norm                    |
|----------------------------------|-----------------|--------|---------|------------|-------|----------------------------|
| Land Cruiser WD emissions (g/km) | 195*            | 0,5    | 0,18    | 0,23       | 0,005 | Euro Vb, ref. <sup>2</sup> |
| Lastbil (g/kWh)                  | 266**           | 1,5    | 0,46    | 2          | 0,02  | Euro V, ref. <sup>3</sup>  |

\* se ref.<sup>4</sup>

\*\* Regnet ud fra forbrænding af 1L diesel.

#### 1.2.4

##### Antagelser for ikke-vejgående maskiner

Gummigeden antages at have en middelmotoreffekt på 220 kW, og ved opstart af og flytning mellem kampagner at have en gennemsnitshastighed på 25 km/t., og en gennemsnitlig motor-ydelse på 40%. Afstanden Gummigeden kører pr. tur i hvert år er vist i Tabel 1-5.

Tabel 1-8. Oversigt over relevante ikke-vejgående maskiner, deres motoreffekt og laste/løfteevne<sup>5</sup>.

| Maskine      | Vægt (tons) | Effekt (kW) | Middel effekt (kW) | volumen/masse pr. løft | Middel volumen/masse |
|--------------|-------------|-------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| Gravemaskine | 20-50       | 124 - 283   | 203.5              | 3,9-6,3 t              | 5,1 t                |
| Gummiged     | 15-30       | 147 - 293   | 220                | 2,0-3,9 m <sup>3</sup> | 2,95 m <sup>3</sup>  |

Mængden af tilladte emissioner bestemmes ud fra BEK nr. 1458 af 07/12/2015 Bilag 3 Trin 3B<sup>6</sup>, der sætter grænser for mængden af emissioner per omsat energimængde.

Tabel 1-9. Motoreffekt for Trin 3B motortyper og tilhørende emissionsmængder i gram per kilowatttime (g/kWh) fra BEK nr. 1458 af 07/12/2015 Bilag 3.

| Motoreffekt (kW) | Kate-gori | CO (g/kWh) | HC (g/kWh) | NOx (g/kWh) | Partikler (g/kWh) | Ikrafttræ-delses-tids-punkt |
|------------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------------|-----------------------------|
| 130 ≤ P ≤ 560    | L         | 3,5        | 0,19       | 2,0         | 0,025             | 1/1-2011                    |

For CO<sub>2</sub> emissionsmængden anvendes den samme mængde som for lastbiler, række to i Tabel 1-7, lig med 266 g/kWh. Selvom BEK nr. 1458<sup>6</sup> blev ophævet og erstattet med en EU-forordning i 2016, så anvendes den danske bekendtgørelse endnu, da den anses for mindre restriktiv end den senere EU-forordning. I praksis betyder det, at entreprenørmaskinerne, som en entreprenør vælger at bruge, godt kan være typegodkendt efter den tidligere danske bekendtgørelse og være anvendt i Danmark. Derfor anses det som worst-case, at der potentielt anvendes ældre maskiner ved arbejdet, og dette giver en højere udledning end maskiner typegodkendt efter den senere EU-forordning.

### 1.2.5 Brændstofforbrug og emissioner for maskiner på land ved mob- demobilisering

Ved at tage de samlede antagelser fra afsnit 1.2.3 og 1.2.4 i regning, bliver det samlede brændstofforbrug og emissioner til mobilisering, transport mellem kampagner, demobilisering og tilsyn for hvert år som givet i Tabel 1-10.

Tabel 1-10. Samlet brændstofforbrug og emissioner for mobilisering, demobilisering, transport mellem kampagner og tilsyn for perioden 2025-2029.

|                | År 1  | År 2   | År 3   | År 4   | År 5   | Total         |
|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Diesel (L)     | 4.240 | 5.309  | 8.469  | 7.241  | 5.539  | <b>30.798</b> |
| CO2 (kg)       | 9.650 | 12.002 | 18.990 | 16.596 | 12.328 | <b>69.566</b> |
| CO (kg)        | 51    | 58     | 88     | 85     | 55     | <b>336</b>    |
| HC (kg)        | 14    | 14     | 20     | 22     | 12     | <b>82</b>     |
| Nox (kg)       | 62    | 65     | 96     | 100    | 58     | <b>382</b>    |
| Partikler (kg) | 0,7   | 0,7    | 1,1    | 1,1    | 0,7    | <b>4</b>      |

I projektbeskrivelsens fodringsplan er det antaget, at der i perioden 2025-2039 skal indbygges 3,1 gange så meget sand som i den teoretiske femårs periode hvilket giver et samlet estimeret brændstofforbrug og emissioner til transport ved mobilisering, demobilisering og tilsyn som vist i Tabel 1-11.

Tabel 1-11. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved mobilisering, demobilisering, transport mellem kampagner og tilsyn for perioden 2025-2039.

|             | Total   |
|-------------|---------|
| Diesel (L)  | 95.500  |
| CO2 (kg)    | 215.700 |
| CO (kg)     | 1.040   |
| NOx (kg)    | 250     |
| HC+NOx (kg) | 1.180   |
| PM (kg)     | 13      |

## 1.3 Entreprenørmaskiners brændstofforbrug og emissioner ved strandfodring

Entreprenørmaskiner bruges ved strandfodring, hvor sand pumpes fra sandsuger, via rørledning ind på stranden. Processen kan idealiseret opdeles i fire faser:

1. Opbygning af landrør
2. Skib til- og frakobler landrør
3. Pumpning af sand til strand gennem landrør
4. Nedtagning af rørledning

Den anvendte rørledning består af en havledning, der fragtes til stranden via af to slæbebåde. Denne sættes sammen med landrør der består af 12 m lange rørsegmenter. Ved opbygningen af landrøret benyttes en gravemaskine og gummiged. Gummigeden fragter de enkelte rørsegmenter

fra opmagasinering og ned på stranden. Gravemaskinen løfter rørsegmenterne og positionerer dem, så landrøret kan opbygges. Selve monteringen af rørsegmenter sker ved håndkraft.

Landrøret opbygges løbende efterhånden som sandsugeren tilkobler havledningen og pumpe sand ind på stranden. Hvis ikke sandsugeren ved egen hjælp kan tilkoble havledningen, kan den assisteres af en slæbebåd. Sandsugeren kan nu pumpe sand ind på stranden.

Efter sandet er pumpet ind på stranden, skal landrøret tages ned, før den kan flyttes til en ny location. Nedtagningen foretages ved, at rørsegmenterne flyttes med en gummiged og kørsers til mellemoplæg, før det køres væk på en blokvogn. Havledningen sejles efterfølgende væk.

Forberedelsen til strandfodringen tager ca. et døgn, og omfatter tilkørsel af rørsegmenter til stranden, hvor arbejdet foregår. Pumpning af sand og løbende samling og flytning af rørsegmenter tager ca. 14 døgn pr. km. Indsamling af rørsegmenter efter endt strandfodring tager en dags arbejde, og tilretning af stranden efter at sandet er pumpet ind, tager ca. en dag.

### 1.3.1 Opbygning og nedtagning af landrør

I det følgende beskrives arbejdsprocessen for entreprenørmaskinerne med opsætning og nedtagning af landrøret.

Landrøret består af individuelle rørsegmenter på 12 m, der skrues sammen til en maksimal længde på 1 km fra ilandsføringspunktet. I alt vil landrøret på land bestå af 84 rør på en én km strækning. I Tabel 1-8 er entreprenørmaskinernes motoreffekt, lastvolumen og løfteevne skematisk opstillet.

#### Gravemaskine:

Idealiseret set antages, at gravemaskinen til at opbygge et landrør på én km skal køre en afstand på minimum landrørets længde to gange. En gang ud og en gang tilbage til opmagasineringslokaliteten. Der vil være et yderligere bidrag til kørsel i forbindelse serviceeftersyn m.m., der kan kræve at maskinen køres tilbage til arbejdspladsen. Desuden, vil maskinen manøvre mere rundt i forbindelse med arbejdet udover blot at køre langs landrøret to gange. Derfor opjusteres kørselsbehovet med en faktor to.

