

RAPPORT ØRESUNDS NATURVÆRDIER OG RÅSTOFRESSOURCER



INDHOLD

1.	Introduktion	1
2.	Executive Summary	2
2.1	Dansk sammenfatning	2
2.2	Executive summary in English	7
3.	Øresunds naturværdier og tilstand	12
3.1	Geografi	12
3.2	Hydrografi	12
3.3	Beskyttelsesforhold	14
3.4	Flora og fauna	18
3.5	Den menneskelige påvirkning	26
3.6	Sammenfatning	33
4.	Råstofindvinding	36
4.1	Undersøgelsesområde	36
4.2	Råstofressourcesikkerhed	39
4.3	Bestemmelse af råstofmængder og -kvaliteter	40
4.4	Råstofindvinding og -restmængder i indvindingsområderne i Øresund	44
4.5	Råstofindvinding og -restmængder i øvrige indvindingsområder på havet	47
4.6	Råstofindvinding og -restmængder i indvindingsområder på land	51
4.7	Import og eksport af råstoffer	53
4.8	Sammenfatning	56
5.	Samfundsøkonomisk analyse	60
5.1	Scenariebeskrivelse	60
5.2	Erhvervsøkonomiske konsekvenser	64
5.3	Statsfinansielle konsekvenser	68
5.4	luftforurening, CO ₂ -udledning og trafikale konsekvenser	69
5.5	Samlet resultat af den samfundsøkonomiske analyse	73
5.6	Risiko- og følsomhedsanalyse	74
6.	Referencer	76

Bilag 1: Bilagsmateriale til kapitel 3

Bilag 2: Bilagsmateriale til kapitel 4

Bilag 3: Bilagsmateriale til kapitel 5

1. INTRODUKTION

Miljø- og Fødevareministeriet (MFVM) ønsker med nærværende rapport at sammenfatte den eksisterende viden om Øresunds naturværdier og naturens tilstand i Øresund, samt den påvirkning råstofindvinding i Øresund har på de konkrete naturværdier. Rapporten indeholder endvidere den foreliggende viden om alternative muligheder for råstofindvinding på land og til havs til erstatning for en eventuel lukning af råstofindvinding i Øresund. Til dette formål er de samfundsøkonomiske konsekvenser blevet inddraget, herunder beregninger af erhvervsøkonomiske, indvindings- som miljømæssige konsekvenser.

Analyserne der ligger til baggrund for rapporten er gennemført med afsæt i resultater fra tidligere producerede rapporter og GEUS datamateriale, samt interview med en række nøgleaktører. Den samfundsøkonomiske konsekvensanalyse har taget udgangspunkt i principperne fra Finansministeriet¹, Transportministeriet² og Miljøministeriet³ ved samfundsøkonomiske vurderinger af transport og miljøprojekter.

Rapporten er struktureret således at **Kapitel 2** sammenfatter resultaterne og konklusionerne fra den øvrige rapport. **Kapitel 3** indeholder analysen om Øresunds naturværdier udtrykt ved de plante- og dyresamfund, der findes i Øresund, deres populationsstørrelser samt deres aktuelle tilstand og eventuelle potentiale samt de natur- og miljømæssige konsekvenser af indvinding i Øresund på de beskrevne populationer. **Kapitel 4** beskriver omfanget af råstofindvindingen i Øresund og de alternative indvindingsmuligheder på land og til havs, samt ved import. **Kapitel 5** indeholder vurderingen af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved et myndighedstiltag som helt eller delvist afslutter indvindingen i Øresund.

Rapporten er udarbejdet i 2018 af Rambøll, i samarbejde med GEUS.

¹ Finansministeriet: "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger" (2017)

² Transport-, Bygnings- og Boligministeriet: "Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet" (2015)

³ Natur - Miljøministeriet: "Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter" (2010)

2. EXECUTIVE SUMMARY

2.1 Dansk sammenfatning

Rapporten er opdelt i tre hoveddele, der kortlægger 1) Øresunds naturværdier udtrykt ved de plante- og dyresamfund, der findes i Øresund, deres populationsstørrelser samt deres aktuelle tilstand og eventuelle potentiale samt de natur- og miljømæssige konsekvenser af indvinding i Øresund på de beskrevne populationer; 2) Omfanget af råstofindvindingen i Øresund og de alternative indvindingsmuligheder på land og til havs; samt 3) en vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved benyttelse af disse frem for ressourcerne i Øresund.

I det følgende er der lavet et fyldigt sammendrag af analyseresultaterne.

2.1.1 ØRESUNDS NATURVÆRDIER OG TILSTAND

Øresund fremstilles ofte som et enestående naturområde midt i nordens mest tætbefolkede område med omkring 3,8 mio. indbyggere. Som forbindelsesled mellem Nordsøen og Østersøen, oplever Øresund en særlig fysisk variation, der sætter sit præg på livet både over og under overfladen. Den betydelige fysiske variation i form af bundtyper, strømforhold og dybdeforskelle i kombination med at trawlfiskeri som har været forbudt i over 80 år, har givet Øresunds natur nogle ganske gunstige betingelser.

De livsformer som findes i Øresund findes også i andre farvande der omgiver Danmark. En vurdering af Øresund som naturmæssigt unikt skal derfor basere sig på nogle objektive og genkendelige kriterier, der adskiller Øresund fra andre farvande. Kvantitativt er dette foretaget med udgangspunkt i torskens trivsel samt ud fra antallet af veldefinerede levesteder for dyr og planter i Øresund. På den rent kvalitative side, er fremtrædende naturforhold for Øresund beskrevet.

Torsken er med sin placering i den øvre ende af den marine fødekæde en god indikator for et havområdes miljø- og naturtilstand. I lighed med andre toppredatorer, er torskens tilstedeværelse et vidnesbyrd om et intakt og velfungerende økosystem. Samtidig er torsk en art hvis forekomst i Øresund er velbeskrevet. Det er således blevet påvist at torskepopulationen i Øresund sammenlagt er større end i Kattegat. Dette på trods af, at Øresunds areal er ca. ti gange mindre end Kattegats. Torskens gode forhold i Øresund skyldes en kombination af gode fødeforhold og at trawlfiskeri i store dele af Øresund er forbudt.

Hvad angår betingelserne for livet i Øresund, er der til denne udredning af naturforholdene, udført en opgørelse over antallet af veldefinerede levesteder (habitater) i Øresund og tilstødende farvande. I Øresund fra Køge Bugt – Falsterbo området i syd til udmundingen mellem Gilleleje og Kullen i nord, kan der genfindes 18 forskellige habitattyper, mens tallet for Kattegat ligger på 15. Kattegat er det indre farvand der har næstflest habitattyper. Grunden til Øresunds store antal habitattyper, skyldes primært brakvandspåvirkningen fra syd og den høje saltpåvirkning fra nord. Tilsvarende saltgradienter findes ikke i andre danske farvande. Dertil kommer at Øresund er topografisk set meget afvekslende med varierende dybde- og bundforhold. Denne mangfoldighed af levesteder afgrænset til et relativt lille geografisk område, giver nogle optimale betingelser for et rigt dyre- og planteliv. Dette skyldes ikke kun selve antallet men også interaktionen mellem de tætliggende habitater. Den gensidige påvirkning kan dog også hurtig blive en svaghed, idet forstyrrelser i det ene habitat kan have en negativ forplantende virkning i det andet.

Af særlige naturforhold i Øresund er hestemuslingsamfundet (opkaldt efter en stor musling der minder om blåmusling) og det såkaldte Haploos-samfund (opkaldt efter et lille rørboende krebsdyr) i det nordlige Øresund. Begge slags dyr former med deres talrige tilstedeværelse

grundlaget for en række andre organismer. I lighed med torsken, skyldes deres betydelige tilstedeværelse i Øresund med stor sandsynlighed fraværet af bundtrawling. På trods heraf er begge samfund de seneste år gået kraftig tilbage, hvilket muligvis skyldes udefrakommende påvirkninger som følge af forstyrrelser i nærliggende økosystemer i og udenfor Øresundsområdet.

Øresunds naturværdier er beskrevet for Øresund som helhed, dvs. både den danske og svenske del under en. Dette er begrundet i fraværet af naturlige skillelinje mellem de to dele. Således vil livet i den danske del i Øresund være lige så meget bestemt af forholdene i den svenske del som omvendt. Eksempelvis er rekrutteringen af hestemusling på den bløde bund i det nordlige Øresund afhængig af en transport nordfra af muslingelarver fra de hestemuslinger der lever på den dybereliggende hårde bund ud for den svenske kyst. På den anden side skyldes en stor del af prædationen på haploops på den svenske del ising fra den danske del. Ligeledes vil fødeadgangen for de relative store sælbestande i den sydlige del af Øresund ikke kunne afgrænses til hver sin del.

Det meste natur i Øresund står således i gensidigt afhængighedsforhold på tværs af landegrænsen. Økologisk set vil det derfor ikke give nogen mening, at beskrive naturen i Øresund isoleret for hhv. den danske eller svenske side. Derimod vil arealopgørelser af menneskeskabte grænser som f.eks. beskyttede områder eller områder med råstofindvinding kunne afgrænses rimelig præcis i forhold til den danske del alene.

Sammen med andre markante naturhold i form af strandengsvidder, ålegræsenge og blåmuslingetæpper, må Øresund på trods af ovenstående tilbagegang i visse bunddyrssamfund, som helhed stadig skulle betegnes som et unikt havområde i Østersø-Kattegat regionen.

I relation til miljøpåvirkningen fra råstofindvindingen, er det især to forhold der gør sig gældende:

- Ændringen af bundens morfologi og topografi, og dermed de stedværende leveforhold i selve indvindingsområdet.
- Spredningen af sedimentspild til omgivelserne og medfølgende påvirkning af dyr og planter.

Til vurdering af råstofindvindingens påvirkning er anvendt en økologisk vinkel. De berørte økosystemers sårbarhed over for en kunstig mekanisk påvirkning af havbunden er bestemt af de givne naturlige fysiske livsbetingelser i området (lys, strøm, salt, substrat og topografi). Dette gælder i særdeleshed sandbunden uden for den bølgepåvirkede brændingszone, der udgør et vigtigt føde- og opvækstområde for mange af havets fisk og skaldyr.

Knap 4 % af sandbunden (ca. 2 % af bunden som helhed) i den danske del af Øresund er synlig påvirket af råstofindvinding, hvilket har medført en tilsvarende procentvis forringelse af leveforholdene for de bunddyr der lever på denne bundtype. Forringelsen af leveforholdene er størst der hvor indvinding er sket ved stiksugning og har efterladt dybe stiksugningshuller. Det samlede areal af de områder hvor der er foretaget stiksugning udgør 1-2 % af Øresunds sandbund eller knap 1 % af det samlede bundareal på dansk side.

Sedimentspildet til omgivelserne vil også kunne medføre forringede leveforhold. Dette gælder især når bundtypen i naboområderne til råstofindvindingen afviger fra den bundtype der indvindes på. Sedimentspildet i forbindelse med indvindingsaktiviteten vil herved kunne sedimentere på levesteder med en anderledes substrat- og organismsammensætning end indvinding stedets. Kritisk kan f.eks. være nærliggende ålegræsområder eller specielle mudderbundssamfund som i det nordlige Øresund.

Det er ikke muligt at give et entydigt svar på hvad indvindingen konkret betyder i de enkelte indvindingsager, men ved at sætte de forskellige fysiske følgevirkninger af råstofindvindingen i relation til de naturgivne fysiske forhold, har det været muligt at forstå og vurdere de overordnede potentielle økologiske påvirkninger af indvindingen. I miljømæssig henseende er det vigtigt ikke at skære alle indvindingsområder over en kam. Der vil nemlig være stor forskel i karakteren og omfanget af påvirkningen fra område til område. Groft sagt vil sårbarheden være bestemt af hvor stor en fysisk afvigelse der 1) vil være mellem den naturgivne påvirkning og den der er forårsaget af indvindingen, og 2) der vil være mellem indvinding stedet og naboområderne. Således forekommer indvindingsområderne i Øresund mellem København og Helsingør at være økologisk sårbare over for råstofindvindingen, mens Lappegrunden i Øresundstragten og områderne i Køge Bugt, takket været de ensartede omgivelser, vurderes at være mere robuste.

2.1.2 RÅSTOFINDVINDING

Rapporten analyserer råstofindvindingen på havet i Øresund og uden for Øresund fra det sydlige Kattegat til Arkona Bassinet samt råstofindvindingen på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland med henblik på at sammenstille og vurdere råstofgrundlaget for scenarierne og alternativerne i den samfundsøkonomiske analyse. På havet er der inden for det undersøgte område i øjeblikket tyve fællesområder med aktive råstofindvindingstilladelser, hvoraf to er placeret i det nordlige Øresund og fem i det sydlige Øresund.

Analysen af råstofindvindingen viser, at de totale tilladte råstofindvindingsmængder på havet i fællesområderne i det nordlige og sydlige Øresund (10,1 mio. m³) svarer til de totale tilladte råstofindvindingsmængder uden for Øresund i fællesområderne i det sydlige Kattegat og Faxe Bugt (10,6 mio. m³). Desuden er der store kortlagte påviste og sandsynlige råstofmængder i fællesområderne og i råstofområderne i de analyserede marine projektområder, som ikke er udlagt til råstofindvinding på nuværende tidspunkt. Med andre ord er der mulighed for at bringe store råstofmængder på havet uden for Øresund i spil i fremtiden. Dette forudsætter dog nye tilladelser i de eksisterende fællesområder, når disse udløber i løbet af perioden 2025-2027, og evt. nye tilladelser i de nuværende potentielle fællesområder og/eller udlægning af helt nye indvindingsområder.

Den tilladte indvindingsmængde af fyldsand i Øresund (3,9 mio. m³) svarer til den tilladte indvindingsmængde alene i Faxe Bugt (3,8 mio. m³), mens den samlede tilladte indvindingsmængde af fyldsand med inklusion af det sydlige Kattegat (6,8 mio. m³) er knap en faktor to større end de tilladte indvindingsmængder i Øresund. Også her gælder det, at der derudover fortsat er store kortlagte påviste og sandsynlige råstofmængder i fællesområderne og i råstofområderne i de analyserede projektområder, som i fremtiden delvist kunne udlægges til anvendelse som fyldsand.

De marine kvaliteter Sand 1, Grus 2 og Ral 3 findes i tilsvarende mængder i Faxe Bugt som i Øresund, og dermed er den samlede mængde af disse tre højkvalitets råstof typer i de marine fællesområder uden for Øresund større end i fællesområderne i Øresund. Derudover gælder det igen, at der er mulighed for at bringe store råstofmængder på havet uden for Øresund i spil i fremtiden, hvor disse tre højkvalitets råstof typer er påvist; men som nævnt ovenfor forudsætter det nye tilladelser i de eksisterende fællesområder og evt. nye tilladelser i de nuværende potentielle fællesområder og/eller udlægning af helt nye indvindingsområder.

De udlagte totale råstofrestmængder i graveområderne på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland er alle betydeligt større end de totale tilladte råstofindvindingsmængder i fællesområderne på havet, og dette gælder også for mængderne af de estimerede kvaliteter.

Fra et erhvervmæssigt synspunkt er det vigtigt at bemærke, at primært Sand 1 og Grus 2 (og delvist Ral 3) fra det nordlige og sydlige Øresund ikke umiddelbart kan erstattes af tilsvarende kvaliteter fra land i Region Hovedstaden og Region Sjælland (jf. interview med råstofbranchen). Dette skyldes primært en større andel af reaktiv kisel i form af flint i aflejringerne på land. De marine kvaliteter af Sand 1, Grus 2 og Ral 3 kan erstattes fra alternative indvindingsområder på havet; og det ville også være muligt at erstatte disse kvaliteter med materialer fra land, enten fra jyske regioner eller ved import af knuste materialer (jf. interview med råstofbranchen).

Sand 1 og Grus 2 (og Ral 3) med marine kvaliteter mht. petrografi (dvs. materialebeskrivelse og -egenskaber) er vigtige ift. hhv. fint betontilslag (Sand 1) og groft betontilslag (Grus 2 og delvis Ral 3), men også ift. rørgrus samt materialer, der anvendes ved tildækning og inddækning af marine konstruktioner, som fx kabler, rør, tunneler og tilsvarende (jf. interview med råstofbranchen).

Ved interview med råstofbranchen bemærkes det desuden, at en specifik sandforekomst i det sydlige Øresund (projektområde 520 Køge Bugt) med anvendelse som betontilslag end ikke kan erstattes med sandforekomster fra andre udlagte indvindingsområder på havet. En be- eller afkræftelse af dette forhold er ikke muligt med de eksisterende og tilgængelige data, men vil kræve indsamling af nye data med analyser af kornstørrelsesfordelinger og petrografi.

2.1.3 SAMFUNDSØKONOMISKE KONSEKVENSER

Rapporten afdækker de samfundsøkonomiske konsekvenser ved en helt eller delvist afslutning af indvindingen i Øresund Nord og samlet for hele Øresund. Basisscenariet tager afsæt i den historiske indvinding af råstofressourcerne i Øresund og prognoser for den fremtidige udvikling i råstofbehovet. Dette sammenlignes med seks scenarier for alternative indvindingsområder med det formål at vurdere den samfundsmæssige effekt af tiltagene. Vurderingen afdækker hvilket tiltag der har den mindste samfundsmæssige omkostning, set ud fra samfundet som helhed.

Analysen medtager de erhvervsøkonomiske konsekvenser, luft, klima- og trafikkonsekvenser samt statsfinansielle konsekvenser. Det kan potentielt have naturmæssige konsekvenser at indvinde i Øresund og i de alternative indvindingsscenarier, men dette er ikke inddraget i analysen.

Analysen viser at alle seks undersøgte scenarier har negative økonomiske konsekvenser for samfundet. Især en nedlukning af Øresund Syd (Køge bugt) vil have store erhvervsøkonomiske konsekvenser og store samfundsøkonomiske omkostninger. De erhvervsøkonomiske konsekvenser opstår ved forøgede indvindingsomkostninger, importomkostninger eller ved større transportomkostninger. Derudover opstår der også betydelig klima-, luft- og trafikale konsekvenser samt statsfinansielle konsekvenser gennem en lavere mulighed for afgiftsindtægter.

De samfundsmæssige omkostninger i en 2018-værdi (nutidsværdi) ved helt eller delvist at lukke ned for indvindingen i Øresund Nord er beregnet til ca. 25 mio. kr. (scenarie 1) og ved en fuldstændig nedlukning, 49 mio. kr. (scenarie 2).

En hel eller delvis nedlukning af indvindingen i Øresund Syd har større samfundsøkonomiske omkostninger end ved hel eller delvis lukning af Øresund Nord. Beregningerne viser samfundsøkonomiske omkostninger i nutidsværdi på mellem 401 og 456 mio. kr. ved en reduktion på 50% af indvindingen fra og med nedlukningsåret 2021 (scenarie 3.a + 3.b). Ved en fuldstændig nedlukning vil de samfundsøkonomiske omkostninger i nutidsværdi være mellem 801 og 858 mio. kr. (scenarie 4.a + 4.b).

Analysen beskriver ud over nutidsværdien for en 30 års analyseperiode også nutidsværdien hvor analyseperioden er forkortet til 10 år. Beregningerne viser at nutidsværdien for en tiårig analysehorisont stiger fra ca. 11 mio. kr. i scenarie 1 til 381 mio. kr. (i 2018-priser) i scenarie 4.b.

Endeligt beskrives også de gennemsnitlige årlige meromkostninger over en analyseperiode på 30 år. Scenarie 1 og 2 vil kunne forvente gennemsnitlige årlige samfundsøkonomiske omkostninger på henholdsvis 2 og 3 mio. kr. relativt til basisscenariet. De årlige samfundsøkonomiske omkostninger stiger til 26 og 29 mio. kr. i scenarie 3.a og 3.b samt 51 og 55 mio. kr. i scenarie 4.a og 4.b.

De samlede resultater er opsamlet i nedenstående tabel.

Tabel 2-1: Samfundsøkonomiske meromkostninger ved hvert scenarie (NPV, mio. kr.)

	S. 1 Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 100% [Alt.: Øresund Syd]	S. 2 Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 100% [Alt.: Øresund Syd]	S. 3.a Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 50% [Alt.: Faxe bugt + import]	S. 3.b Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 50% [Alt.: Roskilde + import]	S. 4.a Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 0% [Alt.: Faxe bugt + import]	S. 4.b Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 0% [Alt.: Roskilde + import]
Erhvervsøkonomiske konsekvenser	-16	-32	-323	-313	-646	-626
Indvinding, transport på havet og import	-16	-32	-285	-118	-569	-235
Transport på land	-	-	-38	-195	-77	-391
Statsfinansielle konsekvenser	-	-	-31	-60	-61	-121
Vederlag og afgifter	-	-	-28	-55	-56	-110
Skatteforvridning	-	-	-3	-5	-6	-11
Konsekvenser for klima, luft og trafik	-9	-17	-47	-83	-94	-112
Luftforurening + CO ₂ , transport på havet	-9	-17	-20	53	-40	161
Luftforurening + CO ₂ , transport på land	-	-	-15	-78	-31	-155
Trafikale konsekvenser	-	-	-12	-59	-23	-117
Total NPV, 30 år	-25	-49	-401	-456	-801	-858
Total NPV, 10 år	-11	-22	-178	-202	-355	-381
Gns. årlig meromkostning, 30 år*	-2	-3	-26	-29	-51	-55

Note: Denne tabel viser alle 'costs' og 'benefits' ved hvert af de undersøgte scenarier. Alle 'costs' optræder i tabellen med negative fortegn hvorimod alle benefit har positivt fortegn. Alle værdierne er opgjorte relativt til baseline. NPV betyder at alle fordele og ulemper over hele analyseperioden bliver tilbagediskonteret til en 2018-værdi, kaldet en nutidsværdi. Scenariet med den højeste nutidsværdi er dermed det mest fordelagtige ud fra det offentlige perspektiv. En negativ nutidsværdi indikerer at scenariet samlet set har negative konsekvenser for det offentlige relativt til basisscenariet. *Den gennemsnitlige årlig meromkostning er ikke opgjort som nutidsværdi som simpelt gennemsnit over analyseperioden.

2.2 Executive summary in English

The aim of this report is threefold. First it identifies the natural values and the current status of Øresund (the Sound), and the impact of Offshore sand and gravel extraction. Secondly, It Presents the level and categorization of the sand and gravel extraction and the extraction alternative opportunities on land and at sea neighboring the Sound. Finally, the report includes an assessment of the socio-economic consequences of a partial or total ban on sand and gravel extraction in Øresund. The analyzes underlying the report are based on a desk study and interviews with relevant key actors.

The following is a comprehensive summary of the results of the analysis.