I det landrøret opbygges, monteres rørsegmenter et ad gangen. Det antages, at rørsegmenter er udlagt langs landrørets tracé, og ligger så gravemaskinen kan samle det op og løfte det på plads, uden at den skal køre et langt stykke for at hente rørsegmentet.

Det anslås, at gravemaskinen i gennemsnit bruger 15 minutter på at flytte sand, lægge og stabilisere røret. Tiden for at gennemføre denne operation er behæftet med usikkerhed, og flere variable er relevante at tage i betragtning, særligt personalets erfaring.

#### Gummiged:

Til at udlægge rørene langs ruten benyttes gummigeden, der transporterer dem ud på ruten til gravemaskinen. I tillæg benyttes gummigeden ved tankning af gravemaskinen til transport af en tank med diesel.

Tabel 1-12. Nøgletal for entreprenørmaskiner ved opsætning og nedtagning af landrør.

| Parameter                                                   | Størrelse |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Længde rørsegment (m)                                       | 12        |
| Antal rørsegmenter per km. landrør (stk.)                   | 84        |
| Gravemaskines tid til installation af rør (min)             | 15        |
| Gummigeds tid til at opsamle eller afsætte rørsegment (min) | 3         |
| Gennemsnitlig motorydelse gummiged (%)                      | 50        |
| Gennemsnitlig motorydelse Gravemaskine (%)                  | 50        |
| Hastighed gravemaskine (km/t)                               | 5         |
| Hastighed gummiged, transport af rørsegmenter (km/t)        | 10        |
| Hastighed gummiged, afretning af strand (km/t)              | 8         |

Uanset maskine antages det, at tomgang udgør 20% af tiden, som kommer i tillæg til den effektive arbejdstid, og som har en motorydelse på 10 %.

Efter endt strandfodring afrettes stranden med en gummiged, og her antages værdierne, som det fremgår af Tabel 1-13. Stranden afrettes for at fjerne evt. spor efter entreprenørmaskinerne og udjævne det indpumpet sand.

Tabel 1-13. Gummigeds arbejde ved afretning af strand.

| Parameter          | Størrelse     |
|--------------------|---------------|
| Løbende meter      | 8000 m/time   |
| Banebredde         | 2,7 m         |
| Strandbredde       | 100 m         |
| Tid                | 6,25 timer/km |
| Middel motorydelse | 50 %          |

### 1.3.2 Entreprenørmaskiners tid, brændstofforbrug og emissioner ved 1 km landrør

Med udgangspunkt i antagelserne fra forrige afsnit kan den samlede effektive tid brugt af entreprenørmaskinerne på opbygning og nedtagning af en km landrørret samt arbejdsplads, opgøres som vist i Tabel 1-14.

Tabel 1-14. Tid, brændstofforbrug og tilhørende emissioner for entreprenørmaskiner pr. km landrør ved strandfodring.

| Maskine      | Tid (t) | Brændstof (L) | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg) | HC (kg) | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|--------------|---------|---------------|----------------------|---------|---------|----------------------|----------------|
| Gravemaskine | 22,6    | 52            | 135                  | 1,8     | 0,1     | 1,0                  | 0,0            |
| Gummiged     | 38,6    | 383           | 1.004                | 13,2    | 0,7     | 7,5                  | 0,1            |

### 1.3.3 Entreprenørmaskiners brændstofforbrug og emissioner ved strandfodring i femårsperioden

Med udgangspunkt i projektbeskrivelsens kampagneplan for strandfodring (Tabel 4-3) kan den samlede emission i femårsperioden opgøres som opsummeret i Tabel 1-15. Det er antaget at der fodres 5 km kyststrækning med strandfodring per kampagne for hver hovedstrækning jf., projektbeskrivelsens Tabel 4-8.

Tabel 1-15. Brændstofforbrug og tilhørende emissioner for entreprenørmaskiner ved strandfodring for femårs-perioden.

| Hovedstrækning                           | Brændstof (L) | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg) | HC (kg) | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|------------------------------------------|---------------|----------------------|---------|---------|----------------------|----------------|
| <b>Agger Tange</b>                       | 6,930         | 18,150               | 240     | 13      | 140                  | 2              |
| <b>Harboøre Tange</b>                    | 3,460         | 9,070                | 120     | 6       | 70                   | 1              |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint</b> | 6,930         | 18,150               | 240     | 13      | 140                  | 2              |
| <b>Trans - Thorsminde</b>                | 10,390        | 27,220               | 360     | 19      | 200                  | 3              |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage</b>   | 6,930         | 18,150               | 240     | 13      | 140                  | 2              |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig</b>    | 3,460         | 9,070                | 120     | 6       | 70                   | 1              |
| <b>Ndr. Holmsland Tange</b>              | 3,460         | 9,070                | 120     | 6       | 70                   | 1              |
| <b>Sdr. Holmsland Tange</b>              | 10,020        | 26,260               | 350     | 19      | 200                  | 2              |
| <b>Total</b>                             | 51,580        | 135,140              | 1,780   | 96      | 1,020                | 13             |

#### 1.3.4 Entreprenørmaskiners brændstofforbrug og emissioner ved strandfodring fra 2025-2039

I projektbeskrivelsens fodringsplan er det antaget, at der i perioden 2025-2039 skal indbygges 3,1 gange så meget sand som i den teoretiske femårs periode. Den samlede udledning frem til 2039 bliver da som vist i Tabel 1-16.

Tabel 1-16. Entreprenørmaskiners brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2039 ved strandfodring.

| Hovedstrækning                           | Brændstof (L) | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg) | HC (kg) | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|------------------------------------------|---------------|----------------------|---------|---------|----------------------|----------------|
| <b>Agger Tange</b>                       | 21,483        | 56,265               | 744     | 40      | 434                  | 5              |
| <b>Harboøre Tange</b>                    | 10,726        | 28,117               | 372     | 19      | 217                  | 3              |
| <b>Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint</b> | 21,483        | 56,265               | 744     | 40      | 434                  | 5              |
| <b>Trans - Thorsminde</b>                | 32,209        | 84,382               | 1,116   | 59      | 620                  | 8              |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage</b>   | 21,483        | 56,265               | 744     | 40      | 434                  | 5              |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig</b>    | 10,726        | 28,117               | 372     | 19      | 217                  | 3              |
| <b>Ndr. Holmsland Tange</b>              | 10,726        | 28,117               | 372     | 19      | 217                  | 3              |
| <b>Sdr. Holmsland Tange</b>              | 31,062        | 81,406               | 1,085   | 59      | 620                  | 8              |
| <b>Total</b>                             | 159,898       | 418,934              | 5,518   | 298     | 3,162                | 39             |

#### 1.4 Sandsugeres ressourceforbrug

Til estimering af sandsugernes ressourceforbrug er der estimeret et ressourceforbrug for en sandsuger, som er modelleret i SHIP-DESMO<sup>1</sup>. Der er i denne model estimeret forbrug i tom tilstand og fuld lastet tilstand. Estimaterne er lavet for skibe med forskellige størrelser svarende til de skibe, der ventes potentielt at blive anvendt i forbindelse med kystbeskyttelsen.

De anvendte skibes størrelser og det tilsvarende afledte brændstofforbrug og emissioner er vist i Tabel 1-17. Overordnet ses et øget forbrug ved et større skib. Det ses også, at skibene er designet til at yde bedst (dvs. mest økonomisk) i lastet tilstand, hvor dets hastighed er lavere end i tom tilstand.