2.2.1 THE NATURE VALUE AND STATUS OF ØRESUND (THE SOUND)

Øresund is often referred to as a unique natural area in the middle of the most densely populated area of Scandinavia, with around 3.8 million inhabitants. As the link between the North Sea and the Baltic Sea, Øresund experiences a special physical variation best expressed by the life that exists both above and below the surface. The significant physical variation in the form of seabed substrate types, currents and depths, in combination with the fact that trawling has been banned for over 80 years, has given the nature of Øresund very special and good conditions.

The life forms found in Øresund are also found in other waters surrounding Denmark. An assessment of Øresund as a unique marine region must therefore be based on objective and recognizable criteria that differentiate Øresund from other waters. Quantitatively, this is done based on the living conditions for cod as well as the number of defined habitats for animals and plants in Øresund. On the more qualitative side, the most prominent natural features of Øresund are described.

Cod is situated in upper level of the marine food chain, and thus serves as a good indicator of the status of the marine environment and nature. As with other top predators, the presence of cod is an indication of an intact and well-functioning ecosystem. Moreover, cod is a species whose presence in Øresund is well-described. It has been shown that the cod population as a whole in Øresund is larger in than in Kattegat, despite the area being approx. ten times smaller. The good status of cod in Øresund is due to a combination of good food conditions and the ban on trawling in the northern part.

Regarding the conditions for life in Øresund, an inventory has been made of the number of well-defined habitats in Øresund and adjacent waters for the assessment of natural conditions. From the Køge Bugt - Falsterbo area in the south to the mouth of Kattegat between Gilleleje and Kullen in the north, 18 different habitats have been identified, while the number within Kattegat is 15. Kattegat is the inner coastal water with the second-highest number of habitat types. The reason for the large number of habitat types in Øresund is primarily due to its brackish impact from the south and the high salinity impact from the north. Similar salt gradients are not found in other Danish waters. In addition, Øresund is topographically very diverse, with varying depth and seafloor conditions. This diversity of habitats limited to a relatively small geographical area provides optimal conditions for a rich animal and plant life. This is not only due to the actual number of habitats, but also to the interactions between nearby habitats. However, this mutual influence can quickly become a weakness, as disturbances to one habitat may have a negative propagating effect on the others.

Øresund's natural values are described for Øresund as a whole, including both the Danish and Swedish parts. This is justified by the absence of natural boundaries between the two parts. Thus, life in the Danish part of Øresund will be influenced by the conditions in the Swedish part, and

vice versa. For example, the recruitment of horse mussel on the soft bottom of the northern Øresund is dependent on the transport of larvae from horse mussel populations living on the deep-ranging reef structures off the Swedish Kattegat coast. On the other hand, much of the dab predation on haploids in the Swedish part arises from dab originating from the Danish part. Likewise, the feeding areas for the relatively large seal stocks in the southern part of the Øresund are found on both the Danish and Swedish sides.

Thus, the nature in Øresund exists in mutual interdependence across national borders. Therefore, from an ecological point of view, it does not make sense to describe the nature in Øresund isolated for the Danish or Swedish part separately. On the other hand, calculations of specific areas defined by human activities, e.g. protected areas or areas with mineral extraction, could be demarcated accurately within the Danish part alone.

Of special interest in Øresund is the horse mussel community (named after a large mussel that resembles the blue mussel) and the so-called Haploids community (named after the small tube-dwelling crustaceans) in the northern Øresund. The numerous presence of species within both communities forms the basis for a number of other organisms. Similar to the situation for cod, the significant presence of these communities in Øresund is most likely due to the absence of bottom trawling. Despite this, both communities have deteriorated in recent years, which may be due to external influences arising from disturbances in nearby ecosystems inside and outside the Øresund area.

Despite the above deteriorations, Øresund, together with other distinctive natural features including large marshlands, eelgrass fields and blue mussel reefs, must still be considered a unique sea area in the Baltic Sea-Kattegat region.

In relation to the environmental impact from raw material dredging, there are two factors that matter in particular:

- The change in the morphology and topography of the seabed, and thus the current conditions.
- The spread of sediment waste to the environment and the accompanying impact of animals and plants.

An ecological approach has been used to assess the impact of mineral extraction. The vulnerability of the affected ecosystems to an artificial mechanical impact on the seabed is determined by the present natural physical conditions in the area (light, current, salt, substrate and topography). This applies especially to the sandy bottom outside the wave-affected coastal zone, which represents an important food and growing area for many fish and shellfish.

Nearly 4% of the sand bottom (about 2% of the bottom as a whole) in the Danish part of Øresund is visibly affected by mineral extraction, which has resulted in a corresponding reduction in suitable living conditions for the bottom animals inhabiting this kind of seafloor. The deterioration of living conditions is most pronounced where recovery has been achieved by sucking, which has left deep holes. The total extent of the areas in which suction extraction has been performed is 1-2% of the Øresund sand bottom or just under 1% of the total land area on the Danish side. The sediment spill into the surrounding area may also lead to a deterioration in living conditions. This is especially true when the bottom type in the neighboring areas differs from the bottom type in the area for extraction. The sediment spill in connection with the mineral extraction activity could settle on habitats with a different substrate and organism composition than at the

intervention site. Of critical concern, for example, would be nearby eelgrass areas or special muddy communities such as those found in the northern Øresund.

It is not possible to give a clear answer to what the mineral extraction actually means in each individual case, but by assessing the various physical consequences of mineral recovery in relation to the natural physical conditions, it is possible to understand and assess the overall potential ecological impact of the extraction. In an environmental context, it is important not to cut all areas of recovery over a comb. There will be a great difference in the nature and extent of the impact from area to area. Roughly speaking, the vulnerability will be determined by how great the physical deviation is 1) between the naturalized impact and that caused by the extraction, and 2) between the extraction site and the neighboring areas. Thus, the recovery areas in Øresund between Copenhagen and Helsingør appear to be ecologically vulnerable to mineral extraction, while the Lappegrunden in the northern Øresund and the areas in Køge Bay are considered to be more robust, due to the uniform surroundings.

2.2.2 RAW MATERIAL EXTRACTION

The report analyses the raw material extraction at sea in Øresund and outside Øresund from the southern Kattegat to the Arkona Basin, as well as the raw material extraction on land in the Capitol Region of Copenhagen and in Region Zealand in order to determine and assess the raw material basis for the scenarios and alternatives in the socioeconomic analysis. There are currently twenty Common Areas with active raw material extraction permits in the analysed marine area, where two of these Common Areas are located in the northern Øresund and five in the southern Øresund.

The analysis of the raw material extraction shows that the total volume of raw material available for extraction in the Common Areas at sea in the northern and southern Øresund (10.1 million m³) corresponds to the total volume of raw material available for extraction in the Common Areas outside Øresund in the southern Kattegat and Faxe Bugt (10.6 million m³). In addition, large proven and probable resources have been mapped in the Common Areas and in the Resource Areas within the analysed Marine Project Areas; these are currently not available for raw material extraction. In other words, it is possible to bring large volumes of raw materials at sea outside Øresund into play in the future. However, this requires new permissions for raw material extraction in the existing Common Areas when these expire during the period 2025-2027; and it may require new permissions in the current Potential Common Areas and/or development of completely new areas for raw material extraction.

The available extraction-volume of fill sand in Øresund (3.9 million m³) corresponds to the available extraction-volume in Faxe Bugt alone (3.8 million m³), while the total available extraction-volume of fill sand by including the southern Kattegat (6.8 million m³) is almost a factor two larger than the available extraction-volume in Øresund. Also in this case, large proven and probable resources have been mapped in the Common Areas and in the Resource Areas; these could be made partly available for fill sand in the future.

The marine qualities Sand 1, Gravel 2 and Pebble 3 are available in similar volumes in Faxe Bugt as in Øresund; hereby is the total volume of these three high-quality raw material types larger in the Common Areas outside Øresund than in the Common Areas in Øresund. Again, it is possible to bring large volumes of raw materials at sea outside Øresund into play in the future where these three high-quality raw material types have been proven. However, this requires new permissions in the existing Common Areas and possibly new permissions in the current Potential Common Areas and/or development of completely new areas for raw material extraction as mentioned above.

The total available volumes for raw material extraction in the Extraction Areas on land in the Capitol Region of Copenhagen and in Region Zealand are considerably larger than the total available volumes in the Common Areas at sea; and this also goes for the volumes of the estimated qualities.

From an industry point of view, it is important to note that primarily Sand 1 and Gravel 2 (and partly Pebble 3) from the northern and southern Øresund cannot be directly replaced by corresponding qualities from land in the Capitol Region of Copenhagen and in Region Zealand (cf. interviews with the raw material industry). This is primarily due to the fact that land deposits contain a larger share of reactive silica as chert.

The marine qualities of Sand 1, Gravel 2 and Pebble 3 can be replaced from alternative extraction areas at sea; and it will also be possible to replace these qualities with materials from land either from regions in Jutland or by import of crushed materials (cf. interviews with the raw material industry).

Sand 1 and Gravel 2 (and Pebble 3) with marine qualities in relation to petrography (i.e. material description and properties) are important in relation to e.g. fine concrete aggregate (Sand 1) and coarse concrete aggregate (Gravel 2 and Pebble 3), but also in relation to pipe-gravel as well as materials that are used for covering of marine constructions as e.g. cables, pipes, tunnels etc. (cf. interviews with the raw material industry).

In the interviews with the raw material industry, it was noted that a specific sand resource in the southern Øresund (Marine Project Area 520 Køge Bugt) used as concrete aggregate cannot be replaced even by sand resources from other currently active extraction areas at sea. A confirmation of this case is however not possible with the existing and available data but would require collection of new data with analyses of grain size distributions and petrography.

2.2.3 SOCIO-ECONOMIC IMPACT ANALYSIS

The report identifies the socio-economic consequences of a 50% or 100% closure for the extraction of raw materials in Øresund North, as well as in Øresund as a whole. The baseline scenario is based on the extraction volumes of historic extraction values from Øresund combined with a forecast on future demand for raw materials in the capital region of Copenhagen. The baseline scenario is compared to alternative extraction areas at sea and on land, in order to determine the socio-economic impact.

The impact assessment includes effects on the business sector, environmental consequences, including effects on air pollution, noise and GHG-emissions. Also, effects on traffic and consequences for governmental finances is taken into consideration.

The analysis shows that a shift from Øresund to any of the project alternatives results in negative socio-economic consequences for society.

A closure of the Øresund South (Køge Bugt) will relatively have the highest socio-economic costs. The negative impact on the business sector arises from higher extraction costs, import costs and higher transportation costs. In addition, there are also effects on the GHG emissions, air pollution and traffic impacts as well as state-financed consequences through lower tax revenues.

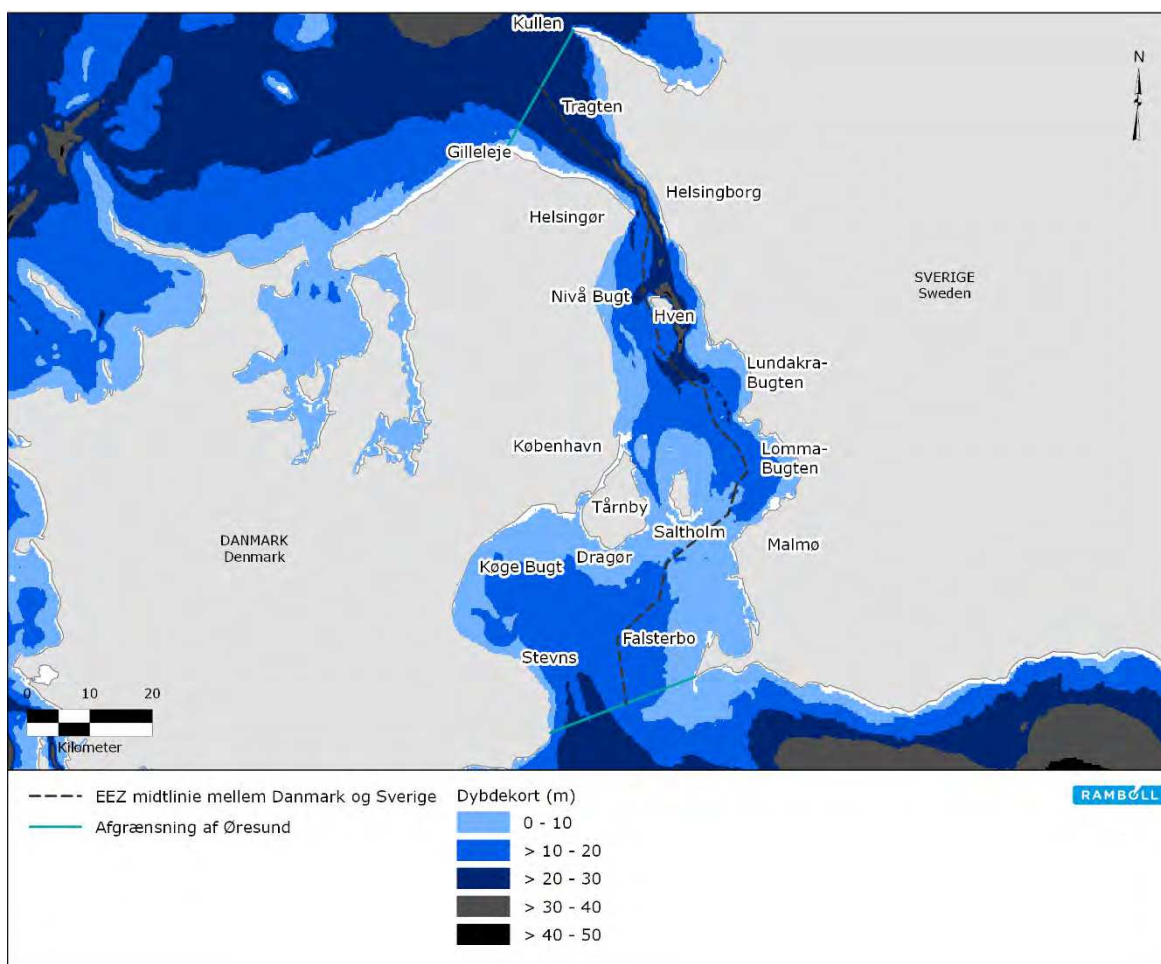
Based on 2018 prices and a 30-year horizon, the socio-economic cost in net present value is estimated to 25 million DKK for a partial closure of Øresund North (scenario 1). A 100 % closure

(scenario 2) would lead to approx. 49 million DKK. In comparison, a full or partial closure of Øresund South and North (scenario 3.a + 3.b) will result in a net present costs 401 and 456 million DK respectively. A complete closure of extractions in all of the Sound (Øresund Nord and South), the net present cost is estimated to be between 801 and 858 million DKK (scenario 4.a and 4.b respectively).

Also, the average annual costs of the scenarios are estimated. Scenarios 1 and 2 will have an average annual additional cost of 2 and 3 million, respectively. The annual additional costs increase to 26 and 29 million. kr. in scenario 3.a and 3.b and 51m and 55 million kr. in scenarios 4.a and 4.b respectively.

3. ØRESUNDS NATURVÆRDIER OG TILSTAND

Øresund beskrives ofte som et enestående naturområde midt i nordens mest tætbefolkede område med omkring 3,8 mio. indbyggere. Som forbindelsesled mellem Nordsøen og Østersøen, besidder Øresund en betydelig fysisk variation, der sætter sit præg på livet både over og under overfladen. De forskellige bundtyper, strømforhold og dybdeforskelle i kombination med, at trawlfiskeri har været forbudt i over 80 år, har haft betydning for udviklingen af den natur, som i dag findes i Øresund. I dette kapitel gennemgås Øresunds naturværdier samtidig med, at der foretages en analyse af ledsagende økologiske og rekreative kvaliteter.



Figur 3-1. Kort over Øresund med dybdeforhold (BALANCE 2013). Skillelinjen mellem det sydlige og nordlige Øresund går lige syd om Saltholm.

3.1 Geografi

Øresund udgør sammen med Storebælt og Lillebælt den smalle forbindelse mellem Østersøen og Kattegat/Nordsøen. Øresund flankeres af Sverige og Danmark og strækker sig fra linjen mellem Gilleleje og Kullen i nord til linjen mellem Stevns og Falsterbo i syd (Figur 3-1) (Øresundsvandsamarbejdet 2018). Det nordlige og sydlige Øresund skiller ved den såkaldte Drogdæntærskel, som er et lavvandet område mellem Dragør og Malmø omtrent der, hvor Øresundsbroen krydser Øresund. Sammenlagt dækker Øresund et areal på ca. 2.000 km².

3.2 Hydrografi

Baggrunden for Øresunds varierede naturforhold er først og fremmest de specielle hydrografiske forhold, der kendetegner dette farvand. Øresund fungerer sammen med Storebælt og Lillebælt

som en flaskehals mellem Østersøen og Kattegat/Nordsøen. Nedbørsoverskuddet i hele Østersøregionen (Østersøen og opland) skal ud via de danske stræder. Den ferske nedbør vil på dets vej gennem Østersøen trække salt bundvand med sig ("medrivning" eller entrainment på engelsk) og derved gradvist blive mere salt. Når det udstrømmende vand når de danske stræder, er saltholdigheden i overfladevandet øget til ca. 10-12 ‰. Ved passagen gennem Øresund øges saltholdigheden i det udstrømmende overfladevand yderligere til 15 ‰.

Det saltvand, der går til opblandingen af ferskvandet i Østersøen, stammer oprindeligt fra Nordsøen, idet det udstrømmende vand fra Østersøen under sin færd genererer en modsat rettet strøm af saltvand ind fra Nordsøen. Da saltvand er tungere end ferskvand, lægger det indstrømmende saltvand sig under det udstrømmende brakvand. Der opstår dermed en situation i Øresund med brakt udstrømmende overfladevand fra Østersøen og indstrømmende saltvand langs bunden fra Nordsøen via Kattegat. Skillefladen mellem de to lag kaldes for springlaget pga. den bratte densitets ændring, der vil være mellem det brakke relativ lette overfladelag og det tunge salte bundlag. Springlaget i Øresund ligger normalt i 10 til 12 m's dybde. Det særlige ved Øresund (nord for Øresundsbroen), modsat Lillebælt og Storebælt, er den nærmest permanente tilstedeværelse af intakt Nordsøvand (30-35 ‰) i de dybe partier over 30 m. Dybest er Øresund syd for Hven (53 m) (Figur 3-1).

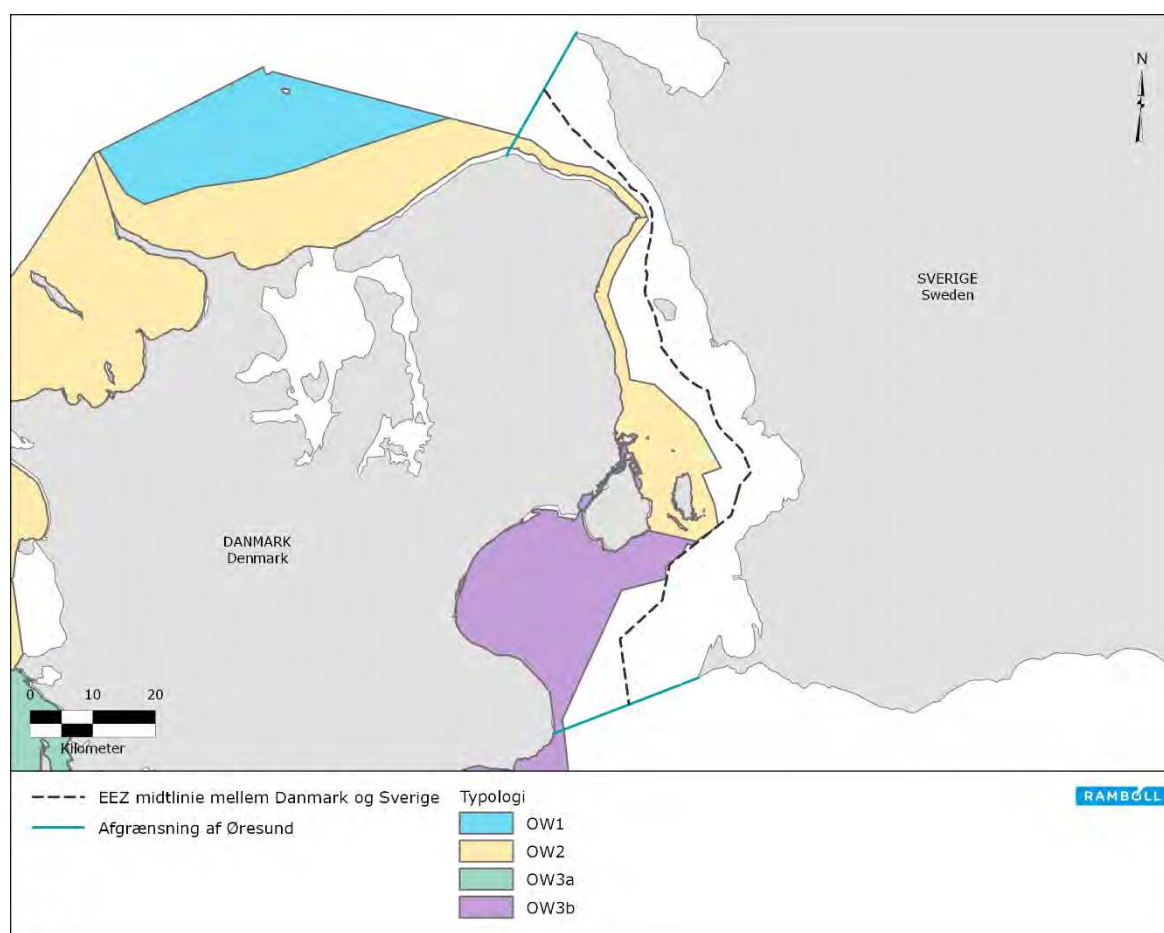
Under rolige vestenvindforhold kan der desuden trænge overfladevand ind fra Kattegat, der pga. en mellemhøj saltholdighed på omkring 20 ‰ kiler sig ind mellem det brakke overfladevand og det salte bundvand (intrusion på engelsk) i Øresund. Herved opstår et sekundært springlag mellem det udstrømmende Østersøvand og det indtrængende Kattegatvand. Disse midlertidige springlag vil typisk befinde sig omkring en 5 meters dybde.

Nettoudstrømning via de danske stræder er samlet set på omkring 15.000 m³/s (ca. 450 km³/år). Som følge af den modsatrettede indstrømning af saltvand til Østersøen gennem de tre stræder er bruttoudstrømningen ca. dobbelt så stor. Sædvanligvis antages det, at Øresund står for ca. 1/4 af vandskiftet, hvilket svarer til en samlet udstrømning af overfladevand på ca. 7.500 m³/s.

Strømmen gennem Øresund er ofte kraftig med hastigheder op til 2,5 m/s (knap 5 knob) på det smalleste sted mellem Helsingør og Helsingborg.