Tabel 1-17. Sandsugeres brændstofforbrug og emissioner ved sejlads i tom og lastet tilstand, samt ved losning.

|                             | Lille<br>2.000<br>m <sup>3</sup> |        |         | Mellem<br>6.000<br>m <sup>3</sup> |        |         | Stor<br>12.000<br>m <sup>3</sup> |        |         |
|-----------------------------|----------------------------------|--------|---------|-----------------------------------|--------|---------|----------------------------------|--------|---------|
|                             | Tom                              | Lastet | Losning | Tom                               | Lastet | Losning | Tom                              | Lastet | Losning |
| Brændstofforbrug (ton/time) | 0,14                             | 0,13   | 0,13    | 0,31                              | 0,27   | 0,27    | 0,53                             | 0,48   | 0,48    |
| CO <sub>2</sub> (ton/time)  | 0,45                             | 0,41   | 0,41    | 1,00                              | 0,86   | 0,86    | 1,71                             | 1,55   | 1,55    |
| NO <sub>x</sub> (kg/time)   | 7,13                             | 6,48   | 6,48    | 15,76                             | 13,49  | 13,49   | 26,91                            | 24,46  | 24,46   |
| SO <sub>x</sub> (kg/time)   | 0,30                             | 0,27   | 0,27    | 0,66                              | 0,56   | 0,56    | 1,12                             | 1,02   | 1,02    |
| CO (kg/time)                | 0,37                             | 0,34   | 0,34    | 0,82                              | 0,70   | 0,70    | 1,40                             | 1,27   | 1,27    |
| HC (kg/time)                | 0,37                             | 0,34   | 0,34    | 0,82                              | 0,70   | 0,70    | 1,40                             | 1,27   | 1,27    |
| Partikler (kg/time)         | 0,20                             | 0,18   | 0,18    | 0,44                              | 0,38   | 0,38    | 0,75                             | 0,69   | 0,69    |

## 1.5 Sandsugerens brændstofforbrug og emissioner ved indvinding.

Til indvinding af sand vil de anvendte skibes størrelser, maksimale lastvolumen og tid hvor der indvindes have en indflydelse på brændstofforbruget og emissionerne. Mængden af sand der i alt skal indvindes for en teoretisk fordringsplan over fem år, fremgår af projektbeskrivelsens Tabel 4-3.

Der vil som udgangspunkt blive benyttet de tre forskellige skibsstørrelser, hvis specifikationer fremgår af projektbeskrivelsens Tabel 1-7.

Sandsugernes brændstofforbrug og emissioner ved indvinding er estimeret og resultaterne er opsummeret for hvert af de anvendte skibe i sektion 1.5.1 i femårsperioden og i sektion 1.5.2 i perioden 2025-2039.

De tre skibes afledte brændstofforbrug når de er tomme, lastet eller under losning er vist i Tabel 1-17. Overordnet ses et øget forbrug ved et større skib. Det ses også, at skibene er designet til at yde bedst (dvs. mest økonomisk) i lastet tilstand, hvor dets hastighed er lavere end i tom tilstand. For at tilgå et konservativt estimat er der i udregningerne benyttet skibes afledte brændstofforbrug når de er tomme.

De tre skibes emissioner ved indvinding tager udgangspunkt i emissionsrater fra SHIP-DESMO ref.<sup>1</sup> og vist Tabel 1-2. Emissionsraterne refererer i Tabel 1-2 til slæbebåden, men er generelle faktorer der er knyttet til den kemiske reaktion for en forbrændingsmotor der omsætter marint diesel.

I det følgende beskrives hvordan udregningen er foretaget for brændstofforbrug og emissioner ved indvinding for en stor sandsuger.

Fra fordringsmængderne i projektbeskrivelsen Tabel 4-3 og den store sandsugers maksimale lastvolumen og indvindingstiden vist i projektbeskrivelsens Tabel 1-7, kan tiden til indvinding af sand udregnes. I denne tid vil skibet bevæge sig rundt i indvindingsområdet ved lav hastighed og suge sand, hvorved der vil være et brændstofforbrug. Tiden bestemmes som vist nedenfor

$$\text{Sandsugning (timer)} = \frac{\text{Fodringsmængde (m}^3\text{)}}{\text{Maks. lastvolumen af sand, fastmål (m}^3\text{)}} \cdot \text{Indvinding (min)} \cdot \frac{1}{60 \text{ (min)}}$$

og indvindingstiden for hver hovedstrækning og den totale for en stor sandsuger vises i Tabel 1-18.

Tabel 1-18. Sandsuger (Stor) - indvindingstid per år for de forskellige strækninger angivet i timer i perioden fra 2025-2029 ved indvinding.

| Hovedstrækning                           | År 1       | År 2       | År 3       | År 4       | År 5       | Total        |
|------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| <b>Agger Tange</b>                       | 237        | 0          | 0          | 37         | 46         | <b>320</b>   |
| <b>Harboøre Tange</b>                    | 100        | 73         | 0          | 0          | 91         | <b>265</b>   |
| <b>Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint</b> | 164        | 110        | 110        | 110        | 0          | <b>493</b>   |
| <b>Trans - Thorsminde</b>                | 0          | 210        | 119        | 192        | 146        | <b>667</b>   |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage</b>   | 55         | 110        | 0          | 46         | 46         | <b>256</b>   |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig</b>    | 146        | 0          | 0          | 0          | 91         | <b>237</b>   |
| <b>Ndr. Holmsland Tange</b>              | 0          | 0          | 55         | 73         | 0          | <b>128</b>   |
| <b>Sdr. Holmsland Tange</b>              | 0          | 164        | 402        | 183        | 256        | <b>1.005</b> |
| <b>Total</b>                             | <b>703</b> | <b>667</b> | <b>685</b> | <b>639</b> | <b>676</b> | <b>3.370</b> |

Ved at multiplicerer tiden til indvinding med forbruget af brændstof per tid og emissionsmængder per tid, kan brændstofforbruget udregnes.

Udregningen af brændstofforbruget i kilogram og liter for indvinding af sand er vist nedenfor, hvor 0,83 kg/L er massefylden for diesel.

$$\text{Brændstofforbruget (kg)} = \text{Sandsugning (timer)} \cdot \text{Brændstofforbrug (Ton/time)} \cdot 1.000$$

$$\text{Brændstofforbruget (L)} = \text{Sandsugning (timer)} \cdot \text{Brændstofforbrug (Ton/time)} \cdot \frac{1}{0.83 \text{ (kg/L)}} \cdot 1.000$$

Det samlede forbrug per hovedstrækning og total i femårsperioden for en stor sandsuger er vist i Tabel 1-19 nedenfor.

Tabel 1-19. Sandsuger (Stor) - Brændstofforbrug per år for de forskellige strækninger angivet i liter i perioden fra 2025-2029 ved indvinding.

| Hovedstrækning                           | År 1           | År 2           | År 3           | År 4           | År 5           | Total            |
|------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| <b>Agger Tange</b>                       | 152.000        | 0              | 0              | 23.000         | 29.000         | <b>205.000</b>   |
| <b>Harboøre Tange</b>                    | 64.000         | 47.000         | 0              | 0              | 59.000         | <b>170.000</b>   |
| <b>Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint</b> | 105.000        | 70.000         | 70.000         | 70.000         | 0              | <b>316.000</b>   |
| <b>Trans - Thorsminde</b>                | 0              | 135.000        | 76.000         | 123.000        | 94.000         | <b>428.000</b>   |
| <b>Thorsminde – Husby Klitplantage</b>   | 35.000         | 70.000         | 0              | 29.000         | 29.000         | <b>164.000</b>   |
| <b>Husby Klitplantage – Søndervig</b>    | 94.000         | 0              | 0              | 0              | 59.000         | <b>152.000</b>   |
| <b>Ndr. Holmsland Tange</b>              | 0              | 0              | 35.000         | 47.000         | 0              | <b>82.000</b>    |
| <b>Sdr. Holmsland Tange</b>              | 0              | 105.000        | 258.000        | 117.000        | 164.000        | <b>645.000</b>   |
| <b>Total</b>                             | <b>451.000</b> | <b>428.000</b> | <b>439.000</b> | <b>410.000</b> | <b>434.000</b> | <b>2.162.000</b> |

Givet udregningen af brændstofforbruget hvorved skibet indvinder sand i indvindingsområdet vist i Tabel 1-19, kan emissionerne udregnes ud fra skibets emissionsrater (Tabel 1-2).