3.3 Beskyttelsesforhold

Den danske side af Øresund er i vandområdeplanerne (VOP) delt op i en nordlig del, svarende til det traditionelle Øresund omfattende området mellem Øresundsbroen og Helsingør, og en sydlig del omfattende Køge Bugt (Figur 3-2).



Figur 3-2. VOP områder i Øresund for hvor EU's vandrammedirektiv gælder. OW signaturen står for åbenvandstype inddelt i typer efter saltholdighed, tidevandsamplitude og bølgeeksponering. To typer er beskrevet for Øresund, nemlig OW2 (bundvand mellem 18 og 30 ‰) for de kystnære åbne dele af det nordlige Øresund, mens de kystnære dele af det sydlige Øresund og Københavns Havn er af typen OW3b (bundvand mellem 5 og 18 ‰).

Vandområdeplanerne er en konkretisering af EU's vandrammedirektiv, der sammen med havstrategidirektivet sigter på at opnå en god tilstand i havet. Hvor vandrammedirektivets hovedsigte på havområdet er at forbedre vandkvaliteten i kystvandene og begrænse udledninger af miljøskadelige stoffer, sigter havstrategidirektivet på en god økologisk tilstand og bæredygtig udnyttelse for hele havområdet.

3.3.1 INTERNATIONAL BESKYTTELSE

Der er i Øresund udpeget internationalt udpegede marine beskyttede områder; de såkaldte Natura 2000 områder, der består af habitatområder og fuglebeskyttelsesområder. Områderne er udpeget i regi af EU's habitatdirektiv og fuglebeskyttelsesdirektiv (Habitatbekendtgørelsen 2016). Samtidig er marsvin beskyttet i hele deres udbredelsesområde efter habitatdirektivet som en såkaldt bilag IV art.

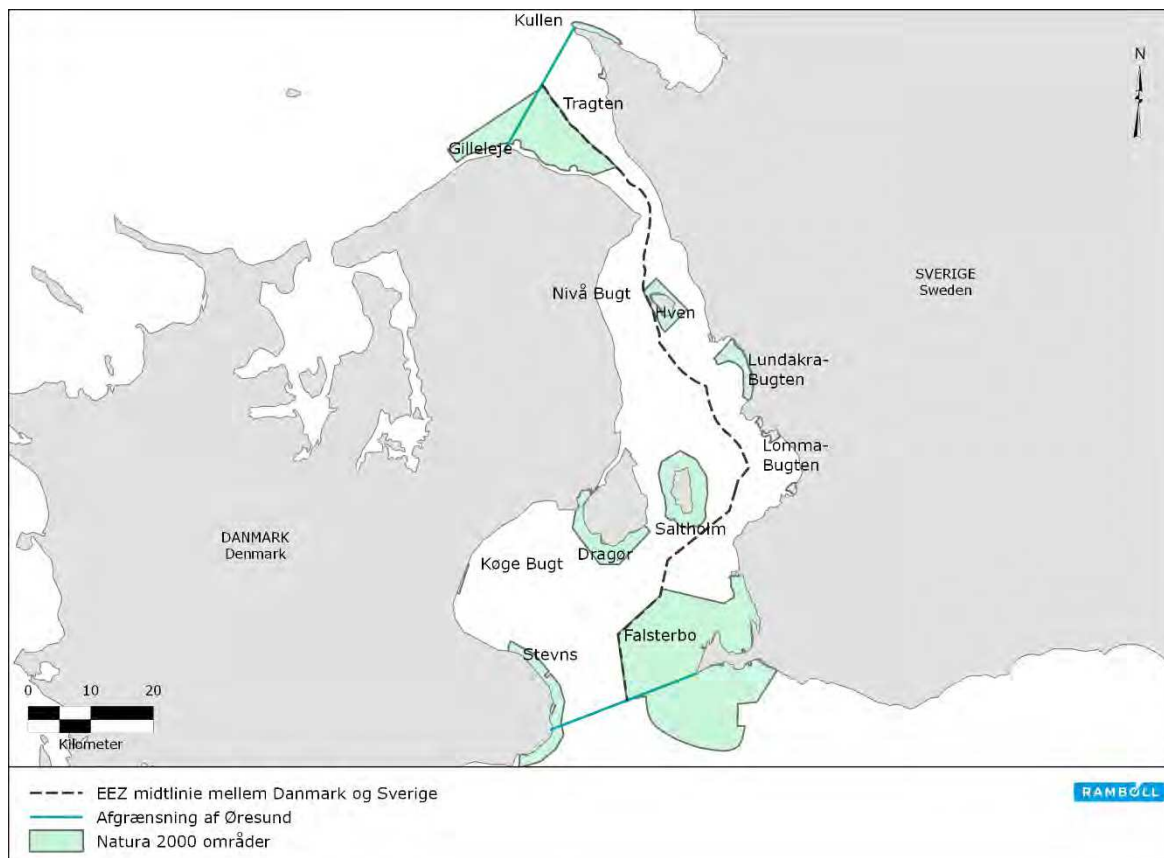
Det marine Natura 2000-netværk i Øresund omfatter i alt 13 områder – fem på dansk side og otte på svensk (Tabel 3-1).

Tabel 3-1: Natura 2000 områder i Øresund, hvor udpegningsgrundlaget for de hav-tilknyttede naturtyper og arter er angivet. Numrene i parentes henviser til de talkoder, som benyttes for naturtyper og arter i habitatdirektivet.

Natura 2000 område	Udpegningsgrundlag	Areal (heraf hav) km²
Danske områder		
Gilleleje Flak og Tragten (SAC)	Rev (1170), Sandbanke (1110) Marsvin (1351)	151 (151)
Saltholm og omliggende hav (SAC, SPA)	Rev (1170), Sandbanke (1110), Kystlaguner og strandsøer (1150), Strandeng (1330), Enårig strandvegetation (1310) Gråsæl (1364), Spættet sæl (1365) Fugle (18 arter) *	72,5 (54,6)
Stevns Rev (SAC)	Rev (1170), Sandbanke (1110)	46,7 (46,6)
Vestamager og havet syd for (SAC, SPA)	Sandbanke (1110), Kystlaguner og strandsøer (1150), Strandeng (1330), Enårig strandvegetation (1310) Fugle (15 arter)	62,1 (40,3)
Ølsemagle strand og Staunings Ø (Køge Bugt (SAC)	Større lavvandede bugter og vige (1160), Kystlaguner og strandsøer (1150), Mudder- og sandflader blottet ved ebbe (1140), Strandeng (1330)	5,4 (3,4)
Svenske områder		
Falsterbo-Fodervikken og Falsterbo Skjutfält (SAC, SPA)	Rev (1170), Sandbanke (1110), Kystlaguner og strandsøer (1150), Mudder- og sandflader blottet ved ebbe (1140), Strandeng (1330). Gråsæl (1364), Spættet sæl (1365) Fugle (35 arter)	440 (425)
Kullaberg (Nordvästra Skånes havsområde) (SAC, SPA)	Rev (1170) Marsvin (1351) Fugle (40 arter)	13,6 (4,1)
Lommabukten (SAC/SPA)	Sandbanke (1110), Flodmundinger (1130), Mudder- og sandflader blottet ved ebbe (1140), Strandeng (1330) Fugle (19 arter)	2,2 (1,9)
Löddeåns mynning (SAC)	Rev (1170), Sandbanke (1110), Kystlaguner og strandsøer 1150, Mudder- og sandflader blottet ved ebbe (1140)	4,8 (1,6)
Möllehässle-Kullens havsbad (SAC)	Rev (1170), Sandbanke (1110), Kystlaguner og strandsøer 1150, Strandeng (1330)	2,5 (1,6)
Saxåns mynning-Järavallen (Lundåkrabukten) (SAC, SPA)	Rev (1170), Sandbanke (1110), Flodmundinger (1130), Mudder- og sandflader blottet ved ebbe (1140) Fugle (12 arter)	19,6 (19,5)
Ven (Havet kring Ven) (SAC)	Sandbanke (1110), Rev (1170) Marvin (1351), Gråsæl (1364)	0,6 (0,3)

*Eksempel på særlige beskyttede fuglearter er givet i eksemplet nedenfor for Saltholm (Tabel 3-2)

Tilsammen dækker Natura 2000-områderne næsten 33 % af Øresunds areal (Figur 3-3.)



Figur 3-3. De marine Natura 2000 områder i Øresund på både dansk og svensk side.

Desuden findes på svensk side fem særskilt nationalt udpegede beskyttelsesområder i Øresund. Generelt går beskyttelsen i disse områder på ålegræsenge, strandenge og som yngle- og opvækstområde for fisk og skaldyr.

I Danmark er naturtypen strandeng både en Natura 2000-naturtype (1330), men den er derudover en såkaldt §3 naturtype beskyttet under Naturbeskyttelsesloven i Danmark. En af landets største strandeng-lokaliteter findes på Saltholm (Figur 3-4).



Figur 3-4. På Saltholms strandenge findes landets største bestand af ynglende bramgæs. Fotograf: Søren Hedal

De øvrige beskyttede saltvandspåvirkede naturtyper iflg. habitatdirektivet i Øresund er Rev (1170), Sandbanke (1110), Kystlaguner og strandsøer (1150), Enårig strandvegetation (1310), Mudder- og sandflader blottet ved ebbe (1140) og Flodmundinger (1130). Udbredelsen af sandbanker og rev i Øresund beskrives særskilt senere i kapitlet.

Den internationale fuglebeskyttelse for hav- og kyst-tilknyttede fugle i Øresund omfatter i store træk de samme arter på såvel dansk og svensk side. En beskrivelse af de fugle der er med på udpegningsgrundlaget for Saltholm og omgivne hav er vist i Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Fuglene på udpegningsgrundlaget for Saltholm og omliggende hav (Natura 2000 nr142)

Fuglebeskyttelsesområde nr. 110		
skarv (T)	knopsvane (T)	brushane (Y)
grågåås (T)	havørn (T)	rovterne (Y)
bramgåås (TY)	rørhøg (Y)	fjordterne (Y)
pibeand (T)	vandrefalk (T)	havterne (Y)
skeand (T)	klyde (Y)	dværgterne (Y)
edderfugl (Y)	almindelig ryle (Y)	mosehornugle (Y)

"T" = trækfugl, "Y" = ynglefugl

Saltholm med sine lavvandede omgivelser er en af Østdanmarks vigtigste internationale yngle-, fælde- og træklokaliteter for kystfugle. Her findes landet største yngleforekomster af edderfugl og bramrås. Fugle som knopsvane og grågåås opholder sig i stort antal i området, mens de fælder deres fjer. Havørne på træk fisker i farvandet omkring øen eller jager efter fugle eller fouragerer på ådsler på øen. Både Saltholm og Peberholm har desuden væsentlig betydning for kolonirugende kystfugle som klyde og flere arter af terner (Tabel 3-2). Således har den sjældne

rovterne for nyligt etableret sig som ynglende på Saltholm, og Peberholm har rummet Danmarks største dværgternekoloni, inden øen begyndte at gro til.

3.3.2 BILAG IV ARTER

Habitatdirektivets Bilag IV arter er arter, hvis levesteder og yngle/rastepladser skal beskyttes mod ødelæggelse. Beskyttelsen er generel og gælder således ikke kun på steder, hvor de indgår som en del af udpegningen for Natura 2000-områder, men alle de steder hvor arterne forekommer. I Øresund forekommer marsvin som bilag IV art.

Marsvin (*Phocoena phocoena*) er en lille tandhval, og den eneste hvalart som yngler i Danmark. Den forekommer hyppigt i det nordlige Øresund og ses regelmæssig i området mellem Hven og Vedbæk på jagt efter sild og makrel i sommerhalvåret (Tougaard 2014). Kendskab til ynglesteder for marsvin er generelt begrænset, men ud fra relativt få observationer af marsvin med kalve (Teilmann et al 2018), menes Øresund og umiddelbart tilstødende områder ikke at være et udpræget ynglested for marsvin (Loos et al 2010). I de seneste undersøgelser af marsvins udbredelse (Sveegaard et al 2018 Teilmann et al 2018) konkluderer det, at området er vigtigt for marsvin også i vinterhalvåret, og at vigtigheden af området er steget de seneste år. Forekomsten er i de seneste år blevet så stor og regelmæssig, at der dagligt arrangeres "hvalsafari" ture i sommerhalvåret fra Øresundsakvariet i Helsingør.

Marsvin benytter ekkolokalisering til kommunikation, fødesøgning, orientering mv. De udsender klik-lyde ved høj frekvens, typisk omkring 130 kHz, og analyserer ekkoet af disse klik. Marsvin er generelt følsomme overfor støj, og undersøgelser har vist, at støj kan influere på artens forekomst i de støjpåvirkede områder (Diederich 2017). Marsvin vurderes imidlertid i stand til at tilvænne sig lyden fra en regelmæssig skibstrafik, idet forekomsten af arten er stor i områder som i Tragten i det nordlige Øresund og Storebælt, hvor skibstrafikken er intensiv. Støjende og hurtige skibe er dog påvist at medføre adfærdsmæssige forstyrrelser hos marsvin (Wisniewska et al. 2018). Måske af samme grund ses marsvin kun sporadisk i området for den tætte skibstrafik mellem Helsingborg og Helsingør i forhold til områderne umiddelbart nord og syd herfor (Øresundsakvariets observationer).

Den største kendte trussel mod marsvin kommer imidlertid fra utilsigtet bifangst ved garnfiskeri, men også forurening, undervandsstøj, hurtig motorbådssejlad og nedsat fødemængde begrænser deres udbredelse i de danske farvande (Benke et al 2014). Marsvin er i deres jagt aktive hele døgnet og dykker næsten lige så ofte om natten som om dagen. I de danske farvande foretrækker marsvinene dyk til mindre end 40 m. Gunstig bevaringsstatus forudsætter gunstige levevilkår for arten i form af tilstrækkelige føderessourcer samt uforstyrrede opholdssteder, som giver arten mulighed for reproduktion.

3.4 Flora og fauna

Den store fysiske variation i Øresund betinger en tilsvarende mangfoldighed af undersøiske natur- og habitattyper (opsummeret i HELCOM 2009). Denne variation i livsbetingelserne inden for et relativt lille havområde, udgør i sig selv en naturkvalitet. Således er antallet af større bunddyrarter (makrofauna) opgjort til over 1.000 (HELCOM 2012), hvilket giver det største gennemsnitlige artstæthed for noget havområde i Kattegat-Østersøregionen. Ligeledes findes i Øresund de tætteste bestande af ynglende torsk (Sørensen et al 2016). Af fisk i øvrigt er der fundet over 150 arter i Øresund. Blandt de natur- og habitattyper, der udgør et særkende for Øresund, er Haploops- og Modiolussamfundet på den bløde bund, første gang beskrevet af den danske hav- og fiskeribiolog C.G. Johannes Pedersen (Pedersen 1913). Dette skyldes antageligt det forbud mod trawlfiskeri, der af hensyn til skibsfarten blev indført i 1932, at disse samfund har kunnet bevares i det nordlige Øresund op til i dag (Olesen et al 2011).



Figur 3-5. Illustration af Haploops samfundet

Note: Haploops samfundet er opkaldt efter det lille krebsdyr Haploos. Den findes på den bløde bund på 30 meters dybde i det nordlige Øresund. Den former omgivelserne ved at danne centimeterlange fremspringende mudderrør, som løfter den fra bunden hvorfra den filtrerer vandet med sine store fjerformede følehorn (illustreret oppe i øverste venstre hjørne). Ellers ses både nedgravede og krybende slangestjerner, forskellige børsteorme herunder den oprette søvifte (*Sabella penicillus*) samt flere slags muslinger. Udført af Sven-Bertil Johnson for Øresundsvandssamarbejdet.

3.4.1 HESTEMUSLING OG HAPLOOPS SAMFUNDENE

Indstrømningen af atlantisk vand langs bunden i det nordlige Øresund i kombination med fraværet af mekanisk forstyrrelse af havbunden i form af bundtrawling, har som nævnt betinget nogle specielle bunddyrssamfund på mudderbunden i de dybere partier. Det drejer sig om det såkaldte Modiolus samfund, opkaldt efter hestemuslingen (*Modiolous modiolus*) og Haploops samfund opkaldt efter to arter af den lille tangloppe Haploops (*H. tenuis* og *H. tubicola*). Mens hestemusling modificerer den bløde bunds udseende ved sine op til 20 cm store skaller, ændrer Haploops den ved sine fremspringende 1-2 cm lange mudderrør (Figur 3-5). Når disse arter derfor forekommer med høje individtætheder, danner de såkaldte biogene rev, som præger bundens fysiske struktur og dermed skaber livsbetingelser for en række andre organismer, der ellers ikke vil kunne trives på den bløde bund (Figur 3-6) (Chaalali et al 2017). Torskens store forekomst i Øresund har bl.a. været tilskrevet hestemusling og Haploops samfundenes tilstedeværelse (Dinesen & Morton 2014, Göransson et al 2010).

Hestemusling og haploos udbredelse i Øresund er knyttet til de dybe salte nordlige dele (> 30 m), hvilket især omfatter den svenske del. I de dybe partier vest for Disken og ud for Kronborgpynten har Øresundsakvariet ved deres regelmæssige prøvetagning påvist tilstedeværelsen af hestemusling på denne del af den bløde bund i Øresund.

Både hestemusling og Haploops er gået tilbage i Øresund gennem de seneste 10-20 år (Helcom 2013b, Olesen et al 2011, Göransson 2002). En nærmere undersøgelse af haploops tilstedeværelse nordøst for Hven i 2011, 2012 og 2016 (Perry et al. 2017) viste en spredt forekomst de to første år afløst af et fravær det sidste år. Årsagen for tilbagegangen er ukendt, men det formodes, at den skyldes en kombination af eutrofiering (Göransson et al 2010 og 2017) og forskydninger i den marine fødekæde samt ændrede reproduktionsforhold hos hestemusling (Olesen et al 2011). På den svenske side er der af hensyn til hestemusling blevet etableret et beskyttet område (Knähagen) ud for Raa syd for Helsingborg. Hvad angår undersøiske natur er

det især Hestemusling-samfundet og Haploos-samfundet i det nordlige Øresund der giver Øresund sit naturmæssige særpræg.



Figur 3-6. Hestemuslinger dækket af violinkassekrabben (*Hya coartatus*) kamufleret med brødkrummesvamp (*Halichondria panicea*) samt to arter af søanemone.

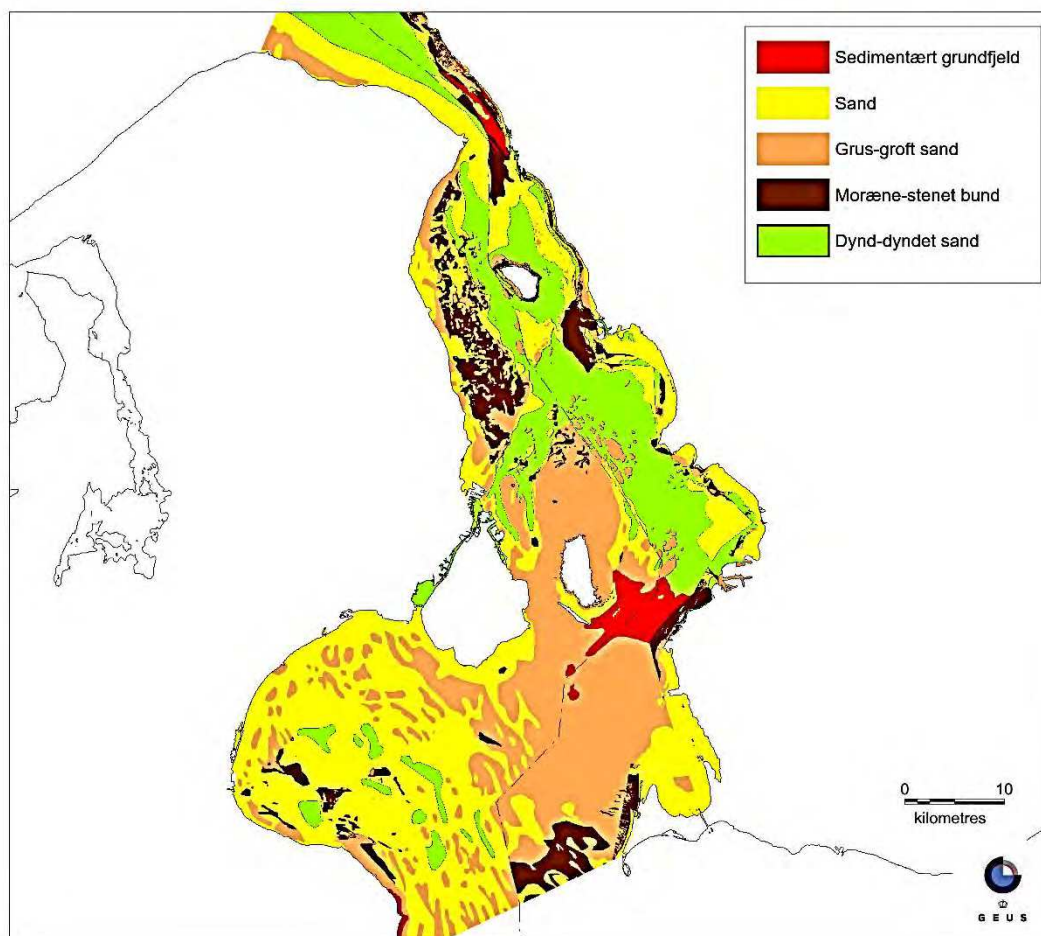
Note: Billede af hestemusling samfund fra Øresund udstillet i Øresundsakvariet 2006.

Herudover findes følgende nævneværdige natur- og habitattyper i Øresund

3.4.2 REV

Stenrev er en hård bundform tæt pakket med sten fra håndboldstørrelse til meterstore klippestykker. Også fremspringende undergrund som findes spredt i Øresund (Figur 3-7) udgør levesteder med hårde overflader. De faste flader udgør hæfte for en række store og ofte spektakulære organismer. Samtidig tiltrækker rev mange forskellige slags fisk og mobile invertebrater, der søger beskyttelse, reproduktion og føde her (Dahl et al 2003). Hvor de faste overflader er eksponeret for lys, vil de ofte være dækket af store algeformer, der i sig selv virker som en fysisk struktur for andre livsformer. Også banker af blåmusling og hestemusling samt ålegræsenge danner grobund for andre organismer, og udgør på samme måde som algeskove, biologiske samfund defineret af enkelte markante arter. Disse biologiske fremtrædelsesformer er særskilt beskrevet andetsteds i kapitlet (3.4.1, 3.4.4, 3.4.5 og 3.4.6).

På baggrund af GEUS sedimentkort kan der lokaliseres en række sten- og klipperevsområder i Øresund, som findes i tilknytning til istidsaflejringer og tidligere sedimentære dannelser (Figur 3-7).