Udregningen af emissionerne hvorved skibet indvinder sand i indvindingsområdet er vist nedenfor specifikt for fodringsmængderne ved Agger Tange i År 1. Her er vist hvorledes CO<sub>2</sub> emissionen udregnes hvor faktor 1000 er for omregning af enhederne:

$$\text{CO}_2 \text{ emission (kg)} = \text{Brændstofforbruget (kg)} \cdot \text{CO}_2 \text{ emissionsrate (g/kg)} \cdot \frac{1}{1.000}$$

Ved indsættelse af brændstofforbruget og den ønskede emissionsrate fås nedenstående emissioner af CO<sub>2</sub> for den store sandsuger, se Tabel 1-20.

Tabel 1-20. Sandsuger (Stor) – Emission (CO<sub>2</sub>) per år for de forskellige strækninger angivet i kg i femårsperioden ved indvinding.

| Hovedstrækning                    | År 1             | År 2             | År 3             | År 4             | År 5             | Total            |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Agger Tange                       | 405.000          | 0                | 0                | 62.000           | 78.000           | <b>546.000</b>   |
| Harbøre Tange                     | 172.000          | 125.000          | 0                | 0                | 156.000          | <b>452.000</b>   |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 281.000          | 187.000          | 187.000          | 187.000          | 0                | <b>842.000</b>   |
| Trans - Thorsminde                | 0                | 359.000          | 203.000          | 327.000          | 249.000          | <b>1.138.000</b> |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 94.000           | 187.000          | 0                | 78.000           | 78.000           | <b>437.000</b>   |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 249.000          | 0                | 0                | 0                | 156.000          | <b>405.000</b>   |
| Ndr. Holmsland Tange              | 0                | 0                | 94.000           | 125.000          | 0                | <b>218.000</b>   |
| Sdr. Holmsland Tange              | 0                | 281.000          | 686.000          | 312.000          | 437.000          | <b>1.715.000</b> |
| <b>Total</b>                      | <b>1.201.000</b> | <b>1.138.000</b> | <b>1.169.000</b> | <b>1.092.000</b> | <b>1.154.000</b> | <b>5.754.000</b> |

Udregningen af de øvrige emissioner vist i Tabel 1-2 er foretaget på samme vis som for CO<sub>2</sub> men med den rette emissionsrate.

#### 1.5.1 Brændstofforbrug og emissioner ved indvinding i femårsperioden

Med udgangspunkt i projektbeskrivelsens kampagneplan for strandfodring, ref.<sup>7</sup> (Tabel 4-3) kan den samlede emission i femårsperioden opgøres for hver sandsuger (Tabel 1-21, Tabel 1-22 og Tabel 1-23) og den opsummerende i Tabel 1-24.

Tabel 1-21. Sandsuger (Lille) - Brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2029 ved indvinding.

| Hovedstrækning                    | Brændstof (L)    | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)      | HC (kg)      | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|--------------|--------------|----------------------|----------------|
| Agger Tange                       | 229.000          | 609.000              | 500          | 500          | 12.013               | 266            |
| Harboøre Tange                    | 190.000          | 505.000              | 400          | 414          | 9.953                | 220            |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 353.000          | 940.000              | 800          | 771          | 18.534               | 411            |
| Trans - Thorsminde                | 478.000          | 1.271.000            | 1.000        | 1.043        | 25.055               | 555            |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 183.000          | 488.000              | 400          | 400          | 9.610                | 213            |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 170.000          | 453.000              | 400          | 371          | 8.924                | 198            |
| Ndr. Holmsland Tange              | 92.000           | 244.000              | 200          | 200          | 4.805                | 106            |
| Sdr. Holmsland Tange              | 720.000          | 1.915.000            | 1.600        | 1.571        | 37.754               | 836            |
| <b>Total</b>                      | <b>2.414.000</b> | <b>6.425.000</b>     | <b>5.300</b> | <b>5.270</b> | <b>126.649</b>       | <b>2.806</b>   |

Tabel 1-22. Sandsuger (Mellem) - Brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2029 ved indvinding.

| Hovedstrækning                    | Brændstof (L)    | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)      | HC (kg)      | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|--------------|--------------|----------------------|----------------|
| Agger Tange                       | 187.000          | 498.000              | 400          | 409          | 9.818                | 217            |
| Harboøre Tange                    | 155.000          | 413.000              | 300          | 339          | 8.135                | 180            |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 289.000          | 768.000              | 600          | 630          | 15.148               | 336            |
| Trans - Thorsminde                | 390.000          | 1.039.000            | 900          | 852          | 20.478               | 454            |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 150.000          | 398.000              | 300          | 327          | 7.854                | 174            |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 139.000          | 370.000              | 300          | 304          | 7.293                | 162            |
| Ndr. Holmsland Tange              | 75.000           | 199.000              | 200          | 163          | 3.927                | 87             |
| Sdr. Holmsland Tange              | 588.000          | 1.565.000            | 1.300        | 1.284        | 30.857               | 684            |
| <b>Total</b>                      | <b>1.973.000</b> | <b>5.251.000</b>     | <b>4.300</b> | <b>4.307</b> | <b>103.511</b>       | <b>2.293</b>   |

Tabel 1-23. Sandsuger (Stor) - Brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2029 ved indvinding.

| Hovedstrækning                    | Brændstof (L)    | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)      | HC (kg)      | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|--------------|--------------|----------------------|----------------|
| Agger Tange                       | 205.000          | 546.000              | 400          | 448          | 10.758               | 238            |
| Harboøre Tange                    | 170.000          | 452.000              | 400          | 371          | 8.914                | 197            |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 316.000          | 842.000              | 700          | 691          | 16.599               | 368            |
| Trans - Thorsminde                | 428.000          | 1.138.000            | 900          | 934          | 22.439               | 497            |
| Thorsminde - Husby Klitplantage   | 164.000          | 437.000              | 400          | 358          | 8.607                | 191            |
| Husby Klitplantage - Søndervig    | 152.000          | 405.000              | 300          | 333          | 7.992                | 177            |
| Ndr. Holmsland Tange              | 82.000           | 218.000              | 200          | 179          | 4.303                | 95             |
| Sdr. Holmsland Tange              | 645.000          | 1.715.000            | 1.400        | 1.407        | 33.812               | 749            |
| <b>Total</b>                      | <b>2.162.000</b> | <b>5.754.000</b>     | <b>4.700</b> | <b>4.720</b> | <b>113.425</b>       | <b>2.513</b>   |

De totale mængder af brændstofforbrug og tilhørende emissioner for sandsugerne ved indvinding perioden fra 2025-2029 er opsummeret i Tabel 1-24.

Tabel 1-24. Sandsugernes brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2029 ved indvinding efter størrelse.

| Sandsuger | Brændstof (L) | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg) | HC (kg) | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|-----------|---------------|----------------------|---------|---------|----------------------|----------------|
| Lille     | 2.414.000     | 6.425.000            | 5.300   | 5.270   | 126.649              | 2.806          |
| Mellem    | 1.973.000     | 5.251.000            | 4.300   | 4.307   | 103.511              | 2.293          |
| Stor      | 2.162.000     | 5.754.000            | 4.700   | 4.720   | 113.425              | 2.513          |

Det ses at den mellemste sandsuger er den der forbrænder mindst brændstof og udleder mindst emissionsgasser. Den mindste sandsuger er derimod den der forbrænder mest brændstof og udleder mest emissionsgasser.

### 1.5.2

#### Brændstofforbrug og emissioner ved indvinding fra 2025-2039

I projektbeskrivelsens fodringsplan, ref.<sup>7</sup>, er det antaget, at der i perioden 2025-2039 skal indbygges 3,1 gange så meget sand som i den teoretiske femårs periode. Dette giver et samlet estimeret brændstofforbrug og emissioner til indvinding af sand med sandsugeren som vist i tabellerne nedenfor for hver sandsuger pr. hovedstrækning (Tabel 1-25, Tabel 1-26 og Tabel 1-27) og den opsummerende Tabel 1-28.

Tabel 1-25. Sandsuger (Lille) – Brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2039 ved indvinding.

| Hovedstrækning                    | Brændstof (L)    | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)       | HC (kg)       | Nox (kg)       | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Agger Tange                       | 709.900          | 1.887.900            | 1.550         | 1.550         | 37.240         | 825            |
| Harboøre Tange                    | 589.000          | 1.565.500            | 1.240         | 1.283         | 30.854         | 682            |
| Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint | 1.094.300        | 2.914.000            | 2.480         | 2.390         | 57.455         | 1.274          |
| Trans – Thorsminde                | 1.481.800        | 3.940.100            | 3.100         | 3.233         | 77.671         | 1.721          |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 567.300          | 1.512.800            | 1.240         | 1.240         | 29.791         | 660            |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 527.000          | 1.404.300            | 1.240         | 1.150         | 27.664         | 614            |
| Ndr. Holmsland Tange              | 285.200          | 756.400              | 620           | 620           | 14.896         | 329            |
| Sdr. Holmsland Tange              | 2.232.000        | 5.936.500            | 4.960         | 4.870         | 117.037        | 2.592          |
| <b>Total</b>                      | <b>7.483.400</b> | <b>19.917.500</b>    | <b>16.430</b> | <b>16.337</b> | <b>392.612</b> | <b>8.699</b>   |

Tabel 1-26. Sandsuger (Mellem) – Brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2039 ved indvinding.

| Hovedstrækning                    | Brændstof (L)    | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)       | HC (kg)       | Nox (kg)       | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Agger Tange                       | 579.700          | 1.543.800            | 1.240         | 1.268         | 30.436         | 673            |
| Harboøre Tange                    | 480.500          | 1.280.300            | 930           | 1.051         | 25.219         | 558            |
| Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint | 895.900          | 2.380.800            | 1.860         | 1.953         | 46.959         | 1.042          |
| Trans – Thorsminde                | 1.209.000        | 3.220.900            | 2.790         | 2.641         | 63.482         | 1.407          |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 465.000          | 1.233.800            | 930           | 1.014         | 24.347         | 539            |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 430.900          | 1.147.000            | 930           | 942           | 22.608         | 502            |
| Ndr. Holmsland Tange              | 232.500          | 616.900              | 620           | 505           | 12.174         | 270            |
| Sdr. Holmsland Tange              | 1.822.800        | 4.851.500            | 4.030         | 3.980         | 95.657         | 2.120          |
| <b>Total</b>                      | <b>6.116.300</b> | <b>16.278.100</b>    | <b>13.330</b> | <b>13.352</b> | <b>320.884</b> | <b>7.108</b>   |

Tabel 1-27. Sandsuger (Stor) – Brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2039 ved indvinding.

| Hovedstrækning                    | Brændstof (L)    | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)       | HC (kg)       | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------------|----------------|
| Agger Tange                       | 635.500          | 1.692.600            | 1.240         | 1.389         | 33.350               | 738            |
| Harboøre Tange                    | 527.000          | 1.401.200            | 1.240         | 1.150         | 27.633               | 611            |
| Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint | 979.600          | 2.610.200            | 2.170         | 2.142         | 51.457               | 1.141          |
| Trans – Thorsminde                | 1.326.800        | 3.527.800            | 2.790         | 2.895         | 69.561               | 1.541          |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 508.400          | 1.354.700            | 1.240         | 1.110         | 26.682               | 592            |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 471.200          | 1.255.500            | 930           | 1.032         | 24.775               | 549            |
| Ndr. Holmsland Tange              | 254.200          | 675.800              | 620           | 555           | 13.339               | 295            |
| Sdr. Holmsland Tange              | 1.999.500        | 5.316.500            | 4.340         | 4.362         | 104.817              | 2.322          |
| <b>Total</b>                      | <b>6.702.200</b> | <b>17.837.400</b>    | <b>14.570</b> | <b>14.632</b> | <b>351.618</b>       | <b>7.790</b>   |

De totale mængder af brændstofforbrug og tilhørende emissioner for sandsugerne ved indvinding perioden fra 2025-2039 er opsummeret i Tabel 1-47.

Tabel 1-28. Sandsugers brændstofforbrug og emissioner i perioden 2025-2039 ved indvinding.

| Sandsuger | Brændstof (L) | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg) | HC (kg) | NO <sub>x</sub> (kg) | Partikler (kg) |
|-----------|---------------|----------------------|---------|---------|----------------------|----------------|
| Lille     | 7.483.400     | 19.917.500           | 16.430  | 16.337  | 392.612              | 8.699          |
| Mellem    | 6.116.300     | 16.278.100           | 13.330  | 13.352  | 320.884              | 7.108          |
| Stor      | 6.702.200     | 17.837.400           | 14.570  | 14.632  | 351.618              | 7.790          |

Det ses at den mellemste sandsuger er den der forbrænder mindst brændstof og udleder mindst emissionsgasser. Den mindste sandsuger er derimod den der forbrænder mest brændstof og udleder mest emissionsgasser ved indvinding.

## 1.6 Sandsugeres brændstofforbrug og emissioner ved transport og losning af sand

Med informationerne i Tabel 1-17 og den overordnede plan for den teoretiske kystbeskyttelse over en femårs periode som beskrevet i projektbeskrivelsen, kan brændstofforbruget for en sandsuger estimeres for hver strækning ved hhv. kystnær fodring, strandfodring og summen heraf. Ud fra den teoretiske fodringsplan over en femårsperiode fås at 40% af alt sandet leveres som strandfodring, mens de resterende 60% leveres som kystnær fodring. For sandsugeren, er der begrænset forskel i motorydelse og sejlads mellem kystnær fodring og strandfodring, hvorfor der er regnet et totalt forbrug og emissioner til transport og losning af sand som derefter er delt op i hhv. kystnær fodring og strandfodring.

Fra projektbeskrivelsens Tabel 4-3 kendes sandmængderne per strækning, og fra Tabel 4-8 kendes fordelingen af sand fra de forskellige indvindingsområder per strækning. Hermed kan det kortlægges, hvor mange kilometer den enkelte sandsuger skal sejle per tur for hver strækning (en vej). Dette er opsummeret i Tabel 1-29.

Tabel 1-29. Opmålte sejlafstande i km fra indvindingsområde til strækninger, hvor der leveres sand.

| Hovedstrækning           | Agger Tange | Harbøre Tange | Vrist - Ferring | Bovbjerg Klint | Trans - Thorsminde | Thorsminde - Husby Klitplantage | Husby Klitplantage - Søndervig | Ndr. Holmsland Tange | Sdr. Holmsland Tange |
|--------------------------|-------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Lodbjerg A               | 21          | 27            |                 |                |                    |                                 |                                |                      |                      |
| Lodbjerg B*              | 27          | 35            |                 |                |                    |                                 |                                |                      |                      |
| Thyborøn (nr., 562-PA)   | 17          | 16            |                 |                |                    |                                 |                                |                      |                      |
| Thyborøn A (nr., 562-AE) | 13          | 8             |                 |                |                    |                                 |                                |                      |                      |
| Ferring (nr., 562-AD)    |             | 19            | 13              | 0              | 12                 | 22                              |                                |                      |                      |
| Husby Klit (nr., 578-AA) |             |               |                 |                |                    |                                 | 10                             | 5                    | 24                   |
| Thyborøn Fyrlinier       | 0           |               |                 |                |                    |                                 |                                |                      |                      |
| Hvide Sande Revle Nord   |             |               |                 |                |                    |                                 |                                |                      | 0                    |

Afhængig af hvilken størrelse sandsuger der vælges, kan antallet af ture, sandsugerne skal sejle for at gennemføre en kampagne på en strækning, beregnes. Der tages udgangspunkt i en stor (12.000 m<sup>3</sup>) sandsuger med et lastvolumen på 7300 m<sup>3</sup> fastmål.