Figur 3-7. Sedimentkort for Øresund.

Note: EMODNET-kort fra GEUS hvor opmåling og kortlægning på henholdsvis den danske og svenske side af Øresund er blevet sammenstillet.

Stenrevsformationer vil typisk være at finde i tilknytning til bundtyperne sedimentært grundfjeld og moræneaflejringer samt sand aflejringer (sand og grus) efter sidste istid. På den danske side findes større stenrevsområder langs nordkysten mellem Hornbæk og Gilleleje, nord og øst for Saltholm og ud for Stevns.

3.4.3 SANDBANKE

Sandbanker er områder, der rejser sig fra en omkringliggende havbund. Store sammenhængende sandbanker findes i det nordlige Øresund på Lappegrunden nordvest for Helsingør, Disken midt mellem Danmark og Sverige umiddelbart syd for Helsingør-Helsingborg ruten og langs den svenske kyst mellem Lomma og Falsterbo (Figur 3-7). Sandbanker besidder sædvanligvis et godt vandskifte og huser derfor talrige filtrerende bunddyr, især muslinger, der ernærer sig af det forbipasserende organiske materiale (plankton). Dette giver videre ophav til større dyr længere oppe i fødekæden bl.a. mange slags bundlevende fisk og dykkende fugle.

3.4.4 BLÅMUSLINGBANKER

På bunden ned til springlagsdybden (10-12 m) vil der i områder med godt vandskifte opstå sammenhængende områder dækket af blåmuslinger. De vil kunne etableres sig på stort set alle

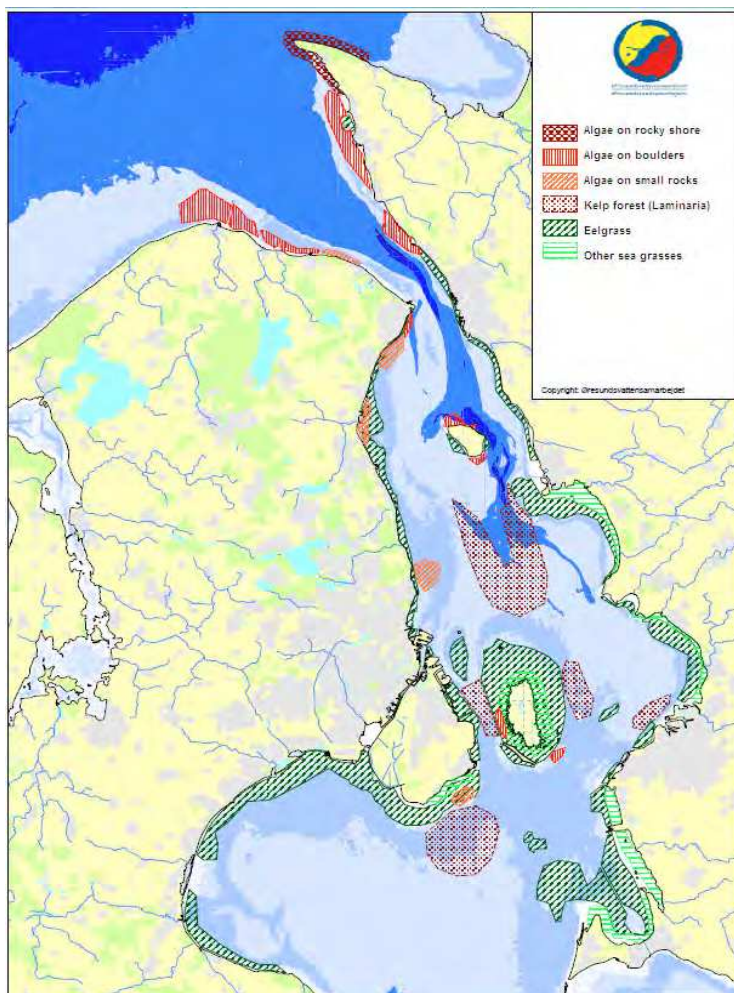
bundtyper og danner således selv et hårdt substrat (biogene rev), som andre dyr og planter kan fæste sig på og søge skjul i mellem.

Fraværet af bundtrawling og anden mekanisk forstyrrelse af bunden vil begunstige en opvækst af muslinger, hvorfor der på den jævne bund i Øresund findes nogen af de tætteste bestande af blåmuslinger i dansk farvand. Store tætte muslingebanker er på dansk side fundet på Disken (Rambøll 2018), ud for Skovshoved og ikke mindst omkring Øresundsbroen (Perry et al 2017).

Muslingebankerne i Øresund er vigtige fourageringsområder for bl.a. edderfugl, havlit, hvinand og bjergand.

3.4.5 ÅLEGRÆSENGE

Udstrakte enge af ålegræs findes i hele Øresundsområdet på vanddybder mellem 2 og 6 meter. På dansk side findes de største områder med tæt ålegræs omkring Saltholm og langs kysten nord for Taarbæk samt Nivå Bugt og Køge Bugt ned til Stevns ((Figur 3-8). Ålegræs bevoksninger huser talrige krebsdyr, snegle og muslinger der selv udgør føde for mange mindre fiskearter. De er også vigtige opvækstområder for fiskeyngel.



Figur 3-8. Undervandsvegetationen i Øresund (Øresundsvandsamarbejdet 2006)

3.4.6 BLADTANGSSKOVE

På stenede lokaliteter mellem 4 og 20 meters dybde kan der opstå tætte meterhøje bevoksninger af sukkertang (*Saccharina latissima*). Disse findes især i det nordlige Øresund, hvor saltforholdene

er mere gunstige end i den sydlige del (Figur 3-8). De findes således i de dybe partier ud for Kronborgpynten og langs nordkysten til Gilleleje samt spredt ned langs kysten til ud for Skovshoved (Perry et al 2017). Bladtang udgør i sig selv kun føde for et fåtal af dyr (især snegle), men yder til gengæld qua deres størrelse et helt specielt undersøisk landskab, der tiltrækker mange lidt specielle dyr blandt andet hydroider, mosdyr, søpunge, snegle og børsteorme.

3.4.7 FISK OG FISKERI

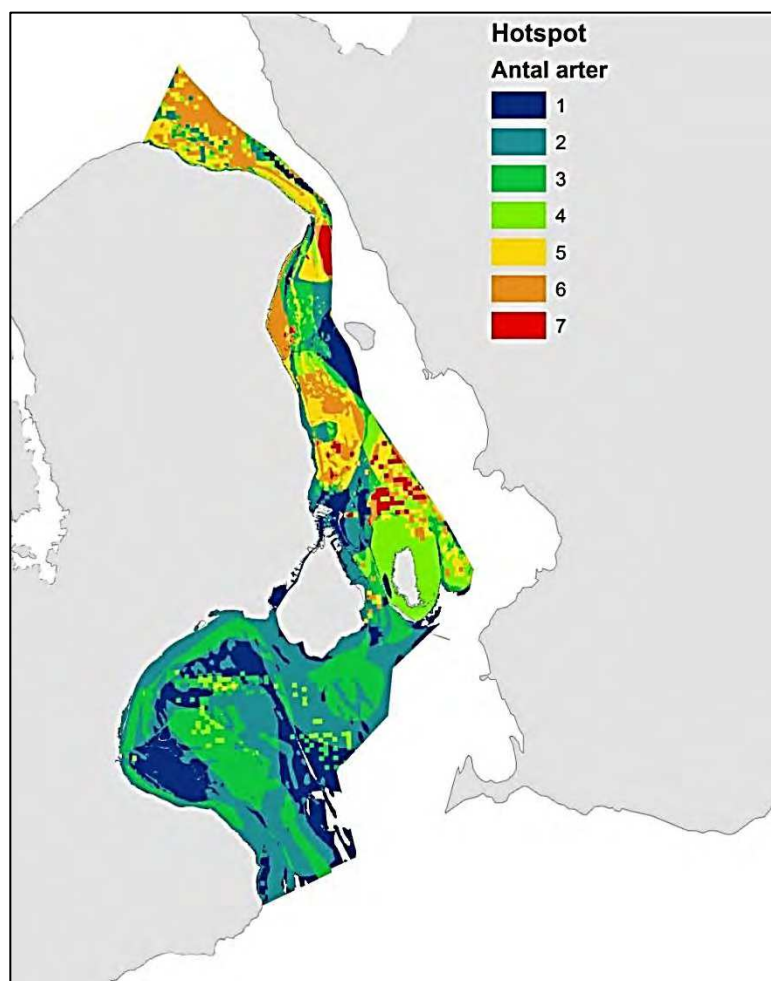
Historisk er Øresund kendt for en kolossal rigdom af sild i sen middelalder, der tiltrak købmænd fra hele Østersø- og Nordsøregionen og lagde grunden for flere bysamfund langs begge sider af Øresund. Hen mod slutningen af det 15. århundrede aftog fiskemarkederne omkring Øresund, men de fleste af fiskerbyerne fortsatte med deres fiskeri, og hen mod slutningen af det 19. århundrede fandtes en stor fiskeflåde med over 200 fiskerbåde i Øresund (Carneiro & Nielsen 2013). Siden er de kommercielle fiskebestande gået kraftig tilbage, selv om Øresund stadig er kendt for at huse en betydelig bestand af torsk, formodentlig takket være trawlingforbuddet fra 1932 (se nedenfor). Også hornfisk om foråret, makrel om sommeren og sild om efteråret forekommer talrigt i Øresund, når de i store stimer benytter Øresund som fourageringssted og til deres træk til og fra deres gydeområder.

Erhvervsfiskeriet i Øresund foregår primært med bundgarn og ruser fra mindre fartøjer under 12 meter, mens det rekreative fiskeri foregår fra større kommercielle turbåde samt fra en flåde af mindre private både (Øresundsvandsamarbejdet 2018). Torsk udgør for begge type fiskeaktiviteter hovedparten af fangsterne og udgør i dag tilsammen godt 2000 t pr år, svarende til over 66 % af den samlede fangst af kommercielle fiskearter i Øresund. Det rekreative fiskeri efter torsk i Øresund er skønnet til lidt under halvdelen af denne mængde.

Et udtryk for torskens gode forhold i Øresund kan aflæses af den betydelige større fangst af torsk her i forhold til Kattegat. Torskefiskeriet i det over 10 gange større Kattegat har de seneste år ligget på under 500 t/år (Cardinale og Svedäng 2011).

Som noget ganske specielt for Øresund har det i over 80 år ikke været tilladt at trawle pga. af den intense skibstrafik i dette farvand, hvilket har været med til at give torskebestanden sine gunstige vilkår i det nordlige Øresund. Siden 2009 har der desuden været trawlforbud langs kysterne i Øresundstragten, mens der i den øvrige del ("Kilen") de senere år, har været en sæsonlukning i perioden 1. januar - 31. marts for at beskytte gydende torsk.

For den danske del af Øresund udgør især den nordlige del vigtige levesteder for flere kommercielle fiskearter (Figur 3-9).



Figur 3-9. Kort for den danske del af Øresund der viser de primære levesteder for syv af de kommercielle nøglefiskearter, nemlig torsk, rødspætte, tunge, pighvarre, slethvarre, ål og stenbider.

Note: Opgørelsen viser hvor mange af disse syv arter der benytter de pågældende områder (Sørensen et al 2016).

Især Diskområdet sydøst for Helsingør og Tårnbæk Rev nord for Saltholm udgør nogle af de vigtigste levesteder for fisk i Øresund. Langs Øresundskysten på dansk side er det Nivå Bugt samt et bredt bælte gående fra ud for Vedbæk og ud for Skovshoved, der tegner nogle vigtige områder for de kommercielle fisk i Øresund. I Køge Bugt områder er det især fladfisk (skrubbe, rødspætte og ising), der fiskes efter. Det sydlige Øresund er desuden kendt som efterår- og vinteropholdssted for den forårsgydende Rügen sild, hvor sildebestanden mellem september og februar kan være op til tre gange større end i resten af året (Nielsen et al 2001).

I den lidt eksotiske ende er den blåfinnede tun efter over 60 års fravær vendt tilbage til Øresund, hvor den nu igen er begyndt at følge makrelstimerne på deres fødesøgning ned i Øresund i sommermånederne.

3.4.8 HAVPATTEDYR

To arter af sæler observeres jævnligt i Øresund, nemlig spættet sæl (*Phoca vitulina*) og gråsæl (*Halichoerus grypus*). Som i andre omkringliggende havområder er sælbestanden vokset kraftigt siden slutningen af 1970'erne, efter årtier med jagt og forurening med miljøfarlige stoffer. På den danske side af Øresund findes en koloni af spættet sæl på Saltholm. Gråsæl ses mere og mere regelmæssigt i Øresund især i den sydlige del, og det er nok kun et spørgsmål om tid før den atter yngler her.

Marsvin (*Phocoena phocoena*), der som særlig beskyttet art (såkaldt bilag IV art) er nærmere beskrevet i afsnit 3.3.2, er igen blevet en regelmæssig gæst i det nordlige Øresund i sommerhalvåret (Teilmann et al 2018, Sveegaard et al 2018).

3.4.9 FUGLE

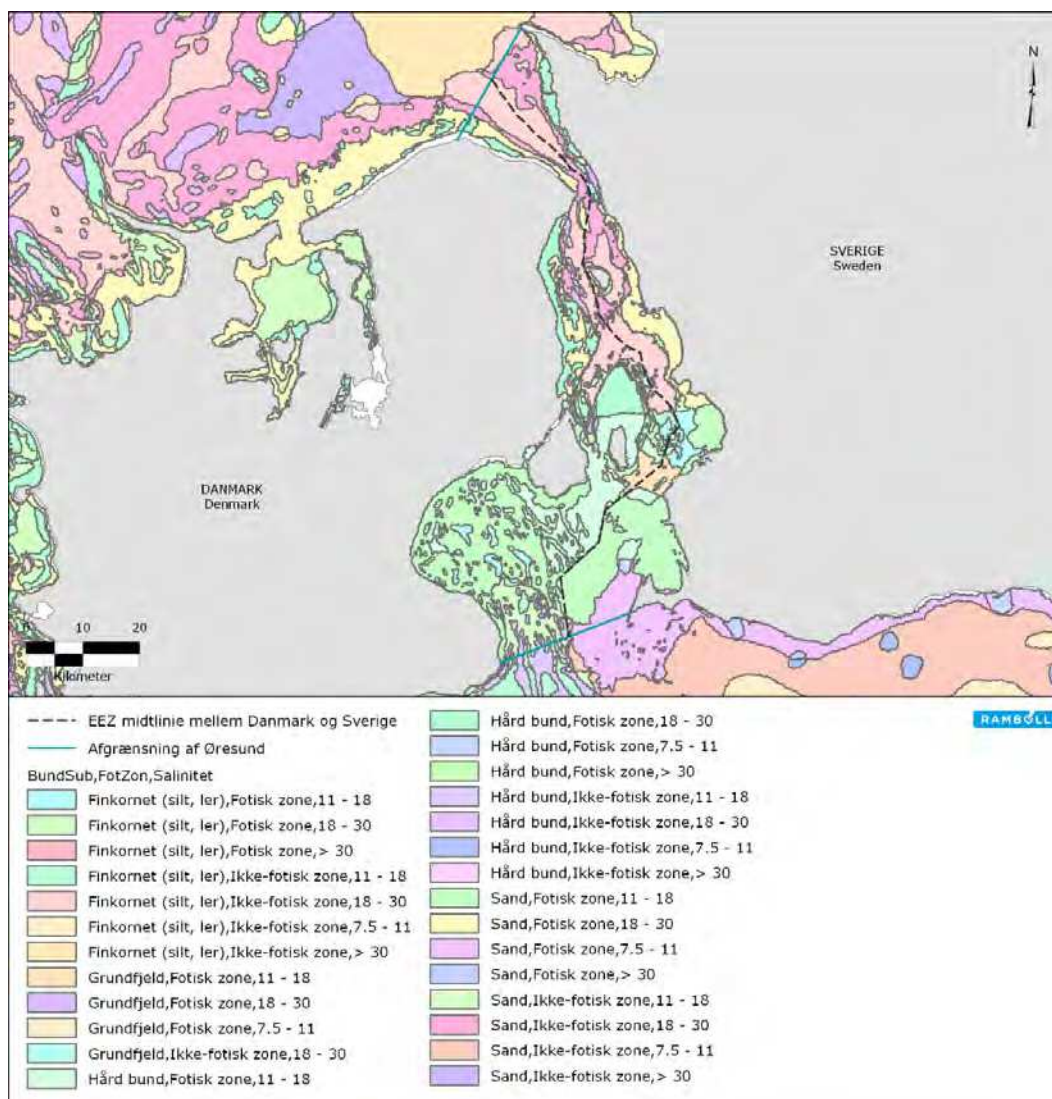
Som det fremgår af afsnittet om international beskyttelse (3.3.1) besidder Øresund et rigt fugleliv af international betydning. Ud over mange forskellige vandlevende fuglearter der yngler i de mange lavvandede dele af Øresund, udgør disse områder også opholdssted for talrige mængder af rastende vandfugle i trækperioderne forår og efterår samt om vinteren. På den danske side udgør Saltholm nok den mest betydende fuglelokalitet i Øresund. Dertil kommer yndede fuglelokaliteter på begge sider af sundet hvor der sker en fokusering af fugle på træk nord- eller sydfra inden de krydser sundet (Stevns, Falsterbo, Nordkysten mellem Gilleleje og Helsingør). Således tegner tusindvis af bl.a. hvepsevåger og traner et spektakulært syn på deres træk over Øresund. Øresunds status som fuglelokalitet understreges af de havfuglesafarier som Øresundsakvariet udbyder og trækfugleture som DOF (Dansk Ornitologisk Forening) afholder flere gange årligt.

3.4.10 NATURGRUNDLAGET (HABITATER)

Livet i havet er primært defineret af de fysiske livsbetingelser. De fysiske/kemiske forhold bestemmer, hvilke slags liv der kan udfolde sig indenfor geografisk afgrænsede områder. Ved at kombinere markante udtryk for de grundlæggende livsvilkår, kan der opnås en præcis karakteristik af en given habitattype. En opgørelse af tilstedeværende habitater i et givent havområde, vil således kunne give et billede af den mangfoldighed af dyr og planter, der kan udfolde sig i det pågældende område. Herved opnås en objektiv og reproducerbar måde at opgøre naturkvaliteten for et givent område på.

Som redskab til at beskrive habitatforholdene i Øresund er anvendt den såkaldte BALANCE-model (BALANCE 2013). De miljøparametre, der anvendes i BALANCE-projektet for en storskala afgrænsning af bentiske levesteder er sediment, lys og saltholdighed. Disse tre miljøparametre er kombineret i en efterfølgende habitatbeskrivelse på en måde, der muliggør en operationel karakterisering af de bentiske økosystemer i Øresund og til sammenligning i Kattegat. I bilag 1 er der givet en nærmere redegørelse for, hvordan levestedskriterierne i form af substrat, saltholdighed og lysforhold kan kombineres som udtryk for et givent habitat.

Øresund udgør antagelig det havområde i Østersøregionen hvor der kan identificeres fleste forskelligartede levesteder. Med udgangspunkt i BALANCE modellen kan antallet af habitattyper i Øresund opgøres til 15 på den danske side og 18 på svensk side (Figur 3-10). Deles Øresund op i en nordlig og sydlige del, er tallet hhv. 16 og 13. Til sammenligning er tallet 14 for det sydlige Kattegat (syd for Læsø) og 13 for den vestligste del af Østersøen (vest for Bornholm).



Figur 3-10. Kort, der viser de forskellige overordnede habitattyper i Øresund, beskrevet efter retningslinjer udviklet i BALANCE-projektet (BALANCE 2013).

I sammenligning med de omkringliggende havområder: Arkona, Bælthavet (Storebælt og Lillebælt), Smålandshavet og Kattegat, repræsenterer Øresund ikke kun den største relative tæthed af forskellige generelle habitattyper. Også i absolutte termer findes her det største antal forskelligartede levesteder. Således besidder det langt større Kattegat færre habitattyper end Øresund samlet set. Set i forhold til den økologiske mangfoldighed kan Øresund således betegnes som et unikt havområde.

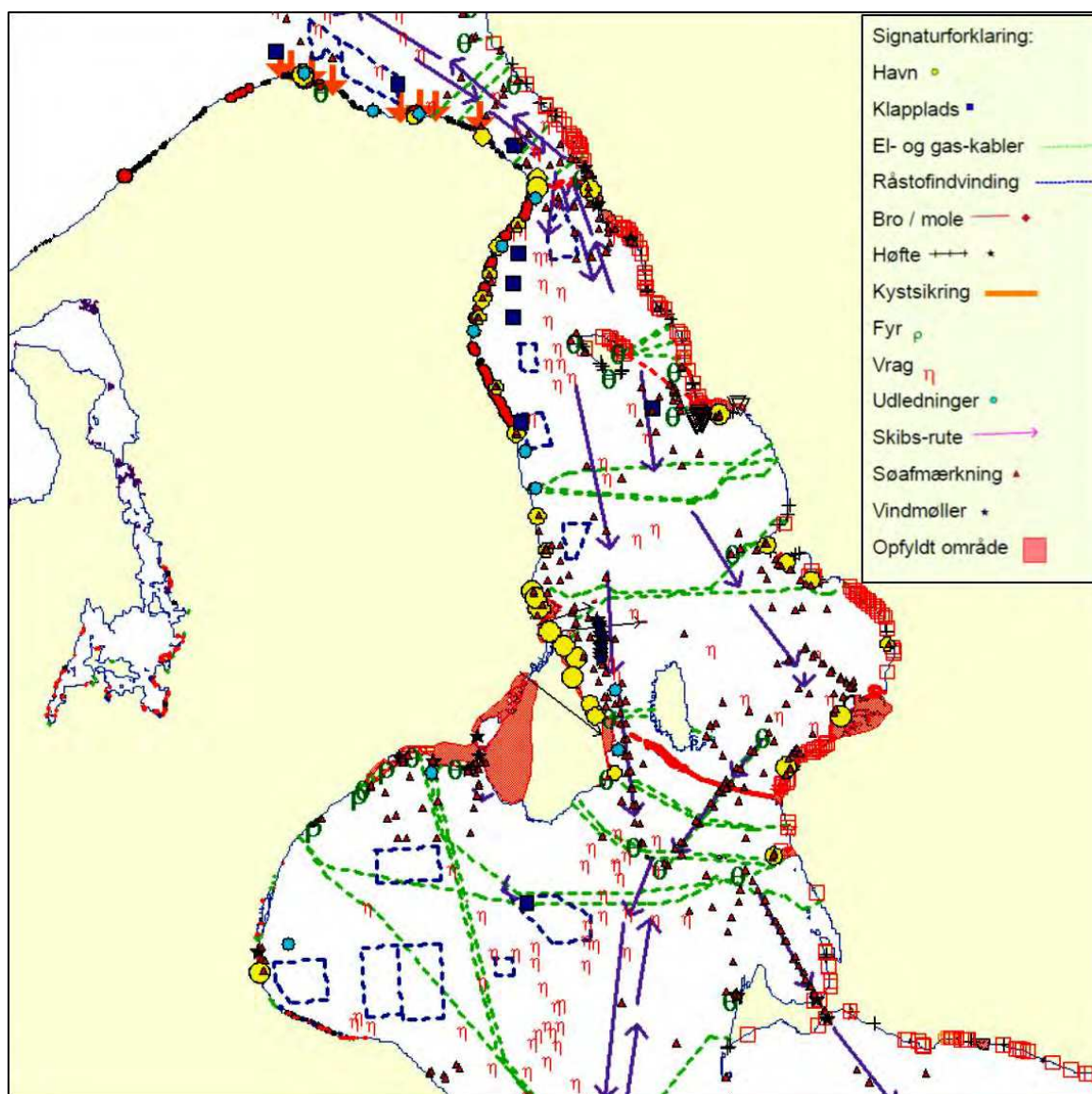
3.5 Den menneskelige påvirkning

Et omfang af den menneskelige aktivitet i Øresund, kan fås af Figur 3-11. Selv om alle typer aktiviteter på en eller anden måde vil påvirke af naturforholdene, vil der være betydelig forskel i arten og størrelsen af denne. Habitatforholdene kan blive påvirket af både en indirekte påvirkning i form af forurening med miljøskadelige stoffer (næringsstoffer og miljøfremmede stoffer) og en direkte i form af mekaniske forstyrrelse der især er knyttet til en udnyttelse af havets ressourcer (råstoffer, fisk, sejlads). Som for de øvrige åbne danske farvande er den menneskelige forurening stadig af betydning for tilstanden i Øresund (Hansen 2018).