Tabel 1-30. Den gennemsnitlige sejlafstand i km per en-vejs tur per strækning, når afstanden og andelen af sand mellem hvert område tages i regning.

| Hovedstrækning                 | Agger Tange | Harbøre Tange | Vrist - Ferring | Bovbjerg klint | Trans - Thorsminde | Thorsminde - Husby Klitplantage | Husby Klitplantage - Søndervig | Ndr. Holmsland Tange | Sdr. Holmsland Tange |
|--------------------------------|-------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Midlet sejlafstand (km pr tur) | 18,0        | 15,5          | 13,0            | -              | 12,0               | 19,4                            | 10,0                           | 5,0                  | 20,9                 |

Det samlede antal ture for en stor sandsuger er vist i Tabel 1-31. En tur er lig en last.

Tabel 1-31. Samlet antal ture (tom og lastet) per strækning i de fem kampagne år.

| Hovedstrækning | Agger Tange | Harboøre Tange | Vrist - Ferring | Bovbjerg klint | Trans - Thorsminde | Thorsminde - Husby Klitplantage | Husby Klitplantage - Søndervig | Ndr. Holmsland Tange | Sdr. Holmsland Tange |
|----------------|-------------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| År 1           | 178         | 75             | 123             | 0              | 0                  | 41                              | 110                            | 0                    | 0                    |
| År 2           | 0           | 55             | 82              | 0              | 158                | 82                              | 0                              | 0                    | 123                  |
| År 3           | 0           | 0              | 82              | 0              | 89                 | 0                               | 0                              | 41                   | 301                  |
| År 4           | 27          | 0              | 82              | 0              | 144                | 34                              | 0                              | 55                   | 137                  |
| År 5           | 34          | 68             | 0               | 0              | 110                | 34                              | 68                             | 0                    | 192                  |

Tages antallet af ture i regning med sandsugerens gennemsnitsfart i hhv. fuld lastet og tom tilstand, og sejlafstand, fås tiden brugt af sandsugeren på sejlads. Dette er opsummeret i Tabel 1-32 og Tabel 1-33.

Tabel 1-32. Sejltilid tom tilstand i timer.

| Sejltilid Tom (timer) | Agger Tange | Harboøre Tange | Vrist - Ferring | Bovbjerg klint | Trans - Thorsminde | Thorsminde - Husby Klitplantage | Husby Klitplantage - Søndervig | Ndr. Holmsland Tange | Sdr. Holmsland Tange |
|-----------------------|-------------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| År 1                  | 112         | 41             | 56              | -              | -                  | 28                              | 38                             | -                    | -                    |
| År 2                  | -           | 30             | 37              | -              | 66                 | 56                              | -                              | -                    | 90                   |
| År 3                  | -           | -              | 37              | -              | 37                 | -                               | -                              | 7                    | 220                  |
| År 4                  | 17          | -              | 37              | -              | 60                 | 23                              | -                              | 10                   | 100                  |
| År 5                  | 22          | 37             | -               | -              | 46                 | 23                              | 24                             | -                    | 140                  |

Tabel 1-33. Sejltilid fuld lastet tilstand i timer.

| Sejltilid fuldtlastet (timer) | Agger Tange | Harboør Tange | Vrist - Ferring | Bovbjerg klint | Trans - Thorsminde | Thorsminde - Husby Klitplantage | Husby Klitplantage - Søndervig | Ndr, Holmsland Tange | Sdr, Holmsland Tange |
|-------------------------------|-------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| År 1                          | 124         | 45            | 62              | -              | -                  | 31                              | 43                             | -                    | -                    |
| År 2                          | -           | 33            | 41              | -              | 73                 | 62                              | -                              | -                    | 100                  |
| År 3                          | -           | -             | 41              | -              | 41                 | -                               | -                              | 8                    | 244                  |
| År 4                          | 19          | -             | 41              | -              | 67                 | 26                              | -                              | 11                   | 111                  |
| År 5                          | 24          | 41            | -               | -              | 51                 | 26                              | 27                             | -                    | 155                  |

Foruden sejltilid skal skibe også losse, og tiden brugt hertil er opsummeret i Tabel 1-34.

Tabel 1-34. Tid brugt på losning ved strandfodring og kystnær fodring i timer.

| Total losningstid (timer) | Agger Tange | Harboør Tange | Vrist - Ferring | Bovbjerg klint | Trans - Thorsminde | Thorsminde - Husby Klitplantage | Husby Klitplantage - Søndervig | Ndr, Holmsland Tange | Sdr, Holmsland Tange |
|---------------------------|-------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| År 1                      | 326         | 138           | 226             | 0              | 0                  | 75                              | 201                            | 0                    | 0                    |
| År 2                      | 0           | 100           | 151             | 0              | 289                | 151                             | 0                              | 0                    | 226                  |
| År 3                      | 0           | 0             | 151             | 0              | 163                | 0                               | 0                              | 75                   | 553                  |
| År 4                      | 50          | 0             | 151             | 0              | 264                | 63                              | 0                              | 100                  | 251                  |
| År 5                      | 63          | 126           | 0               | 0              | 201                | 63                              | 126                            | 0                    | 352                  |

Tiden brugt til sejlads i tom og fuld lastet tilstand samt ved losning kan kombineres med forbrugs- og emissionstallene i Tabel 1-17. Dermed kan det samlede brændstofforbrug og emissioner udregnes. For en stor sandsuger er dette vist i Tabel 1-35.

Tabel 1-35. Brændstofforbrug og emissioner for sejlads i fuld og tom (transport) tilstand samt ved losning for en stor sandsuger for fem års perioden.

| Hovedstrækning                    | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg)   | HC<br>(kg)   | NOx<br>(kg)    | Partikler<br>(kg) |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|
| Agger Tange                       | 451.000          | 1.200.000               | 985          | 985          | 19.000         | 530               |
| Harboøre Tange                    | 352.000          | 935.000                 | 768          | 768          | 14.700         | 413               |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 612.000          | 1.630.000               | 1.338        | 1.338        | 25.700         | 720               |
| Trans - Thorsminde                | 805.000          | 2.143.000               | 1.759        | 1.759        | 33.800         | 947               |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 373.000          | 992.000                 | 813          | 813          | 15.600         | 438               |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 270.000          | 720.000                 | 592          | 592          | 11.300         | 318               |
| Ndr. Holmsland Tange              | 124.000          | 330.000                 | 271          | 271          | 5200           | 146               |
| Sdr. Holmsland Tange              | 1.515.000        | 4.032.000               | 3.310        | 3.310        | 63.500         | 1.782             |
| <b>Total</b>                      | <b>4.503.000</b> | <b>11.983.000</b>       | <b>9.835</b> | <b>9.835</b> | <b>188.800</b> | <b>5.294</b>      |

Den teoretiske fodringsplan beskriver 40% af sandet leveres som strandfodring hvormed ressourcetilbruget og emissioner ved strandfodring bliver som vist Tabel 1-41.

Tabel 1-36. Brændstofforbrug og emissioner ved strandfodring for sejlads i fuld og tom (transport) for en stor sandsuger for femårsperioden.

| Hovedstrækning                    | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg)   | HC<br>(kg)   | NOx<br>(kg)   | Partikler<br>(kg) |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|
| Agger Tange                       | 180.000          | 480.000                 | 394          | 394          | 7.600         | 212               |
| Harboøre Tange                    | 141.000          | 374.000                 | 307          | 307          | 5.900         | 165               |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 245.000          | 652.000                 | 535          | 535          | 10.300        | 288               |
| Trans - Thorsminde                | 322.000          | 857.000                 | 704          | 704          | 13.500        | 379               |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 149.000          | 397.000                 | 325          | 325          | 6.200         | 175               |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 108.000          | 288.000                 | 237          | 237          | 4.500         | 127               |
| Ndr. Holmsland Tange              | 50.000           | 132.000                 | 108          | 108          | 2.100         | 58                |
| Sdr. Holmsland Tange              | 606.000          | 1.613.000               | 1.324        | 1.324        | 25.400        | 713               |
| <b>Total</b>                      | <b>1.801.000</b> | <b>4.793.000</b>        | <b>3.934</b> | <b>3.934</b> | <b>75.500</b> | <b>2.118</b>      |

De resterende 60% leveres som kystnær fodring og brændstofforbrug og emissioner for en stor sandsuger hertil er vist i Tabel 1-37.

Tabel 1-37. Brændstofforbrug og emissioner ved kystnær fodring for sejlad i fuld og tom (transport) for en stor sandsuger for femårsperioden.

| Hovedstrækning                    | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg)   | HC<br>(kg)   | NOx<br>(kg)    | Partikler<br>(kg) |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|
| Agger Tange                       | 271.000          | 720.000                 | 591          | 591          | 11.400         | 318               |
| Harboøre Tange                    | 211.000          | 561.000                 | 461          | 461          | 8.800          | 248               |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 367.000          | 978.000                 | 803          | 803          | 15.400         | 432               |
| Trans - Thorsminde                | 483.000          | 1.286.000               | 1.055        | 1.055        | 20.300         | 568               |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 224.000          | 595.000                 | 488          | 488          | 9.400          | 263               |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 162.000          | 432.000                 | 355          | 355          | 6.800          | 191               |
| Ndr. Holmsland Tange              | 74.000           | 198.000                 | 163          | 163          | 3.100          | 88                |
| Sdr. Holmsland Tange              | 909.000          | 2.419.000               | 1.986        | 1.986        | 38.100         | 1.069             |
| <b>Total</b>                      | <b>2.702.000</b> | <b>7.190.000</b>        | <b>5.901</b> | <b>5.901</b> | <b>113.300</b> | <b>3.176</b>      |

For sandsugere af størrelsen lille og mellem er der beregnet brændstofforbrug og emissioner på lignende vis men med forbrugstallene og emissionerne for disse størrelser som vist i Tabel 1-17, samt de mindre lastmål som fremgår af projektbeskrivelsen. Det samlede brændstofforbrug og emissioner for de tre størrelser af sandsugere er vist Tabel 1-38, Tabel 1-39 og Tabel 1-40 for hhv. samlet og ved strandfodring og kystnær fodring.

Tabel 1-38. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved kystnær og strandfodring for femårsperioden.

| Sandsuger | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg) | HC<br>(kg) | NOx<br>(kg) | Partikler<br>(kg) |
|-----------|------------------|-------------------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| Lille     | 2.688.000        | 7.155.000               | 5.872      | 5.872      | 112.800     | 3.161             |
| Mellem    | 3.905.000        | 10.390.000              | 8.528      | 8.528      | 163.700     | 4.590             |
| Stor      | 4.503.000        | 11.983.000              | 9.835      | 9.835      | 188.800     | 5.294             |

Tabel 1-39. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved strandfodring for femårsperioden.

| Sandsuger | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg) | HC<br>(kg) | NOx<br>(kg) | Partikler<br>(kg) |
|-----------|------------------|-------------------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| Lille     | 1.075.200        | 2.862.000               | 2.349      | 2.349      | 45.120      | 1.264             |
| Mellem    | 1.562.000        | 4.156.000               | 3.411      | 3.411      | 65.480      | 1.836             |
| Stor      | 1.801.200        | 4.793.200               | 3.934      | 3.934      | 75.520      | 2.118             |

Tabel 1-40. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved kystnær fodring for femårsperioden.

| Sandsuger | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg) | HC<br>(kg) | NOx<br>(kg) | Partikler<br>(kg) |
|-----------|------------------|-------------------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| Lille     | 1.612.800        | 4.293.000               | 3.523      | 3.523      | 67.680      | 1.897             |
| Mellem    | 2.343.000        | 6.234.000               | 5.117      | 5.117      | 98.220      | 2.754             |
| Stor      | 2.701.800        | 7.189.800               | 5.901      | 5.901      | 113.280     | 3.176             |

### 1.6.1 Sandsugeres brændstofforbrug og emissioner ved transport og losning af sand for perioden 2025-2039

Ud fra den samlede sandmængde per femårsperiode er det beregnet, at der samlet i hele perioden leveres en faktor 3,1 gange sand i hele perioden i forhold til den teoretiske femårs periode, dermed bliver det forventede samlede brændstofforbrug og emissioner som vist i Tabel 1-41.

Tabel 1-41. Brændstofforbrug og emissioner for stor sandsugere for både kystnær og strandfodring i perioden fra 2025 - 2039.

| Hovedstrækning                    | Brændstof<br>(L)  | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg)    | HC<br>(kg)    | NOx<br>(kg)    | Partikler<br>(kg) |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|
| Agger Tange                       | 1.398.100         | 3.720.000               | 3.054         | 3.054         | 58.900         | 1.643             |
| Harboøre Tange                    | 1.091.200         | 2.898.500               | 2.381         | 2.381         | 45.570         | 1.280             |
| Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint | 1.897.200         | 5.053.000               | 4.148         | 4.148         | 79.670         | 2.232             |
| Trans - Thorsminde                | 2.495.500         | 6.643.300               | 5.453         | 5.453         | 104.780        | 2.936             |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 1.156.300         | 3.075.200               | 2.520         | 2.520         | 48.360         | 1.358             |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 837.000           | 2.232.000               | 1.835         | 1.835         | 35.030         | 986               |
| Ndr. Holmsland Tange              | 384.400           | 1.023.000               | 840           | 840           | 16.120         | 453               |
| Sdr. Holmsland Tange              | 4.696.500         | 12.499.200              | 10.261        | 10.261        | 196.850        | 5.524             |
| <b>Total</b>                      | <b>13.959.300</b> | <b>37.147.300</b>       | <b>30.489</b> | <b>30.489</b> | <b>585.280</b> | <b>16.411</b>     |

Kystnær fodring og strandfodring skaleres ligeledes med en faktor 3,1. Det samlede forbrug og emissioner er vist i Tabel 1-42 for strandfodring og i Tabel 1-43 for kystnær fodring.

Tabel 1-42. Brændstofforbrug og emissioner ved strandfodring for stor sandsugere i perioden fra 2025 - 2039.

| Hovedstrækning                         | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg)    | HC<br>(kg)    | NOx<br>(kg)    | Partikler<br>(kg) |
|----------------------------------------|------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|
| Agger Tange                            | 558.000          | 1.488.000               | 1.221         | 1.221         | 23.560         | 657               |
| Harboøre Tange                         | 437.100          | 1.159.400               | 952           | 952           | 18.290         | 512               |
| Vrist - Ferring og Bov-<br>bjerg Klint | 759.500          | 2.021.200               | 1.659         | 1.659         | 31.930         | 893               |
| Trans - Thorsminde                     | 998.200          | 2.656.700               | 2.182         | 2.182         | 41.850         | 1.175             |
| Thorsminde – Husby<br>Klitplantage     | 461.900          | 1.230.700               | 1.008         | 1.008         | 19.220         | 543               |
| Husby Klitplantage –<br>Søndervig      | 334.800          | 892.800                 | 735           | 735           | 13.950         | 394               |
| Ndr. Holmsland Tange                   | 155.000          | 409.200                 | 335           | 335           | 6.510          | 180               |
| Sdr. Holmsland Tange                   | 1.878.600        | 5.000.300               | 4.104         | 4.104         | 78.740         | 2.210             |
| <b>Total</b>                           | <b>5.583.100</b> | <b>14.858.300</b>       | <b>12.195</b> | <b>12.195</b> | <b>234.050</b> | <b>6.566</b>      |

Tabel 1-43. Brændstofforbrug og emissioner ved kystnær fodring for stor sandsugere i perioden fra 2025 - 2039.

| Hovedstrækning                         | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg)    | HC<br>(kg)    | NOx<br>(kg)    | Partikler<br>(kg) |
|----------------------------------------|------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|
| Agger Tange                            | 840.100          | 2.232.000               | 1.832         | 1.832         | 35.340         | 986               |
| Harboøre Tange                         | 654.100          | 1.739.100               | 1.429         | 1.429         | 27.280         | 769               |
| Vrist - Ferring og Bov-<br>bjerg Klint | 1.137.700        | 3.031.800               | 2.489         | 2.489         | 47.740         | 1.339             |
| Trans - Thorsminde                     | 1.497.300        | 3.986.600               | 3.271         | 3.271         | 62.930         | 1.761             |
| Thorsminde – Husby<br>Klitplantage     | 694.400          | 1.844.500               | 1.513         | 1.513         | 29.140         | 815               |
| Husby Klitplantage –<br>Søndervig      | 502.200          | 1.339.200               | 1.101         | 1.101         | 21.080         | 592               |
| Ndr. Holmsland Tange                   | 229.400          | 613.800                 | 505           | 505           | 9.610          | 273               |
| Sdr. Holmsland Tange                   | 2.817.900        | 7.498.900               | 6.157         | 6.157         | 118.110        | 3.314             |
| <b>Total</b>                           | <b>8.376.200</b> | <b>22.289.000</b>       | <b>18.293</b> | <b>18.293</b> | <b>351.230</b> | <b>9.846</b>      |

Opgørelsen over brændstofforbrug og emissioner for de tre størrelser af sandsugere ved transport og losning af sand ved strandfodring og kystnær fodring for hele perioden er vist i Tabel 1-44, Tabel 1-45 og Tabel 1-46 for hhv. samlet og ved strandfodring og kystnær fodring for perioden 2025-2039.