Udledningen af næringsstoffer og kloakudløb er aftaget gennem de seneste årtier med nogle klare positive følger for havmiljøet, også i Øresund. Et vidnesbyrd om den forbedrede tilstand er de

mange havnebade, der i de seneste år er etableret i København. Ligeledes er omfanget af tilbagevendende iltsvindshændelser betydeligt mindsket (Hansen 2018).

Tegn på en stadig forringet tilstand er de stadig tilbagevendende algeopblomstringer, iltsvind, store mængder gopler og fravær af store fisk. Denne påvirkning kender ingen geografiske grænser og vil ikke kunne nedbringes alene ved en isoleret indsats i Øresundsregionen.



Figur 3-11. Illustration af den menneskelige aktivitet i Øresund

Note: Forskellig havrelaterede aktiviteter i Øresund, der vidner om vores forskellige måder at udnytte og præge havets ressourcer på (Angantyr & Nordell 2007). Hertil følger udledning af forurenende stoffer og fiskeri sig. Den rekreative udnyttelse bør desuden også tænkes med.

Hvad angår den mekaniske påvirkning af havbunden i Øresund, er det især råstofindvindingen, der de seneste år har været i fokus, hvilket er nærmere gennemgået i de følgende afsnit (3.5.1 - 3.5.5). Det skal dog nævnes at også erhvervsfiskeriet, på trods af trawlforbuddet, påvirker økosystemerne i Øresund. Ligeledes spiller den intense skibstrafik en forstyrrende rolle for dyrene i Øresund.

3.5.1 EFFEKT AF RÅSTOFINDVINDING

Råstofindvindingen i Øresund har været genstand for en del offentlig kritik af dens påvirkning på natur og miljø. Selv om kritikken måske kan være berettiget, har den ikke altid været lige saglig. Fortællingerne om den skade indvindingen påfører det omgivne miljø, er fagligt set ofte overdrevet. Omvendt mangler der også ofte dokumentation for det modsatte synspunkt. Problemet er, at det er temmelig vanskeligt at eftervise hvilken økologisk betydning en indvinding måtte have for plante- og dyrelivet i havet. Selv om indvindingen efterlader synlige spor i selve indvindingsområdet, er det ikke nødvendigvis sikkert, at dette har nogen nævneværdig betydning for de overordnede økologiske forhold i det aktuelle område.

Helt konkret vil indvinding i havet kunne påvirke natur- og miljøforhold ved:

1. Mekanisk oprodning af havbunden og fjernelse af havbundssedimenter og dermed en midlertidig til langvarig ændring af bundens morfologi.
2. Forøgelse af dybden, hvilket medfører en reduceret lysadgang til lavbunden samt ændringer i den lokale strømning og vandskifte.
3. Eventuel ændring af substrattypen - og dermed den pågældende habitattype - ved frasortering eller eksponeringen af anderledes og eventuelt nyt underliggende materiale.
4. Midlertidig øget indhold af partikler i vandsøjlen som følge af sedimentspildet under indvindingsarbejdet og efterfølgende sedimentation på den omkringliggende havbund, hvilket påvirker både pelagiske og bundlevende organismer

Desuden kan havbundens forandrede topografiske udseende som følge af råstofindvindingen ændre på det generelle strømningsmønster. Dette vil kunne påvirke sandtransporten og dermed sanddynamikken i de områder der støder op til indvindingsområdet. Da disse ændringer i Øresund - selv lokalt - kun vil berøre en relativ lille del af havbunden, sammen med den omstændighed at en sekundær påvirkning heraf på kystmorfologien ikke er dokumenteret eller sandsynliggjort, anses følgerne af de eventuelle ændrede strømforhold at være af mindre betydning.

Ligeledes vil der fra selve indvindingsarbejdet være nogen påvirkning fra støj, kunstigt lys, forstyrrelse af hydrografien og emissioner. Disse vil dog være helt ubetydelige i forhold til de eksisterende menneskelige aktiviteter i Øresund, og er derfor ikke medtaget i ovenstående liste.

Ovenstående beskriver råstofindvindingens direkte påvirkning af det fysiske miljø. Det første punkt i listen (punkt 1) består af ændringer i selve bundenes morfologi eller geofysiske egenskaber, mens de to næste (punkt 2 og 3) mere går på bundens udseende eller topografi i selve indvindingsområdet. Sedimentspredningen (punkt 4) berører derimod især naboområderne til indvindingen.

Følgerne af de fysiske ændringer for de biologiske forhold er ofte mere indirekte og ofte subtile, da de ikke lader sig kvantificere så nemt som den direkte fysiske påvirkning. Det skal dog understreges at graden af indvindingens umiddelbare påvirkning på omgivelserne afhænger fuldstændig af indvindingsformen, -mængderne, -tidspunktet og -stedets karakter. De fire potentielle påvirkninger listet foroven, skal hverken betragtes som en prioriteret liste eller en kvantitativ opgørelse af påvirkningens omfang.

3.5.2 RÅSTOFINDVINDINGEN ØRESUND

Samlet set dækker fællesområderne og overgangsområderne henholdsvis 3,5% og 6,7% af havbundsarealet i den danske del af det Øresund gående mellem Hornbæk og Nordhavn i det nordlige København, svarende til ca. 300 km² (Orbicon 2018). Da sandbunden her udgør ca. 39 % af havbundsarealet (Figur 3-7), er det omkring 9 % af denne bundtype, der i form af

fællesområderne har været genstand for en indvinding på dansk side i det nordlige Øresund. For det sydlige Øresund udgør sandbunden i Køge Bugt området ca. 2/3 af havbundsarealet. Således udgør de fem indvindingsområder i Køge Bugt ligeledes i alt 9 % af sandbundsarealet her.

Den danske del af Øresund som helhed omfatter et område på knap 1.300 km², hvoraf den nordlige del udgør ca. 560 km² og den sydlige del ca. 715 km². Sand dækker godt 50 % af havbunden i den danske del af Øresund. Det betyder at indvindingsområderne på dansk side udgør samlet set 3,9 % af sandbunden eller lidt over 2 % af det danske havbundsareal i Øresund.

Undersøgelser af de marine indvindingsområder langs både den danske og svenske side af Øresund viser tydelige tegn på at havbunden de pågældende steder er blevet forstyrret af indvindingen. Især i de områder hvor indvindingen er foregået med stiksugning står bunden tilbage med fordybninger på op mod 5 m under den oprindelige havbundoverflade.

På den danske side er effekterne dokumenteret på Lappegrund, Disken, Nivå Flak, Vedbæk og Skovshoved (Orbicon 2018, Rambøll 2018). På baggrund af akustiske opmålinger, er det samlede areal af fordybninger efter stiksugning i den danske del af det nordlige Øresund opgjort til 2,3 km² (Orbicon 2018), hvilket svarer til 1 % af sandbundsarealet på den danske side af det nordlige Øresund. Stiksugningen i det nordlige Øresund har stået for en samlet indvinding på godt 2 mio. m³ sand, mens slæbesugningen for knap 600.000 m³ i perioden 1996-2017. Slæbesugningen går ikke så dybt ned i havbunden som stiksugning, og da den ofte gentages i samme område, har den antagelig berørt et tilsvarende område som stiksugningen, nemlig andre 1% af den sandede havbund i det nordlige Øresund på dansk side.

Råstofindvindingen i det sydlige Øresund, nærmere bestemt til Køge Bugt, har i perioden 2008-2017 været på 5,5 mio. (jfr. afsnit 4.3). Det sandede areal på dansk side i det sydlige Øresund er over dobbelt så stort som i det nordlige. På baggrund af de seneste års tilladelser, står stiksugning for den største del af indvindingsmetoden i Køge Bugt. Det vurderes således, at stiksugningen har sat sine spor på mindst 2 % af sandbundsarealet i den danske del af det sydlige Øresund.

3.5.3 STIKSUGNING OG SLÆBESUGNING.

Indvindingsområder langs både den danske og svenske side af Øresund viser, som gennemgået ovenfor, tydelige tegn på, at havbunden de pågældende steder er blevet forstyrret af indvindingen. Især i de områder, hvor indvindingen er foregået med stiksugning står bunden tilbage med fordybninger på op mod 5 m under den oprindelige havbundoverflade.

De ringe iltforhold i stiksugningshullerne er den oftest forekommende virkning som følge af råstofindvindingen. De negative konsekvenser skyldes primært det reducerede vandskifte der notorisk vil være i fordybninger på havbunden og som vil medføre en mindsket ilttilførsel. Samtidig vil fordybninger have tendens til at samle organisk materiale, herunder løsvrevne ålegræsblade og makroalger, der driver langs havbunden. Det akkumulerede materiale vil under dets nedbrydning medføre et forøget iltforbrug der hurtigt kan lede til iltmangel i fordybningerne.

Graden af forringelsen i stiksugningshuller og slæbespor afhænger af strømforholdene de pågældende steder. På Disken og Lappegrunden, hvor strømpåvirkning er kraftig, ses ikke i samme grad dårlige iltforhold i stiksugningshullerne som ud for Vedbæk og Skovshoved, hvor strømmen over bunden er betydelig svagere (Orbicon 2018).

Sporene fra slæbe- eller stiksugning kan have varige spor i bundlandskabet. Det er fundet, at stiksugningshuller etableret i 1950'erne i Øresund stort set står intakte tilbage den dag i dag (Carneiro & Nilsson 2013).

Uanset hvor påvirket den biologiske tilstand er i fordybningerne efter stiksugning, vil denne ikke have nogen negativ effekt på de umiddelbare omgivelser. Følgerne af forringede iltforhold i fordybningerne vil være afgrænset hertil og vil ikke umiddelbart kunne brede sig uden for disse. Da vandbevægelserne i slæbesugningssporene ikke i samme grad som i stiksugningshullerne ændres nævneværdigt, vil en umiddelbar mulig forringelse af forholdene for bunddyr- og -planter fra indvindingen kunne afgrænses til selve stiksugningshullerne. For Øresund som helhed betyder det at ca. 2 % af det samlede sandbundsareal i en årrække står væsentlig påvirket tilbage efter sandindvinding. En tilsvarende forringelse af livsbetingelserne for bundlevende fisk og andre af de dyr der lever af bunddyr (visse dykænder og sæler) skal forventes.

Hertil kommer konsekvenserne for den benthiske primærproduktion fremkaldt af den generelle dybdeforøgelse fra indvindingen og medfølgende ringere lystilførsel til bunden. På Disken er det beregnet at fotosyntesen for de benthiske mikroalger er blevet ca. 20 % reduceret som følge af den gennemsnitlige dybdeforøgelse (ca. 70 cm) der er sket efter sandfjernelsen (Rambøll 2018). Dette vil i forhold til de bunddyr som f.eks. sandorm og østersømuslingen, der ernærer sig af benthiske mikroalger have størst betydning for de mest lavvandede dele af de indvundne sandområder, idet primærproduktion falder eksponentiel med dybden. Således vil den benthiske primærproduktion i 10 meters dybde være omtrent 4 gange større end i 15 m. I de op til 5 meter dybe stiksugningshuller er den benthiske primærproduktion således reduceret med op til 75 %. Stiksugningshullerne på Disken dækker et areal på ca. 10 % af indvindingsområdet (Orbicon 2018).

3.5.4 HABITATFORHOLDENE

Selv om de tilbageværende stiksugningsfordybninger i sig selv kan betragtes som en betydelig lokal habitatforringelse, må spørgsmålet om de overordnede økologiske implikationer af råstofindvindingen skulle vurderes bredere.

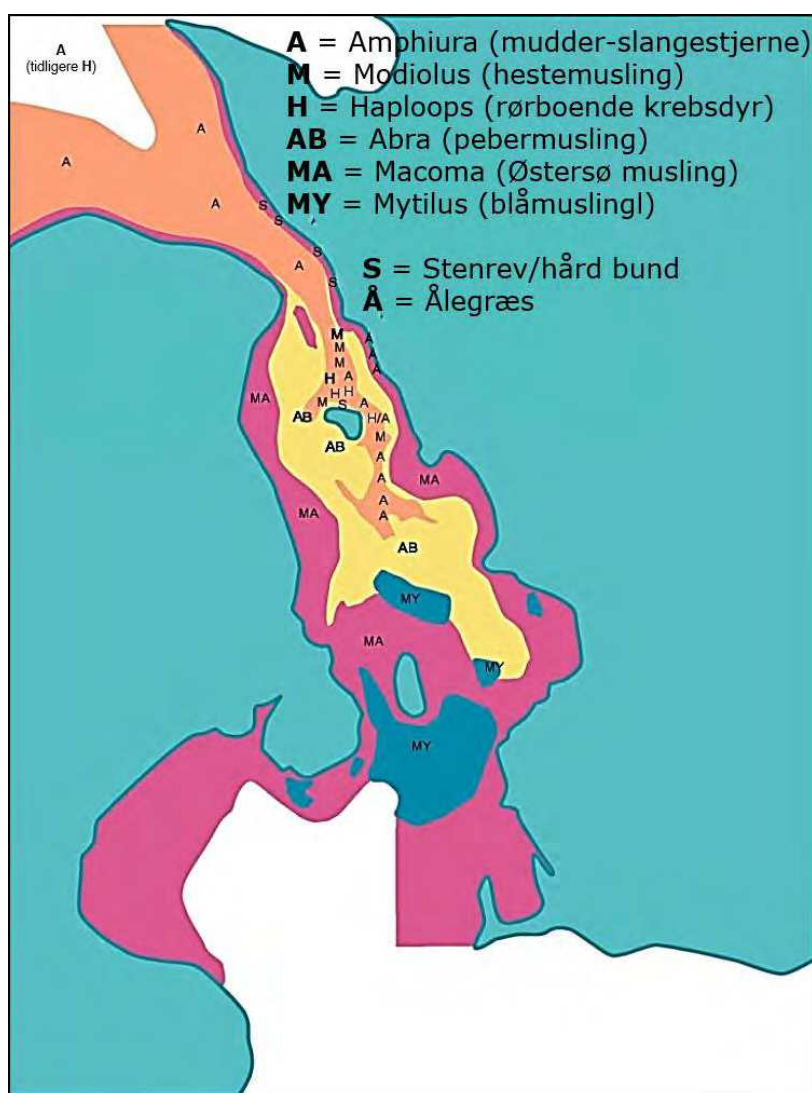
En påvirkning af habitatforholdene i tilknytning til indvinding er udført i forbindelse med en omfattende undersøgelse af bundforholdene på Disken i 2014 og 2017 (Orbicon 2014, Rambøll 2018). Den laveste del af Disken med dybder på omkring 10 meter (ca. 3,2 km²) udgør kerneområdet for sandindvindingen. Der har indtil begyndelsen af 2014 været en betragtelig råstofindvinding på den danske side af Disken, som udgør omtrent 90 % af Disken området (de øvrige ca. 10 % ligger på svensk side). Som beskrevet ovenfor har dybdeforøgelse og den relative lysnedgang som råstofindvindingen gennem tiderne har forårsaget på det relativt lavvandede Disken område, medført en betydelig direkte ændring i leveforholdene i dette område.

Mere uigennemskueligt er de indirekte implikationer for dyre- og plantesamfundene i omgivelserne til der hvor sandindvindingen foregår. Selv om den store sandbanke Disken i det nordlige Øresund virker meget ensartet, er der tale om en betydelig forskel mht. strømpåvirkning og dermed leveforholdene for bunddyrene (Rambøll 2018). Strømpåvirkningen er relativ stor i den nordøstlige del og relativ lille i den sydvestlige del. Dette giver sig udslag i tydelige naturlige forskelle i bunddyrssammensætningen i de to halvdele. Samtidig ser bunddyrssamfundene ud til at være betydelig langsommere om at genetablere sig i den svage strømpåvirkede del i forhold til den mere strømpåvirkede del. Bunden virker således mere biologisk robust over for en mekanisk påvirkning når den i forvejen er kraftig påvirket af strøm, mens det modsatte gør sig gældende i de mere strømsvage områder. Da de mindre strømpåvirkede dele af Disken samtidig udviste den største biologiske mangfoldighed, vil dette være en forstærkende omstændighed for områdets

sårbarhed overfor en mekanisk forstyrrelse af havbunden. Dette igen vil kunne medføre en væsentlig forringelse af fødeforholdene for fisk, idet Disken er kendt som et godt levested for fisk (Rambøll 2018).

Set i forhold til de øvrige indvindingsområder i Øresund, vil Lappegrunden bedst kunne sammenlignes med forholdene på den strømfyldte del af Disken, mens indvindingsområderne syd herfor ved Nivå, Vedbæk, Skovshoved og Køge Bugt, bedst kan sammenlignes med den mere strømsvage del af Disken.

Dertil kommer i hvilken udstrækning leveforholdene i indvindingsområdet svarer til de omkringliggende leveforhold. Den direkte påvirkning af råstofindvindingen på naboområder vil være afgrænset til sedimenttabet til vandsøjlen i forbindelse med indvindingsarbejdet (Spearman 2015). Såfremt der er tale om rimelig ens udseende områder, så vil påvirkningen være mindre uden for indvindingsområdet end inden for. Dette kunne bekræftes af undersøgelsen på Disken, hvor det er relativt små forskelle, der præger dyrelivet inden og umiddelbart udenfor indvindingsområdet (Rambøll 2018). Anderledes kritisk kan det være for nærliggende levesteder der i deres økologiske funktion afviger fra indvindingsstedets. I den henseende har Disken som velafgrænset sandbanke, karakter af en ø med noget anderledes omgivelser hvad angår leveforholdene. Tæt på Disken findes således både haploops- og hestemusling samfund (Figur 3-12), hvis økologi er væsentlig forskellig fra det bundliv der typisk er tilknyttet sandbanken som naturtype. Især forekommer det lille rørboende krebsdyr, haploops, temmelig sårbar overfor forhøjede partikkelkoncentrationer i vandet og efterfølgende sedimentation (Thorson 1955, 1957, 1960, 1968). En tilsvarende negativ økologisk påvirkning af en kunstig oplømning af sedimentpartikler i vandet vil være, hvis de i store mængder spredtes ind over ålegræsenge eller revområder (ICES 2016 og referencer heri).



Figur 3-12. Kortlægning af levesteder for markante bundlevende organismer i Øresund (Øresundsvandsamarbejdet 2002). Sandbanken Disken er sammenfaldende med det lilla Macoma område i den nordlige indsnævring.

Spild fra indvindingen vil kunne blive ført ud på det dybere omgivne vand hvor bl.a. haploos lever. Sand vil med dets relative hurtige synkehastighed (> 10 m/t) og ved en relativ lav strømhastighed på 0,1 knob, kunne nå over 500 m fra Disken før det lander på bunden i 30 m's dybde. Hvis det antages at ca. 5% af det indvundne sand spildes til omgivelserne (Øresundsvandsamarbejdet 1998) og at sandet atter sedimentere i et område svarende til det dobbelte af indvindingsområdet ($0,55 \text{ km}^2$), vil den totale indvindingsmængde siden 1969 og frem til 2014 på 2,22 mio. m^3 (Rambøll 2018), give anledning til en samlet sedimentation på over 10 cm. En så betydelig sandtilførsel til et område med begrænset naturlig sedimentation og resuspension, vil kunne påvirke en suspensionsæder som haploos negativt. Selv om det vil være forhastet, at konkludere at råstofindvindingen på Disken har været medvirkende til haploos tilbagegang i Øresund, tjener beregningen som eksempel på hvordan sedimenttabet fra en indvinding kan påvirke levesteder i naboområderne.

Når det kommer til de miljøundersøgelser, der er lavet i forbindelse med råstofeftersforskning og -indvinding i havet, baseres de ofte på en manglende viden om følgerne af den mekaniske påvirkning af havbunden på biologien. Uden en nærmere undersøgelse

else af f.eks. de bunddyr, der for hovedpartens vedkommende lever nedgravet, konkluderes det stort set sammenstemmende, at den eksisterende biologiske værdi på både lokal som på regionalt niveau er lav og uden væsentlige biologiske interesser (Orbicon 2018). Disse vurderinger beror på observationer af større synligt liv på bundoverfladen på lokaliteten, uden en samtidig vurdering af områdets naturlige økologiske potentiale. I det omfang en påvirkning anerkendes, er den knyttet til den umiddelbare og direkte påvirkning fra selve indvindingsaktiviteten. Som det fremgår af undersøgelsen på Disken, kan de indirekte økologiske følger virkninger imidlertid være omfattende og af væsentlig betydning for livet i området (Rambøll 2018).

I nærværende sammenstilling af effekterne af råstofindvindingen på natur og miljø i Øresund, er effekterne forsøgt gradueret i forhold til det betydelige fysiske spektrum de forskellige indvindingsområder repræsenterer. Variationen med hensyn til lys, strøm, salt, substrat og topografi, der gør sig gældende fra område til område, indebærer en tilsvarende variation hvad angår områdets sårbarhed over for en kunstig mekanisk påvirkning af havbunden. På baggrund af den nuværende viden om de forskellige områder, er det ikke muligt at give et entydigt kvantitativt eller kvalitativt svar på hvad indvindingen konkret betyder i de enkelte sager, men ved at sætte de forskellige fysiske følger virkninger af råstofindvindingen i relation til de naturgivne fysiske forhold, er det muligt kvalificeret at vurdere de potentielle økologiske implikationer af indvindingen. På denne måde kan det bedre afgøres hvor biologisk robust eller sårbart et område er over for en råstofindvinding.