Tabel 1-44. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved kystnær fodring og strandfodring for 2025-2039.

| Sandsuger | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg) | HC<br>(kg) | NOx<br>(kg) | Partikler<br>(kg) |
|-----------|------------------|-------------------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| Lille     | 8.332.800        | 22.180.500              | 18.203     | 18.203     | 349.680     | 9.799             |
| Mellem    | 12.105.500       | 32.209.000              | 26.437     | 26.437     | 507.470     | 14.229            |
| Stor      | 13.959.300       | 37.147.300              | 30.489     | 30.489     | 585.280     | 16.411            |

Tabel 1-45. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved strandfodring for 2025-2039.

| Sandsuger | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg) | HC<br>(kg) | NOx<br>(kg) | Partikler<br>(kg) |
|-----------|------------------|-------------------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| Lille     | 3.333.120        | 8.872.200               | 7.281      | 7.281      | 139.872     | 3.920             |
| Mellem    | 4.842.200        | 12.883.600              | 10.575     | 10.575     | 202.988     | 5.692             |
| Stor      | 5.583.720        | 14.858.920              | 12.195     | 12.195     | 234.112     | 6.565             |

Tabel 1-46. Samlet brændstofforbrug og emissioner ved kystnær fodring for 2025-2039.

| Sandsuger | Brændstof<br>(L) | CO <sub>2</sub><br>(kg) | CO<br>(kg) | HC<br>(kg) | NOx<br>(kg) | Partikler<br>(kg) |
|-----------|------------------|-------------------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| Lille     | 4.999.680        | 13.308.300              | 10.922     | 10.922     | 209.808     | 5.879             |
| Mellem    | 7.263.300        | 19.325.400              | 15.862     | 15.862     | 304.482     | 8.537             |
| Stor      | 8.375.580        | 22.288.380              | 18.293     | 18.293     | 351.168     | 9.847             |

## 1.7 Det totale brændstofforbrug og emissioner for worst case

En gennemgang af brændstofforbruget for de tre størrelser sandsugere viser at en stor sandsuger samlet estimeres at forbruge mere end en lille eller mellem sandsuger hvorfor worst case antages at være at der benyttes en stor sandsuger til hele arbejdet.

Summen af brændstofforbruget og emissioner for alle involverede arbejder og transporter for hhv. køretøjer, entreprenørmaskiner og sandsugere giver projektets totale brændstofforbrug og emissioner for disse aktiviteter. Dette er vist for den teoretiske femårsperiode med en stor sandsuger i Tabel 1-47 og for hele perioden fra 2025-2039 i Tabel 1-48.

Tabel 1-47. Total brændstofforbrug og emissioner for skibe og entreprenørmaskiner i den teoretiske femårsperiode. Det samlede forbrug og emissioner er baseret på Tabel 1-15, Tabel 1-23 og Tabel 1-35.

| Hoveds-trækning                   | Brændstof (L)    | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)       | HC (kg)       | NOx (kg)       | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Agger Tange                       | 783,040          | 2,076,430            | 1,915         | 1,706         | 33,488         | 850            |
| Harboøre Tange                    | 585,510          | 1,552,710            | 1,438         | 1,285         | 25,484         | 651            |
| Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint | 1,055,040        | 2,802,430            | 2,568         | 2,302         | 46,029         | 1,170          |
| Trans - Thorsminde                | 1,423,550        | 3,777,130            | 3,469         | 3,112         | 61,819         | 1,567          |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 664,040          | 1,759,430            | 1,743         | 1,444         | 27,937         | 711            |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 485,510          | 1,290,710            | 1,162         | 1,071         | 21,162         | 536            |
| Ndr. Holmsland Tange              | 269,510          | 713,710              | 741           | 596           | 11,373         | 282            |
| Sdr. Holmsland Tange              | 2,350,180        | 6,242,170            | 5,510         | 5,136         | 102,892        | 2,654          |
| <b>Total</b>                      | <b>7,616,380</b> | <b>20,217,710</b>    | <b>18,555</b> | <b>16,631</b> | <b>330,135</b> | <b>8,424</b>   |

Tabel 1-48. Total forbrug og emissioner for skibe og entreprenørmaskiner i perioden 2025-2039. Det samlede forbrug og emissioner er baseret på Tabel 1-16, Tabel 1-27 og Tabel 1-41.

| Hoveds-trækning                   | Brændstof (L)     | CO <sub>2</sub> (kg) | CO (kg)       | HC (kg)       | NOx (kg)         | Partikler (kg) |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|----------------|
| Agger Tange                       | 2,427,424         | 6,436,933            | 5,937         | 5,289         | 103,813          | 2,636          |
| Harboøre Tange                    | 1,815,081         | 4,813,401            | 4,458         | 3,984         | 79,000           | 2,019          |
| Vrist – Ferring og Bovbjerg Klint | 3,270,624         | 8,687,533            | 7,961         | 7,136         | 142,690          | 3,628          |
| Trans - Thorsminde                | 4,413,005         | 11,709,103           | 10,754        | 9,647         | 191,639          | 4,859          |
| Thorsminde – Husby Klitplantage   | 2,058,524         | 5,454,233            | 5,403         | 4,476         | 86,605           | 2,205          |
| Husby Klitplantage – Søndervig    | 1,505,081         | 4,001,201            | 3,602         | 3,320         | 65,602           | 1,662          |
| Ndr. Holmsland Tange              | 835,481           | 2,212,501            | 2,297         | 1,848         | 35,256           | 875            |
| Sdr. Holmsland Tange              | 7,285,558         | 19,350,727           | 17,081        | 15,922        | 318,965          | 8,228          |
| <b>Total</b>                      | <b>23,610,778</b> | <b>62,674,901</b>    | <b>57,521</b> | <b>51,556</b> | <b>1,023,419</b> | <b>26,114</b>  |

## 2. REFERENCER

1. DTU. Ship-Desmo. *Gitlab* <https://gitlab.gbar.dtu.dk/oceanwave3d/Ship-Desmo> (2020).
2. European Commission. *EU Euro 5b Norm, Biler, COMMISSION REGULATION (EU) No 459/2012 of 29 May 2012*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32012R0459> (2012).
3. European Parliament, C. of the E. U. *EU Euro 5 norm Lastbiler og busser, DIRECTIVE 2005/55/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 28 September 2005*. (2005).
4. European Parliament, C. of the E. U. *EU regulering ang. fastsættelse af præstationsnormer for nye biler, REGULATION (EC) No 443/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009R0443> (2009).
5. Anlægsteknikforeningen i Danmark. *Anlægsteknik 1 Materiel Og Udførelsesmetoder*. (2014).
6. Retsinformation. Retsinformations hjemmeside.
7. Rambøll. *Projektbeskrivelse\_2023 – Miljøkonsekvensrapport, Kystbeskyttelse Lodbjerg-Nymindegab*. (2023).