3.5.5 EFFEKT FOR DYR OG PLANTER

Som beskrevet ovenfor vil der være indirekte økologiske komplikationer for dyr- og plantelivet fra råstofindvindingen. Vurderingen heraf for bl.a. sårbare arter vil kræve en konkret økologisk baseret udredning af de stedværende forhold fra indvindingssag til indvindingssag. Når det kommer til truede arter vil der imidlertid ofte være et ønske om at belyse den mere direkte effekt på de dyr og planter der potentielt vil komme i direkte fysisk kontakt med indvindingsaktiviteten. For truede arter i Øresund er det i sær i forhold til marvinbestanden, at der er udtrykt bekymring for sandindvindingens betydning. Bekymring for, at periodevise tilbagegange i antallet af observerede marsvin ved Lappegrund skyldes indvindingen, kunne dog ikke bekræftes i en nylig rapport om emnet som viste at der ikke kunne observeres nogen sammenhæng mellem marsvins forekomst og indvinding (Teilmann et al 2018). Under selve indvindingsarbejdet vil forstyrrelsen heraf dog holde marsvin på afstand.

3.6 Sammenfatning

Øresund fremstilles ofte som et enestående naturområde midt i nordens mest tætbefolkede område med omkring 3,8 mio. indbyggere. Som forbindelsesled mellem Nordsøen og Østersøen, oplever Øresund en særlig fysisk variation, der sætter sit præg på livet både over og under overfladen. Den betydelige fysiske variation i form af bundtyper, strømforhold og dybdeforskelle i kombination med at trawlfiskeri som har været forbudt i over 80 år, har faktisk gjort Øresunds natur til noget ganske særligt.

De livsformer som findes i Øresund findes også i andre indre danske farvande. En vurdering af Øresund som naturmæssigt unikt skal derfor basere sig på nogle objektive og genkendelige kriterier, der adskiller Øresund fra andre farvande. Kvantitativt er dette foretaget med udgangspunkt i torskens trivsel samt ud fra antallet af veldefinerede levesteder for dyr og planter i Øresund. På den rent kvalitative side, er fremtrædende naturforhold for Øresund beskrevet.

Torsken er med sin placering i den øvre ende af den marine fødekæde en god indikator for et havområdes miljø- og naturtilstand. I lighed med andre toppredatore, er torskens tilstedeværelse

et vidnesbyrd om et intakt og velfungerende økosystem. Samtidig er torsk en art hvis forekomst i Kattegat-Østersø området er velbeskrevet. Det er således blevet påvist at torskepopulationen i Øresund sammenlagt er større end i Kattegat, selv om Øresunds areal er ca. ti gange mindre end Kattegats. Torskens gode forhold i Øresund skyldes en kombination af gode fødeforhold og at trawlfiskeri i store dele af Øresund er forbudt.

Hvad angår betingelserne for livet i Øresund, er der udført en opgørelse over antallet af veldefinerede levesteder (habitater) i Øresund og tilstødende farvande. I Øresund gående fra Køge Bugt – Falsterbro området i syd til udmundingen mellem Gilleleje og Kullen i nord, kan der genfindes over 20 forskellige habitattyper, mens tallet for Kattegat ligger på 15. Kattegat er det indre farvand der har næstflest habitattyper. Grunden til Øresunds store antal habitattyper, skyldes primært brakvandspåvirkningen fra syd og den høje saltpåvirkning fra nord. Tilsvarende saltgradienter findes ikke i andre danske farvande. Denne mangfoldighed af levesteder afgrænset til et relativt lille geografisk område, giver nogle optimale betingelser for et rigt dyre- og planteliv. Dette skyldes ikke kun selve antallet men også interaktionen mellem de tætliggende habitater. Den gensidige påvirkning kan dog også hurtig blive en svaghed, idet forstyrrelser i det ene habitat kan have en negativ forplantende virkning i det andet.

Af særlige naturforhold i Øresund er hestemuslingsamfundet (opkaldt efter en stor musling der minder om blåmusling) og det såkaldte Haploos samfund (opkaldt efter et lille rørboende krebsdyr) i det nordlige Øresund. Begge slags dyr danner via deres fysiske fremtrædelse på havbunden levested for en række andre organismer. I lighed med torsken, skyldes deres betydelige tilstedeværelse i Øresund antageligvis fraværet af bundtrawling. På trods heraf er begge samfund de seneste år gået kraftig tilbage, hvilket muligvis skyldes udefrakommende påvirkninger som følge af forstyrrelser fra bundtrawl og en stadig eutrofiering i nærliggende økosystemer i og udenfor Øresundsområdet.

Sammen med andre markante naturhold i form af strandengsvidder, ålegræsenge og blåmuslingetæpper, må Øresund stadig skulle betegnes som et unikt havområde i Østersø-Kattegat regionen.

I relation til miljøpåvirkningen fra sandindvindingen, er det især to forhold der gør sig gældende:

- Ændringen af bundens morfologiske og topografiske udseende og dermed de stedværende leveforhold.
- Spredningen af sedimentspild til omgivelserne og medfølgende påvirkning af dyr og planter.

I vurderingen af sandindvindingens påvirkning er anvendt en økologisk vinkel der inddrager både de direkte og indirekte påvirkning af de biologiske forhold. De berørte økosystemers sårbarhed over for en kunstig mekanisk påvirkning af havbunden er bestemt af de givne naturlige fysiske livsbetingelser i området (lys, strøm, salt, substrat og topografi).

Omkring 9 % af sandbunden i såvel den sydlige som den nordlige del af Øresund er direkte påvirket af råstofindvinding i form af indvindingsspor og stiksugningshuller, hvilket har medført en tilsvarende procentvis forringelse af leveforholdene for de bunddyr der lever på denne bundtype. Værst er forringelsen knyttet til stiksugningshullerne, der udgør ca. 2 % af Øresunds sandbund.

Sedimenttabet til omgivelserne vil også kunne medføre forringede leveforhold. Dette gælder især når naboområderne til råstofindvindingen ikke selv udgøres af ren sand- eller grusbund, men f.eks. af en mindre strømpåvirket mudderbund. Ligeledes vil ålegræsområder eller andre udprægede levesteder for fisk kunne være kritisk berørt af en nærliggende råstofindvinding.

Det er ikke muligt at give et entydigt svar på hvad indvindingen konkret betyder for de lokale økologiske forhold, men ved at sætte de forskellige fysiske følgerikninger af råstofindvindingen i relation til de naturgivne fysiske forhold, har det været muligt at forstå og vurdere de potentielle økologiske implikationer af sandindvindingen. I miljømæssig henseende er det vigtigt ikke at skære alle indvindingsområder over en kam. Således forekommer indvindingsområderne i Øresund mellem København og Helsingør at være økologisk sårbare over for sandindvindingen, mens Lappegrunden i Øresundstragten og områderne i Køge Bugt pga. de mere ensartede omgivelser lader til at være betydelig mere robuste.

4. RÅSTOFINDVINDING

I dette kapitel analyseres råstofindvindingshistorikken i Øresund og i alternative råstofindvindingsområder på havet og på land samt tilladte råstofindvindingsmængder og råstofkvaliteter i disse områder. Analysen udføres med henblik på at sammenstille og vurdere råstofgrundlaget i alternative råstofindvindingsområder på havet og på land ved et evt. stop eller delvist stop for råstofindvinding i Øresund.

Råstofressourcerne i betragtning er sand, grus og sten, hvor sten fra havet er begrænset til fraktionen ral (op til 300 mm). Sammenstillingen af data omfatter en analyse med angivelse af råstoflokaltet, -mængde, -kvalitet og -sikkerhed. Analysen omfatter erstatning for de råstoffer, som man eventuelt ikke længere vil hente i Øresund. I den efterfølgende samfundsøkonomiske analyse forudsættes det, at råstofkvaliteten i alternative indvindingsområder på havet og på land skal svare til de indvundne råstofkvaliteter i Øresund, med udgangspunkt i råstofindvindingen i de seneste 10 år (2008-2017).

Specifikt indeholder dette kapitel:

- En beskrivelse af indvindingsområderne i Øresund og en bestemmelse og sammenstilling af råstofindvindingshistorikken i de seneste 10 år (2008-2017)
- En bestemmelse og sammenstilling af tilladte råstofindvindingsmængder i de nuværende tilladte indvindingsområder i Øresund (udlagte fællesområder); herudover en betragtning i forhold til de totale kortlagte råstofmængder i disse fællesområder og i de kortlagte ressourceområder i Øresund.
- En bestemmelse og sammenstilling af tilladte råstofindvindingsmængder i de øvrige, nuværende tilladte indvindingsområder på havet uden for Øresund fra det sydlige Kattegat til Arkona Bassinet (udlagte fællesområder); herudover en betragtning af de totale kortlagte råstofmængder i disse fællesområder og i de kortlagte ressourceområder. Ligeledes en bestemmelse og sammenstilling af råstofindvindingshistorikken i fællesområderne i de seneste 10 år (2008-2017). Desuden en betragtning af de kortlagte råstofressourcer på Kriegers Flak ud for Møn.
- En bestemmelse og sammenstilling af råstofrestmængder i tilladte indvindingsområder på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland (udlagte graveområder); derudover en bestemmelse og sammenstilling af råstofindvindingshistorikken i graveområderne i de seneste 10 år (2008-2017).
- En sammenstilling og vurdering af råstofgrundlaget for scenarier og alternativer for den samfundsøkonomiske analyse.

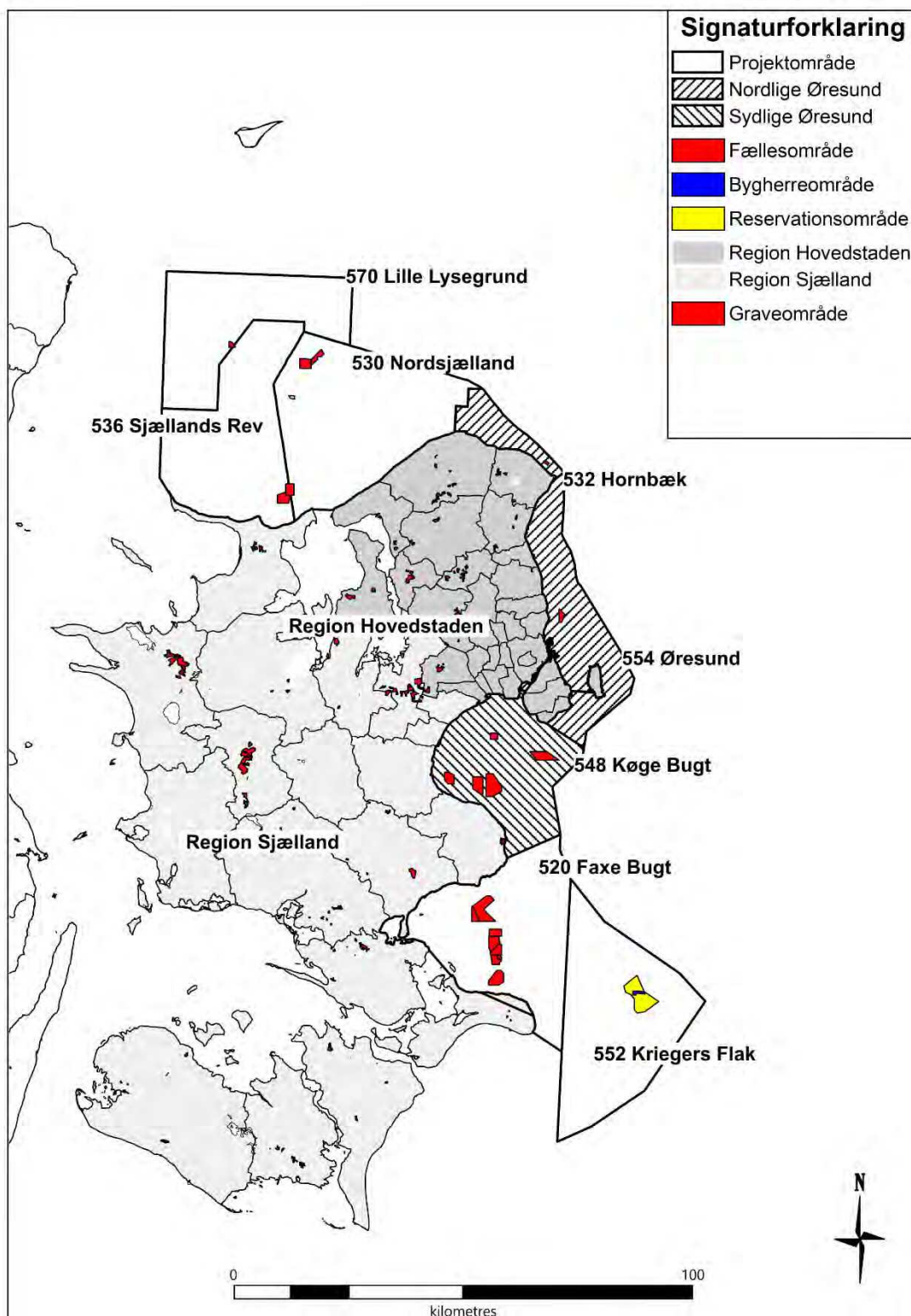
I projektperioden er der afholdt aktørinterview med råstofbranchen (bl.a. Dansk Byggeri/Råstofsektionen, NCC Industry og Sten & Grus Prøvestenen A/S) med henblik på at inddrage evt. udfordringer i branchen.

4.1 Undersøgelsesområde

Til havs omfatter undersøgelsesområdet i nærværende rapport fællesområderne i de marine projektområder i det nordlige Øresund (532 Hornbæk og 554 Øresund) og i det sydlige Øresund (548 Køge Bugt) samt i det sydlige Kattegat (530 Nordsjælland, 536 Sjællands Rev og 570 Lille Lysegrund) og i Faxe Bugt (520 Faxe Bugt). Desuden er det marine projektområde 552 Kriegers Flak øst for Møn inddraget, hvor der er udlagt et bygherreområde og et reservationsområde, men hvor der ikke er udlagt fællesområder.

På land omfatter undersøgelsesområdet graveområderne i kommunerne i Region Hovedstaden (bortset fra Bornholm Kommune pga. den store afstand til København) og Region Sjælland.

Projektområderne med fællesområderne til havs og regionerne med kommunegrænser og graveområder på land er vist i Figur 4-1.



Figur 4-1. Undersøelsesområdet med illustration af projektområderne med fællesområderne til havs og regionerne med kommunegrænser og graveområder på land.

De forskellige områdetyper til havs og på land er beskrevet i nedenstående bokse (Boks 1 og Boks 2).

Boks 1: Områdetyper på havet (jf. Miljøstyrelsen; Miljøgis; Witt & Lomholt, 2017)

Fællesområder er områder, der er udlagt med muligheder for, at alle kan søge indvindingstilladelse til området. I områderne er der udlagt en samlet tilladt indvindingsmængde, der enten er total eller både total og samtidig med en årlig begrænsning. Desuden kan der være enten en total eller årlig begrænsning på den tilladte indvindingsmængde af fyldsand.

Auktionsområder er områder, hvor virksomheder har mulighed for at opnå eneret til indvinding ved at byde på en auktion.

Bygherreområder er områder, hvor en bygherre har eneret til indvinding til større projekter, som store broforbindelser, havneudvidelse, kystfordring m.v.

I undersøgelsesområdet er der en bygherretilladelse i projektområdet 552 Kriegers Flak ansøgt af Vejdirektoratet i forbindelse med projektet omkring Storstrømsbroen.

Reservationsområder er områder udlagt ved en bekendtgørelse og uden tidsbegrænsning. Områderne er ofte helt eller delvist kortlagt i forbindelse med udlægningen af området. Dele af områder kan ligeledes være dækket af de kortlægninger der er vist i den nationale Marine Råstofdatabase (Marta), se beskrivelse af Marta-databasen i afsnit 4.3, og der er derfor ofte ressourceopgørelser på dele af det afgrænsede område. Reservationen af områder er fastsat ved en bekendtgørelse og uden tidsbegrænsning. I undersøgelsesområdet er der også et reservationsområde i projektområdet 552 Kriegers Flak.

Potentielle fællesområder er tidligere indvindingsområder og efterforskningsområder, hvor der kan indgives anmeldelse af efterforskning og ansøges om indvinding som fællesområde til råstofindvinding. Disse områder indgår i indvindingshistorikken i de tilfælde, hvor der har fundet indvinding sted i løbet af de seneste 10 år (2008-2017); områderne indgår ikke i nærværende analyse i relation til tilladte råstofindvindingsmængder, idet disse områder aktuelt ikke er udlagt til råstofindvinding.

Boks 2: Områded typer på land (jf. Region Hovedstaden, 2017; Region Sjælland, 2016)

Graveområder er områder, der er klart afgrænsede og udpeget i regionernes råstofplaner. I graveområderne er der en dokumenteret forekomst af råstoffer, og det kan forventes, at mængden og kvaliteten af råstoffer er af erhvervsmæssig interesse for indvinding. Inden for graveområderne går hensynet til råstofindvinding forud for andre interesser, hvilket vil sige, at der som udgangspunkt ikke må foretages ændringer i områderne, som forhindrer en fremtidig indvinding af den pågældende forekomst. Ved udlægning af graveområder har regionen foretaget en overordnet afvejning ud fra råstofforekomstens mængde og kvalitet, områdets beliggenhed i forhold til den lokale og regionale forsyningsituation og de planlægnings- og miljømæssige interesser, der i øvrigt er i området. Der er ikke udlagt graveområder de steder hvor det er oplagt, at det ikke vil være muligt at udnytte ressourcen. Dette er f.eks. Natura 2000-områder, fredede arealer, by- og sommerhusområder (Region Hovedstaden, 2017; Region Sjælland, 2016).

Interesseområder er områder, hvor der ifølge tilgængelig geologisk viden og ud fra en foreløbig vurdering forventes at kunne findes råstoffer i et sådant omfang, at det vil kunne betegnes som en råstofforekomst. Interesseområder skal sikre, at der ikke gennem anden planlægning eller ændret anvendelse sker udlæg til andre formål, der vil kunne forhindre en senere udnyttelse af råstofferne. Det er et krav ifølge råstoflovens § 5a stk. 2, at der udpeges interesseområder i råstofplanen for at sikre forsyningen med råstoffer på sigt. Indvinding inden for interesseområder ligestilles med indvinding uden for graveområder, hvorfor der som udgangspunkt ikke kan ske råstofindvinding i et interesseområde. Interesseområderne indgår ikke i nærværende analyse, idet der hverken er indvundet eller udlagt råstoffer i interesseområderne.

4.2 Råstofressourcesikkerhed

På havet er de kortlagte råstofressourcer klassificeret efter viden om resourcesikkerhed. Resourcesikkerheden er inddelt i påviste, sandsynlige og spekulative forekomster (se nedenstående Boks 3, jf. Witt & Lomholt, 2017).

Fællesområderne til havs ligger generelt inden for kortlagte ressourceområder, hvor resourcesikkerheden er påvist eller sandsynlig (jf. Marta-databasen, se beskrivelse i afsnit 4.3). Inden for undersøgelsesområdet eksisterer dog enkelte udlagte fællesområder, hvor der iflg. ressourcekortlægningen ikke er påviste eller sandsynlige ressourcer. Dette er gældende for fællesområde 548-EA Mosede i projektområde 548 Køge Bugt, hvor den kortlagte ressource er spekulativ, samt i fællesområde 554-AA Skovshoved i projektområde 554 Øresund, fællesområde 548-FA Køge Bugt Øst i projektområde 548 Køge Bugt og fællesområde 520-DA Nordmandshage i projektområde 520 Faxe Bugt, hvor der hverken er kortlagt påviste, sandsynlige eller spekulative ressourcer.

På land er graveområderne iflg. MiMa-undersøgelserne alle vurderet som påviste ressourcer (Ditlefsen et al., 2015a/b).

Boks 3: Ressourcesikkerhed (jf. Larsen, 1994; Witt & Lomholt, 2017)

Påviste ressourcer er karakteriseret ved, at datagrundlaget er tilstrækkeligt til at give en generel vurdering af volumen og kornstørrelse og i visse tilfælde ligeledes materialekvalitet. Der kan således gives et kvalificeret bud på hvad og hvor meget, der kan produceres og af hvilken kvalitet. Man må forvente at ressourcens størrelse er angivet med en usikkerhed på 20%. Undersøgelsesniveauet svarer til fase 1b undersøgelserne i Bilag 3 i bekendtgørelsen nr. 780 om råstofeftersforskning og indvinding af råstoffer fra søterritoriet og kontinentalsoklen af 20. juni 2017.

Sandsynlige ressourcer er forekomster, hvor afgrænsning og volumen er rimeligt velkendt baseret på få seismiske linjer og prøvetagninger med tilhørende kornstørrelsesanalyser. Der er altid foretaget en volumetrisk opgørelse af disse ressourcer, men usikkerheden er stor og den er skønnet til i gennemsnit at være på 50%.

Spekulative ressourcer er forekomster, som hovedsageligt er dokumenteret ved seismiske data og hvis sammensætning i det væsentlige er formodet ud fra en geologisk model. Der er ofte ikke foretaget ressourceopgørelser for disse forekomster. Hvis der foreligger en opgørelse, vil usikkerhederne ved ressourceopgørelserne for disse områder ofte være meget store. I gennemsnit er usikkerheden skønnet til at være op til 80 %.

4.3 Bestemmelse af råstofmængder og -kvaliteter

I dette afsnit beskrives datagrundlaget, idet råstofdata fra hhv. hav og land indberettes til, opbevares af og offentliggøres af forskellige offentlige institutioner. Efterfølgende beskrives metoderne til bestemmelse af råstofmængder og -kvaliteter både ift. bestemmelse og sammenstilling af råstofindvindingshistorikken og tilladte råstofindvindingsmængder.

4.3.1 DATAGRUNDLAG

Indvinding af råstofferne sand, grus og sten **fra havet** indberettes af erhvervet til Miljøstyrelsen på lasteniveau. Disse lastedata er ikke offentligt tilgængelige af hensyn til erhvervet. Sammenstilling af indvindingshistorikken i de seneste 10 år (2008-2017) er baseret på disse data stillet til rådighed af Miljøstyrelsen. Data er anvendt og præsenteret fordelt på projektområder (se Figur 4-1 med projektområder) under hensyntagen til den fortrolighed, der er gældende over for de firmaer, der har indberettet data.

Tilladte indvindingsmængder af råstofferne sand, grus og sten **til havs** i fællesområder (se afsnit 4.1 for beskrivelse af områder) opgøres og offentliggøres af Miljøstyrelsen og er offentligt tilgængelige på Miljøgis.dk og Miljøstyrelsens hjemmeside. De tilladte råstofindvindingsmængder er ligeledes præsenteret fordelt på projektområder.

Desuden er de samlede kortlagte ressourcer af råstofferne sand, grus og sten **til havs** i fællesområderne samt i projektområderne inddraget med henblik på at belyse de totale mængder til havs. Data for disse kortlagte råstofressourcer er tilgængelige i den nationale Marine Råstofdatabase (Marta). Marta-databasen er oprettet og vedligeholdes i et samarbejde mellem Miljøstyrelsen og GEUS.

Kvalitetsfordelingen anvendt for marine råstoffer er beskrevet nedenfor.

Indvinding af råstofferne sand, grus og sten **på land** indberettes af erhvervet til regionerne på graveområdeniveau. Disse graveområdedata er ikke offentligt tilgængelige af hensyn til erhvervet. Dog er disse indvindingsdata tilgængelige på kommuneniveau hos Danmarks Statistik på Statistikbanken.dk. Sammenstilling af indvindingshistorikken i de seneste 10 år (2008-2017)

er baseret på disse data på kommuneniveau og præsenteret fordelt på regionerne, dvs. hhv. Region Hovedstaden og Region Sjælland.

Restmængder af råstofferne sand, grus og sten **på land** i graveområder udlagt i regionernes Råstofplan 2016 er senest sammenstillet af NIRAS for Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer (NIRAS, 2018). Sammenstillingen er foretaget på kommuneniveau, hvor tallene for Region Hovedstaden og Region Sjælland er hentet direkte fra tabeller i råstofplanerne (Region Hovedstaden, 2017; Region Sjælland, 2016). I nærværende rapport er råstofrestmængderne sammenstillet af NIRAS (NIRAS, 2018) blevet opdateret med indvindingen i 2016 og 2017 vha. indvindingsdata beskrevet ovenfor.

Kvalitetsfordelingen af de indvundne råstoffer **på land** samt kvalitetsfordelingen af restmængderne af råstofferne sand, grus og sten er bestemt på kommuneniveau (og præsenteret fordelt på hhv. Region Hovedstaden og Region Sjælland) ved anvendelse af vurderingerne fra MiMa-undersøgelserne (Ditlefsen et al., 2015a/b). Denne bestemmelse af kvalitetsfordelingen baseret på MiMa-undersøgelserne er beskrevet nedenfor.

Eksport i form af direkte losning i udenlandske havne af råstofferne sand, grus og sten indvundet fra havet indberettes ligeledes af erhvervet til Miljøstyrelsen på lasteniveau. Sammenstilling af eksporten i de seneste 10 år (2008-2017) er baseret på disse data stillet til rådighed af Miljøstyrelsen. Igen er data præsenteret fordelt på projektområder.

Kvartalsvis godsomsætning på større danske havne efter godsart (bl.a. sand, grus og sten) og retning, dvs. bl.a. indgående gods fra udlandet (import) og udgående gods til udlandet (eksport) er tilgængelig hos Danmarks Statistik på Statistikbanken.dk. Sammenstilling af import og eksport af sand, grus og sten til og fra Københavnsområdet i de seneste 10 år (2008-2017) er baseret på disse data for hhv. Københavns Havn og Køge Havn.

4.3.2 BESTEMMELSE AF RÅSTOFMÆNGDER

Bestemmelse og sammenstilling af indvundne råstofmængder **fra havet** i de seneste 10 år (2008-2017) er baseret på lastedata stillet til rådighed af Miljøstyrelsen. Som tidligere nævnt er data anvendt og præsenteret fordelt på projektområder under hensyntagen til den fortrolighed, der er gældende over for de firmaer, der har indberettet data.

Bestemmelse og sammenstilling af udlagte tilladte råstofindvindingsmængder **til havs** i fællesområderne er baseret på Miljøstyrelsens opgørelse fra 31/3-2018 og er ligeledes præsenteret fordelt på projektområder. Bestemmelse af de samlede kortlagte råstofressourcer **til havs** i fællesområderne samt i projektområderne er baseret på data tilgængelige i Marta-databasen.

Bestemmelse og sammenstilling af indvundne råstoffer **på land** i de seneste 10 år (2008-2017) er baseret på indvindingsdata på kommuneniveau fra Danmarks Statistik på Statistikbanken.dk og præsenteret fordelt på regionerne. Bestemmelse og sammenstilling af restmængder af råstoffer på land i udlagte graveområder er baseret på den seneste sammenstilling foretaget af NIRAS på kommuneniveau (NIRAS, 2018) og opdateret med indvindingen i 2016 og 2017, så opgørelsen er per 31/12-2017.

4.3.3 BESTEMMELSE AF RÅSTOFKVALITETER

Hvad angår kvaliteten af råstoffer fra hhv. marine områder og fra landområder er der forskel mellem den måde sand-, grus- og stenforekomster opgøres. For marine områder benyttes de naturlige ubehandlede råstoffer, mens det på land er de handlede/sorterede produkter.

Nærværende rapport tilstræber at benytte samme klassifikation for både de marine og de landbaserede råstofressourcer, idet der tages udgangspunkt i de naturlige ubehandlede kvalitetsklasser, der benyttes til havs. De marine kvalitetsklasser har den fordel, at de opfylder krav til råstoffets sammensætning, og ikke til de færdige sand- og grusprodukter, som ofte er blandingsprodukter (Ditlefsen et al., 2015a/b).

De enkelte kortlagte ressourceområders sammensætning kan karakteriseres på baggrund af udvalgte kvalitetsparametre, hvor kornstørrelsesfordeling er den grundlæggende parameter, som ofte er analyseret, mens mere specielle undersøgelser af petrografi (reaktive korn) kun er foretaget i enkelte tilfælde. Materialet til at udføre kornstørrelsesanalyser på stammer primært fra skibslaster, prøvesugninger og borer.

Den ideelle beskrivelse kræver en detaljeret viden om kornstørrelsesvariationerne i en given forekomst. Dette vidensniveau foreligger dog kun yderst sjældent. Derfor er det ikke muligt at angive meget nøjagtige angivelser af sand, grus og ralindholdet samt deres fordeling inden for de enkelte ressourceområder. I stedet er ressourceområdenes råstofkvaliteter (som defineret i det følgende) angivet efter samme retningslinjer, som der kræves af indvindingsfirmaerne ved indberetningen af skibslaster. De kortlagte ressourcer er opgjort efter råstofkvaliteten i de fem undergrupper, hhv. Sand 0, Sand 1, Grus 2, Ral 3 og Fyldsand 4, hvor fire af de fem kvaliteter udelukkende er baseret på materialets kornstørrelse (Sand 0, Sand 1, Grus 2 og Ral 3), mens den sidste (Fyldsand 4) er baseret på anvendelse (se definitionerne nedenfor). I den forbindelse er det dog væsentligt at bemærke, at lastedata indberettes med totale mængder Grus 2 og Ral 3, og ikke med minimumsmængder af grus i Grus 2 (mindst 10% grus > 2 mm) og ral i Ral 3 (mindst 15% ral 6-300 mm), som det er tilfældet ved kortlægningen af ressourceområder.

Som nævnt kræver en sikker kvalitetsvurdering analyser af kornstørrelsesvariationerne i en given ressource, men for landområder foreligger disse data ikke. Derfor er der anvendt en fordelingsnøgle for at omregne givne råstofmængder af sand, grus og sten på land til de marine kvalitetsklasser. Til denne omregning er der blevet beregnet fordelingsnøgler baseret på MiMa-undersøgelserne (Ditlefsen et al., 2015a/b), efterfølgende refereret til som MiMa-fordelingsnøgler. I forbindelse med MiMa-undersøgelserne blev kvaliteten af samtlige sand-, grus- og stenforekomster på land vurderet ift. de marine kvalitetsklasser. Denne vurdering blev foretaget på graveområdeniveau for hele Danmark og efterfølgende blev data sammenstillet på kommunebasis for hele Danmark.

De marine råstofkvaliteter er beskrevet i nedenstående boks (Boks 4).

Boks 4: Marine råstofkvaliteter

Sand 0 er en marin kvalitet, som normalt betragtes som uegnet som råstof, da sandet enten er for finkornet eller iblandet for meget silt, ler eller dynd. Sand 0 indgår ikke i indvindingsfirmaernes indrapporteringer, men den er anvendelig for at kunne udpege undersøgte områder, hvor der ikke er fundet egnede råstoffer, og fordi denne kvalitet kan blive efterspurgt i fremtiden. Der er ikke foretaget opgørelse af Sand 0 på land. Sand 0 kan muligvis indgå som ressourcer i fremtiden til udvalgte formål.

Der er ingen påviste eller sandsynlige forekomster af Sand 0 i Øresund (Marta-databasen og Ditlefsen et al, 2015b), hvorved denne ressource som udgangspunkt ikke skal erstattes ved et indvindingsstop i Øresund.

Sand 1 (0-4 mm) er kvalitetssand, som evt. kan benyttes til betonfremstilling eller andre højkvalitetsprodukter. Detaljerede undersøgelser af ressourceområderne kan efterfølgende vise, at sandet i en forekomst stedvist er for finkornet eller for enskornet, men aflejringstyperne og eksisterende data sandsynliggør, at der er tale om anvendeligt sand.

For Sand 1 indregnes for de landbaserede sandforekomster de ressourcer, der ud fra analyseresultater, er vurderet at opfylde specifikationerne til betontilslag samt forekomster af rent kvartssand (Ditlefsen et al, 2015a/b).

Grus 2 (0-20 mm) er typisk sandede aflejringer med mindst 10% grusindhold (> 2 mm).

Sammensætningen af gruset er kun kendt i enkelte tilfælde, men glaciale grusaflejringer er generelt af dårligere kvalitet end kystaflejringer.

For de landbaserede ressourcer henregnes tillige ressourcer, der er påvist egnet til stabilgrus som kvalitet Grus 2 (Ditlefsen et al, 2015a/b).

Ral 3 (6-300 mm) ressourcer skal indeholde minimum 15% ral (6-300 mm). Fossile strandvoldsdannelser er de mest almindelige til ralindvinding, men også proksimale smeltevandsaflejringer anvendes. Marine ralforekomster er ofte af bedre kvalitet end tilsvarende landforekomster, da porøs flint og svage klaster er borteroderet eller frasorteret.

For de landbaserede ressourcer er Ral 3 defineret som aflejringer med mere end 15% korn med en kornstørrelse større end 20 mm (dvs. stenfraktionen) (Ditlefsen et al, 2015a/b).

Fyldsand 4 er et lavkvalitetsprodukt, hvor der dog kan være krav til kornstørrelsesfordelingen; oftest sand med mindre end 10% grus og mindre end 22% finstof (filler). Ofte vil sand 1 kunne bruges.

Denne opdeling betyder, at klassen både omfatter sandforekomster egnet til bundsikring, og sandforekomster der antagelig blot er egnet til fyldsand (Ditlefsen et al, 2015a/b).

Ligesom Sand 1 evt. kan benyttes til betonfremstilling, kan grus- og ralfraktionen i hhv. Grus 2 og Ral 3 ligeledes evt. benyttes som betontilslag, forudsat kvaliteten er høj.

Bestemmelse og sammenstilling af kvaliteter af indvundne råstofmængder **fra havet** i de seneste 10 år (2008-2017) er baseret på lastedata stillet til rådighed af MST, idet indvindingsfirmaerne indberetter kvalitetsfordelingen ved indberetningen af skibslaster. Som tidligere nævnt er data i nærværende rapport præsenteret fordelt på projektområder.

Kvalitetsfordelingen af tilladte råstofindvindingsmængder **på havet** fordelt på projektområder er estimeret på baggrund af den gennemsnitlige laste-fordeling på projektområdeniveau for de seneste 10 år (2008-2017). Tilladte råstofindvindingsmængder og -kvaliteter for Øresund er vist i afsnit 4.4, mens de for de alternative projektområder uden for Øresund er vist i afsnit 4.5.

MiMa-fordelingsnøglerne til estimering af råstofkvaliteter **på land** på kommuneniveau for Region Hovedstaden og Region Sjælland er vist i tabel 1 og tabel 2 i Bilag 2. MiMa-fordelingsnøglerne er anvendt til at kvalitetsestimere indvindingen og restmængderne af sand, sten og grus (vist i afsnit 4.6). Her er det, ligesom det er tilfældet ved kortlægningen af ressourceområder til havs, væsentligt at bemærke, at denne klassificering af Grus 2 og Ral 3 er med minimumsmængder af hhv. grus i Grus 2 (mindst 10% grus > 2 mm) og ral i Ral 3 (mindst 15% ral 6-300 mm), i modsætning til indberetningen af lastedata, som indberettes med totale mængder Grus 2 og Ral 3.

4.4 Råstofindvinding og -restmængder i indvindingsområderne i Øresund

Øresund er i denne rapport defineret som både det nordlige og det sydlige Øresund. Det nordlige Øresund er defineret som området fra København til Natura2000-området Gilleleje Flak, mens det sydlige Øresund inkluderer Køge Bugt (se Figur 4-1). Dermed omfatter Øresund i denne rapport de marine projektområder 532 Hornbæk (syd for Natura2000-området Gilleleje Flak), 554 Øresund og 548 Køge Bugt. Disse tre marine projektområder er beskrevet i Boks 5.

Indvundne råstofmængder og -kvaliteter i de seneste 10 år (2008-2017) i det nordlige og sydlige Øresund er bestemt som beskrevet i afsnit 4.3 og vist i Figur 4-2, mens indvindingsstatikken er vist i Tabel 3 i Bilag 2.

Der er variation i både mængder og kvaliteter af indvundet materiale i løbet af den pågældende periode, hvilket er illustreret både i histogrammerne (Figur 4-2) og i de statistiske parametre som standardafvigelsen og varianskoefficienten (Tabel 3 i Bilag 2). Det kan skyldes konjunkturerne i bygge- og anlægsaktiviteten, men de relativt store variationer skyldes primært de store opfyldninger i forbindelse med udfyldningerne i Københavns Nordhavn (ift. Fyldsand 4) samt den samtidige og efterfølgende stigning i bygge- og anlægsaktivitet (ift. Sand 1). Reduktionen i indvundne råstofmængder i det nordlige Øresund fra og med 2015 er desuden sammenfaldende med opbrugte tilladte råstofindvindingsmængder i tre af de udlagte fællesområder i det nordlige Øresund.

Boks 5: Marine projektområder i Øresund (efter Ditlefsen et al., 2015b og Lomholt et al., 2015)

532 Hornbæk. Den østlige del af området, i forlængelse af den sydligere beliggende Disken (se beskrivelse af 554 Øresund nedenfor), udgøres af et stort sandflak bestående af marine aflejringer, som i den øvre del er recente dynamiske sedimenter. De resterende ressourcer er alle små, kystnære, marine, recente, dynamiske aflejringer. Hornbæk-området består af et marint fossilt flakområde, som udgør sydvest-kanten af Øresunds udløb i Kattegat.

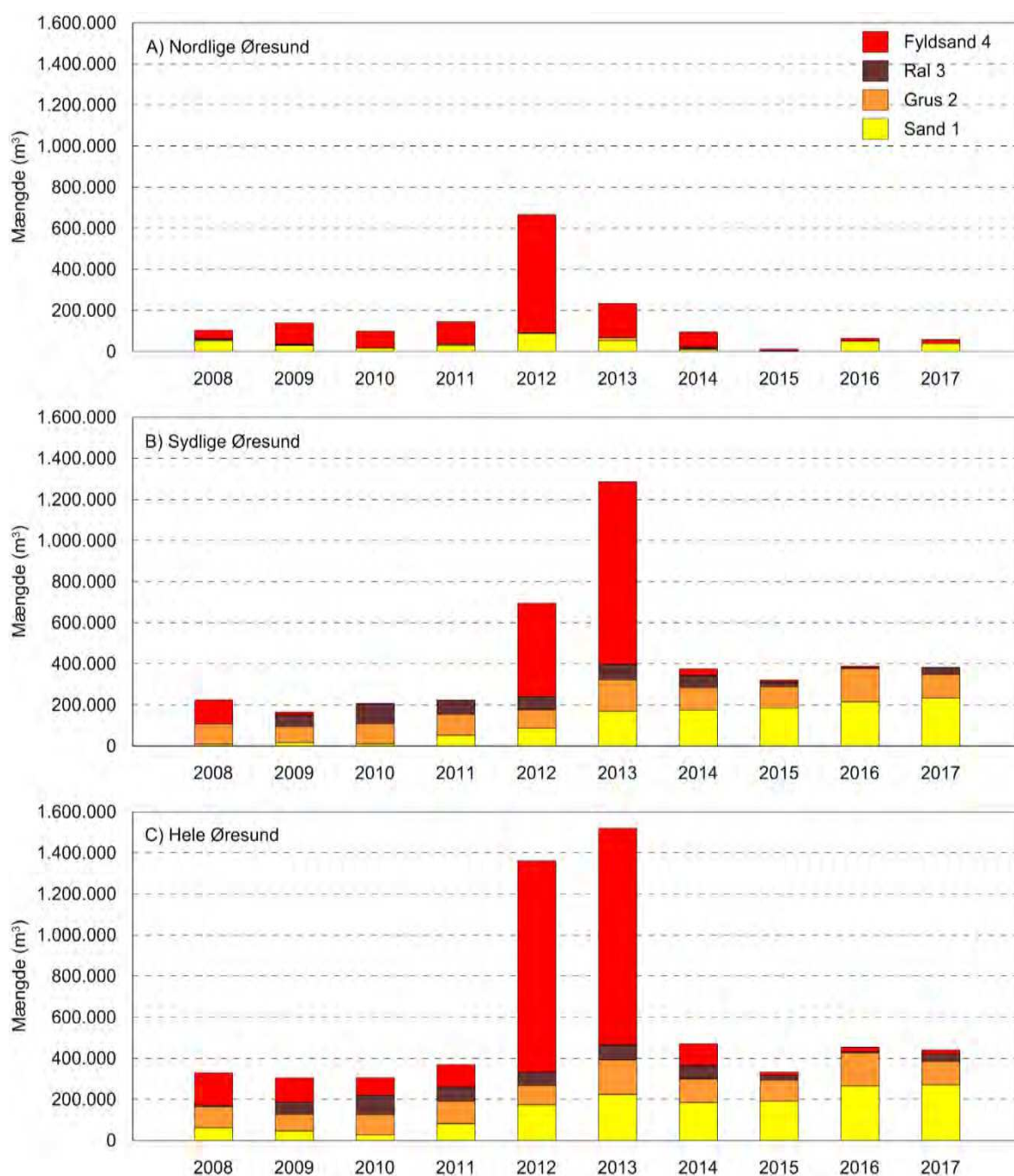
I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) var der to aktive indvindingsområder i projektområdet 532 Hornbæk: fællesområderne 532-AA Lappegrund og 532-CA Munkeup. I øjeblikket er der ét aktivt fællesområde i 532 Hornbæk: 532AA Lappegrund (med udløb 1/12-2025).

554 Øresund. Den højtliggende sjællandske Øresundskyst kan karakteriseres som et abrasionsflak præget af en vekslen mellem flade morænebanker med varierende indslag af restsedimenter og tynde sanddækker. De vigtigste råstofressourcer og aktive samt tidligere aktive indvindingsområder i Øresund findes i et kystnært lavvandet bælte. Bortset fra området Disken sydøst for Helsingør, der er et større akkumulationsflak, består de fleste af ressourcerne af abrasionsflak i et bælte med skiftende partier af tynde residualaflejringer og mellemliggende bæltet af sand/grus-dannelser. Materialerne i disse områder består bl.a. af smeltevandssedimenter aflejret foran en stagnerende gletsjerfront. Herudover findes enkelte områder præget af dynamiske marine aflejringer.

I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) var der fire aktive indvindingsområder i projektområdet 554 Øresund: fællesområderne 554-AA Skovshoved, 554-BA Nivå Flak, 554-CA Disken og 554-DA Vedbæk. I øjeblikket er der ét aktivt fællesområde i 554 Øresund: 554-AA Skovshoved (med udløb 1/12-2025).

548 Køge Bugt. Køge Bugt-området er generelt præget af den meget højtliggende kalkoverflade (Kridt-Danien) overlejret af en serie af moræneaflejringer og en række nu udfyldte kanaler og lavninger dannet i den sidste del af Weichsel glaciationen. Råstofressourcerne er knyttet til materiale af glacial oprindelse så som smeltevandsaflejringer og omlejret sand og grus fra åsdannelser, senglacial-tidligt Holocæne fluviale og lakustrine dannelser, samt transgressive marine kystdannelser dannet under Littorina-transgressionen af området.

I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) var der seks aktive indvindingsområder i projektområdet 548 Køge Bugt: fællesområderne 548-AA Køge, 548-BA Juelsgrund, 548-EA Mosede, 548-FA Køge Bugt Øst og 548-HA Juelsgrund Øst samt bygherreområdet 548-JA Juelsgrund Nord (By og Havn I/S). I øjeblikket er der fem aktive fællesområder i 548 Køge Bugt: 548-AA Køge (med udløb 1/12-2025), 548-BA Juelsgrund (med udløb 16/1-2026), 548-EA Mosede (med udløb 1/12-2025), 548-FA Køge Bugt Øst (med udløb 1/12-2025) og 548-HA Juelsgrund Øst (med udløb 8/8-2026).



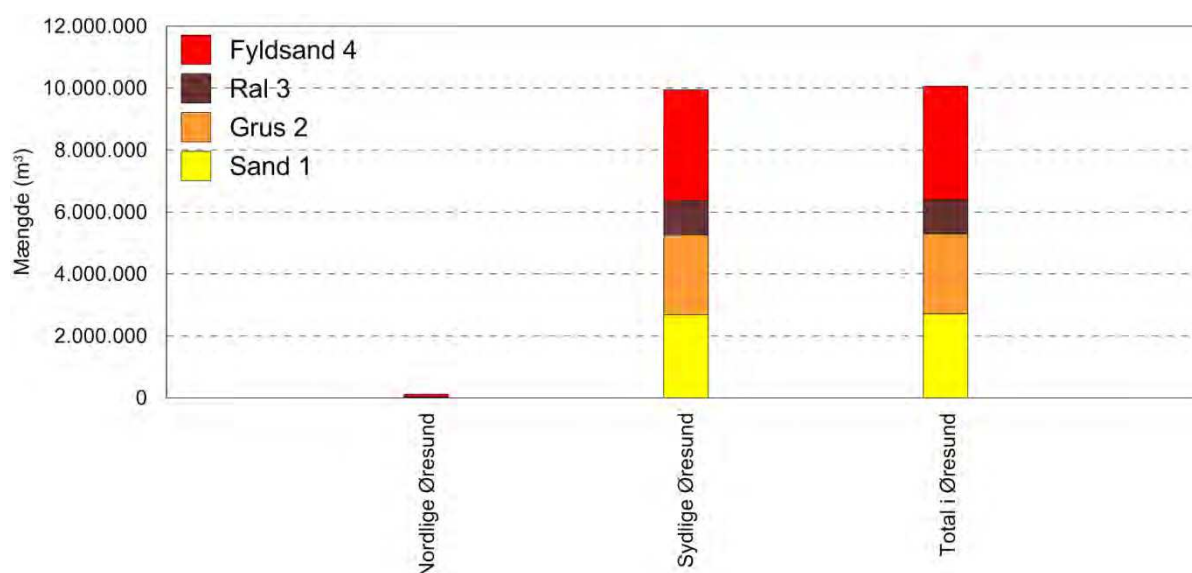
Figur 4-2. Indvinding i Øresund i de seneste 10 år (2008-2017).

Note: Indvinding i A) det nordlige Øresund (532 Hornbæk og 554 Øresund); B) det sydlige Øresund (548 Køge Bugt) og C) hele Øresund fordelt på kvaliteter.

De tilladte råstofindvindingsmængder i det nordlige og sydlige Øresund er bestemt som beskrevet i afsnit 4.3, baseret på opgørelser af MST. Kvaliteterne er estimeret vha. gennemsnitlige lastefordelingsnøgler fra indvindingsstatistikken som beskrevet i afsnit 4.3. De tilladte råstofindvindingsmængder og -kvaliteter i det nordlige og sydlige Øresund er vist i Figur 4-3 og desuden i Tabel 4-1 i sammenfatningen i afsnit 4.8, med en mængde i det nordlige Øresund på 0,1 mio. m³ mod 9,9 mio. m³ i det sydlige Øresund.

Inden for de udlagte fællesområder er der i det nordlige Øresund kortlagt sandsynlige råstofressourcer i størrelsesordenen 2,6 mio. m³, mens der i det sydlige Øresund er kortlagt råstofressourcer i størrelsesordenen 44,6 mio. m³ (beregnet på baggrund af Marta-databasen).

Inden for projektområderne i det nordlige og sydlige Øresund er der i råstofområderne totalt kortlagt hhv. 158 mio. m³ og 178 mio. m³ sandsynlige råstofressourcer (beregnet på baggrund af Marta-databasen).



Figur 4-3. Tilladte råstofindvindingsmængder og kvaliteter i Øresund.

Note: Tilladte råstofindvindingsmængder i det nordlige Øresund (532 Hornbæk og 554 Øresund) og i det sydlige Øresund (548 Køge Bugt) samt total i Øresund (se afsnit 4.3). Kvalitetsfordelingen er baseret på de gennemsnitlige lastefordelinger (se afsnit 4.3).

4.5 Råstofindvinding og -restmængder i øvrige indvindingsområder på havet

De øvrige indvindingsområder på havet er i denne rapport defineret til det sydlige Kattegat og Faxe Bugt. Dermed omfatter de øvrige indvindingsområder på havet i denne rapport de marine projektområder 530 Nordsjælland, 536 Sjællands Rev og 570 Lille Lysegrund, alle i det sydlige Kattegat, samt 520 Faxe Bugt (se Figur 4-1). Desuden er de kortlagte råstofressourcer på Kriegers Flak ud for Møn betragtet, dvs. projektområde 552 Kriegers Flak (se Figur 4-1). Til sammenligning med de marine projektområder i Øresund er disse fem øvrige marine projektområder beskrevet i nedenstående boks (Boks 6).

Indvundne råstofmængder og -kvaliteter i de seneste 10 år (2008-2017) i de øvrige indvindingsområder uden for Øresund er bestemt som beskrevet i afsnit 4.3 og vist i Figur 4-4, mens indvindingsstatikken er vist i Tabel 4 i Bilag 2.

Der er variation i både mængder og kvaliteter af indvundet materiale i løbet af den pågældende periode, hvilket er illustreret både i histogrammerne (Figur 4-4) og i de statistiske parametre som standardafvigelsen og varianskoefficienten (Tabel 4 i Bilag 2). Effekten af de store opfyldninger i forbindelse med udfyldningerne i Københavns Nordhavn (ift. Fylldsand 4) er væsentligt mindre end det er tilfældet for det nordlige og sydlige Øresund, hvilket primært skyldes den større afstand til projektområderne og dermed større transportomkostninger. Dog ses en general stigning i mængden af indvundet Sand 1 og Grus 2 i Faxe Bugt fra og med 2014, hvilket givetvis skyldes stigningen i bygge- og anlægsaktivitet, bl.a. i Københavns Nordhavn.

Boks 6: Marine projektområder uden for Øresund (efter Ditlefsen et al., 2015b og Lomholt et al., 2015)

530 Nordsjælland. Råstofressourcerne i dette område er generelt knyttet til batymetrisk højereliggende områder. Der findes ressourcer af tidlige Holocæne strandvolde/odder og flakdannelser dannet i læ og ved erosion af højtliggende glaciale dannelser. Mere spekulative ressourcer af formodet yngre Holocæne sandbanker findes på dybere vand (> 20 m). Bankerne formodes at være dannet i et estuarie, som stod i forbindelse med den dybere del af Kattegat i tidlig Holocæn.

I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) var der to aktive indvindingsområder i projektområdet: fællesområderne 530-BA Lysegrund Syd og 530-DA Lysegrund Sydøst. Disse to fællesområder er også fortsat aktive: 530-BA Lysegrund Syd (med udløb 1/12-2025) og 530-DA Lysegrund Sydøst (med udløb 1/12-2025).

536 Sjællands Rev. Råstofressourcerne i området består generelt af smeltevandssedimenter af sandet og gruset karakter, som findes eksponeret ved havbunden på moderate vanddybder ud for kysten ved Liseleje.

I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) var der to aktive indvindingsområder i projektområdet: fællesområderne 536-AA Grønnerevle og 536-BA Grønnerevle Vest. Disse to fællesområder er ligeledes fortsat aktive: 536-AA Grønnerevle (med udløb 1/12-2025) og 536-BA Grønnerevle Vest (med udløb 1/12-2025).

570 Lille Lysegrund. Ressourcerne i den nordlige del af området udgøres alle af tidlig Holocænt transgressivt marint sand på vanddybder omkring 20-28 m ud for palæo-Storebælt udløbet. En enkelt aflejring kan muligvis tolkes som en marin kystdannelse fra tidlig Holocæn, hvorfor ressourcen potentielt kan indeholde indslag af grovere, grusede materialer.

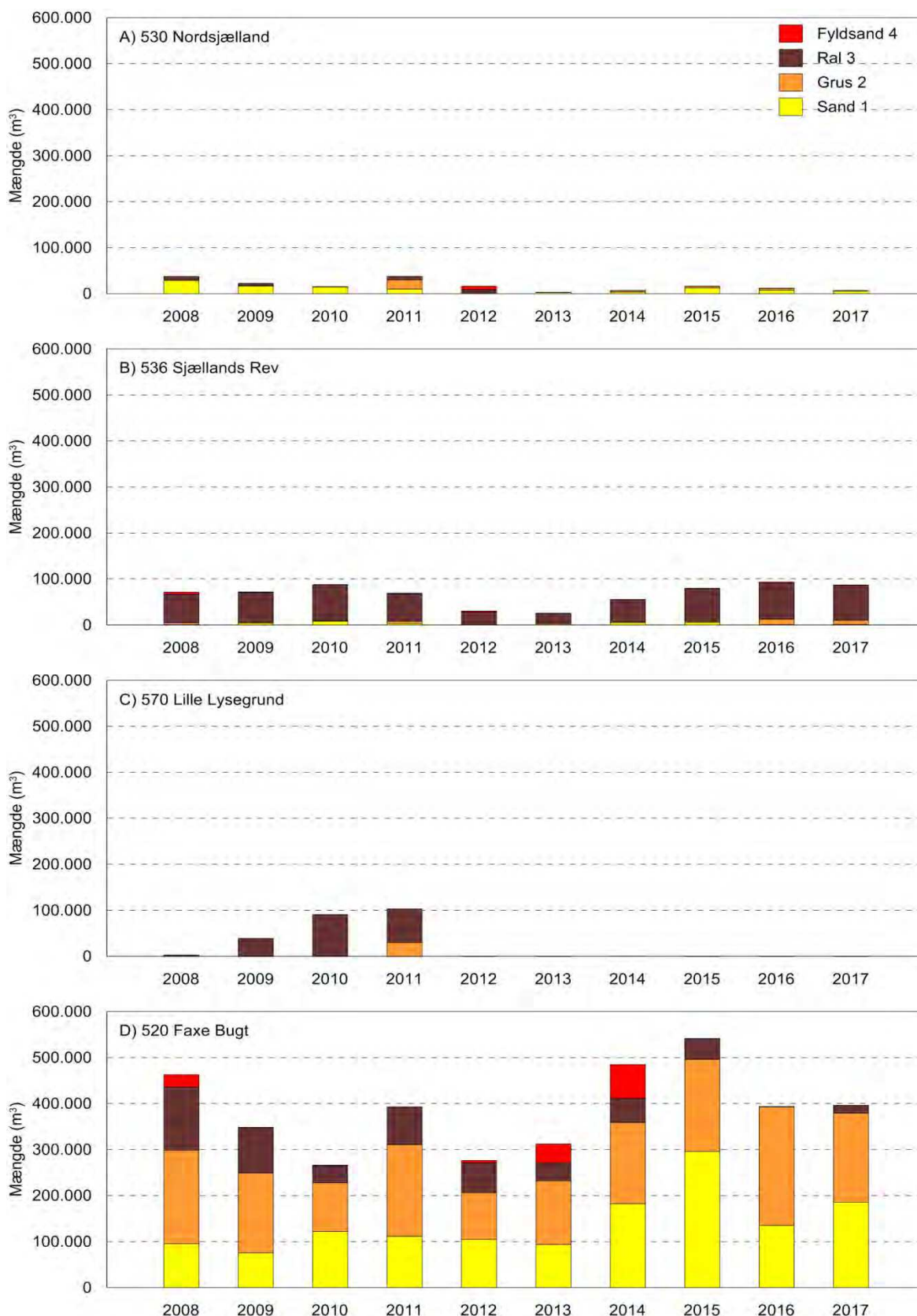
I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) var der ét aktivt indvindingsområde i projektområdet: fællesområdet 570-BA Lille Lysegrund. Dette fællesområde er fortsat aktivt: 570-BA Lille Lysegrund (med udløb 1/12-2025).

520 Faxe Bugt. De vigtigste råstofressourcer og aktive indvindingsområder i Faxe Bugt findes i et langstrakt nord-syd gående bælte over den centrale ydre del af bugten. Lokaliseringen er betinget af et komplekst system af ældre strand-barriereø-systemer.

I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) var der ni aktive indvindingsområder i projektområdet 520 Faxe Bugt: fællesområderne 520-AA Faxe Bugt Nord, 520-DA Nordmandshage, 520-EA/EB Gyldenløves Flak, 520-EC Gyldenløves Flak Midt, 520-EF/EG Gyldenløves Flak Vest og 520-FA Gyldenløves Flak Syd samt auktionsområdet 520-GA Faxe Bugt (NCC Roads A/S). I øjeblikket er der otte aktive fællesområder: 520-AA Faxe Bugt Nord (med udløb 1/12-2025), 520-DA Nordmandshage (med udløb 1/12-2025), 520-EA/EB Gyldenløves Flak (med udløb 1/12-2025), 520-EC Gyldenløves Flak Midt (med udløb 17/6-2027), 520-EF/EG Gyldenløves Flak Vest (med udløb 1/12-2025) og 520-FA Gyldenløves Flak Syd (med udløb 1/12-2025).

552 Kriegers Flak. Råstofressourcerne i Kriegers Flak-området udgøres af oddeplatform, strandvolde og dæksand. Den generelle geologi i området viser, at sand- og grusressourcerne kan opdeles i tre enheder relateret til Baltiske Issø transgressive kystdannelser, ældre Littorina kystdannelser og yngre Littorina kystdannelser. Desuden findes der et subrecent sanddække, som ligeledes kan opfattes som en sandressource.

Der er to indvindingsområder i projektområdet 552 Kriegers Flak: bygherreområdet 552-AB Kriegers Flak (ansøgt af Vejdirektoratet) og et reservationsområde (bekendtgørelse om reservation af råstoffer i områder på Kriegers flak og Rønne Banke).



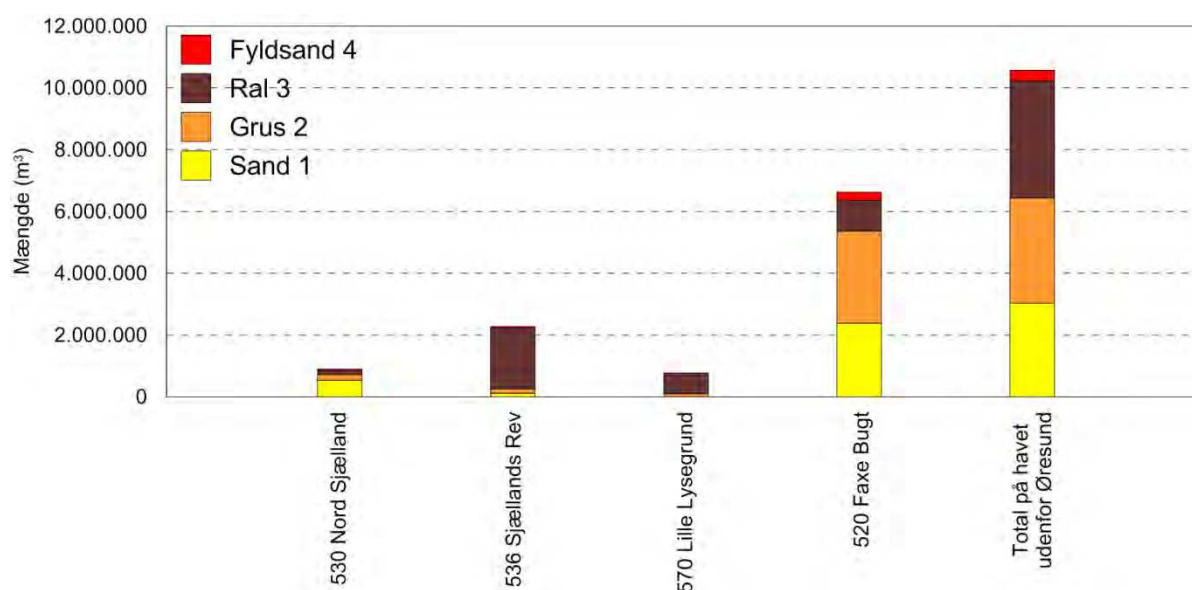
Figur 4-4. Indvinding i det sydlige Kattegat og Faxe Bugt i de seneste 10 år (2008-17).

Note: Indvinding i det sydlige Kattegat A) 530 Nordsjælland, B) 536 Sjællands Rev og C) 570 Lille Lysegrund samt i Faxe Bugt D) 520 Faxe Bugt fordelt på kvaliteter.

Tilladte råstofindvindingsmængder i de øvrige marine indvindingsområder uden for Øresund er bestemt som beskrevet i afsnit 4.3, baseret på opgørelser af MST. Kvaliteterne er estimeret vha. gennemsnitlige laste-fordelingsnøgler fra indvindingsstatistikken som beskrevet i afsnit 4.3. De tilladte råstofindvindingsmængder og -kvaliteter i de øvrige marine indvindingsområder uden for Øresund er vist i Figur 4-5 og desuden i Tabel 4-1 i sammenfatningen i afsnit 4.8. Mængderne i det sydlige Kattegat er 0,9 mio. m³ i projektområde 530 Nord Sjælland, 2,3 mio. m³ i 536 Sjællands Rev og 0,8 mio. m³ i 570 Lille Lysegrund, mens mængden i projektområde 520 Faxe Bugt er 6,6 mio. m³, hvilket resulterer i en total tilladt råstofindvindingsmængde i de marine områder uden for Øresund på 10,6 mio. m³.

Inden for de udlagte fællesområder er der i det sydlige Kattegat kortlagt påviste og sandsynlige råstofressourcer i størrelsesordenen 96 mio. m³ i projektområde 530 Nord Sjælland, 37 mio. m³ i 536 Sjællands Rev og 5,5 mio. m³ i 570 Lille Lysegrund, mens der i projektområde 520 Faxe Bugt er kortlagt råstofressourcer i størrelsesordenen 223 mio. m³ (beregnet på baggrund af Marta-databasen).

I det sydlige Kattegat er der inden for råstofområderne i projektområderne totalt kortlagt 400 mio. m³ i projektområde 530 Nord Sjælland, 97 mio. m³ i 536 Sjællands Rev og 102 mio. m³ i 570 Lille Lysegrund af påviste og sandsynlige råstofressourcer, mens der i projektområde 520 Faxe Bugt er kortlagt 556 mio. m³ påviste og sandsynlige råstofressourcer (beregnet på baggrund af Marta-databasen).



Figur 4-5. Tilladte råstofindvindingsmængder og kvaliteter i det sydlige Kattegat og Faxe Bugt.

Note: Tilladte råstofindvindingsmængder i det sydlige Kattegat (530 Nordsjælland, 536 Sjællands Rev og 570 Lille Lysegrund), Faxe Bugt (520 Faxe Bugt) og det totale på havet uden for Øresund (se afsnit 4.3). Kvalitetsfordelingen er baseret på de gennemsnitlige lastefordelinger (se afsnit 4.3).

Der er tidligere indvundet råstoffer på Kriegers Flak, men der er ikke foretaget råstofindvinning i området i løbet af de seneste 10 år. I modsætning til de øvrige marine områder er der på Kriegers Flak ikke udlagt fællesområder på nuværende tidspunkt. Som tidligere nævnt er en del af området dog på nuværende tidspunkt udlagt som hhv. bygherreområde (2 mio. m³ ansøgt af Vejdirektoratet) og reservationsområde (i henhold til bekendtgørelsen om reservation af råstoffer i områder på Kriegers Flak og Rønne Banke). Reservationsområdet på Kriegers Flak forbeholdes råstofforsyning, idet der med henblik på bevarelse af ressourcen til råstofforsyning til fremtidige

bygge- og anlægsprojekter ikke må ske råstofindvinding eller anden arealanvendelse, der er til gene for udnyttelse af råstofressourcen (jf. bekendtgørelse). De totale kortlagte påviste råstofressourcer i projektområde 552 Kriegers Flak er 78 mio. m³ med en fordeling på 95% Sand 1 og 5% Grus 2 (jf. Marta-databasen). Reservationsområdet dækker et areal estimeret til 54 mio. m³ af disse 78 mio. m³ (beregnet på baggrund af Marta-databasen), dvs. at der er i størrelsesordenen 20 mio. m³, som ikke er bygherreområde eller reservationsområde.

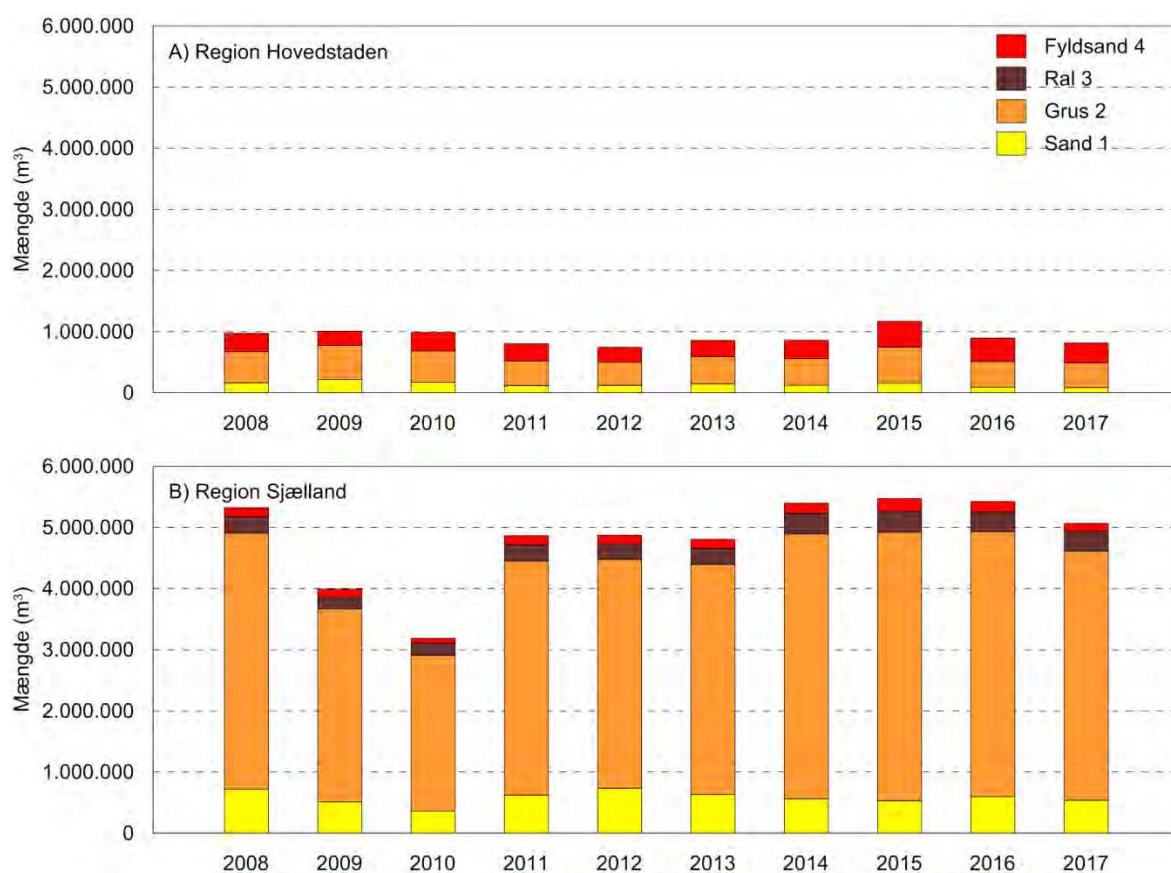
4.6 Råstofindvinding og -restmængder i indvindingsområder på land

Indvindingsområderne på land er i denne rapport defineret til graveområderne i Region Hovedstaden og Region Sjælland. Det vil for Region Hovedstadens vedkommende sige graveområder i kommunerne Allerød, Egedal, Fredensborg, Frederikssund, Gribskov, Halsnæs, Helsingør, Hillerød og Høje-Taastrup, mens Bornholm Kommune er udeladt i nærværende rapport. For Region Sjællands vedkommende vil det sige graveområder i kommunerne Faxe, Greve, Guldborgsund, Holbæk, Kalundborg, Lejre, Lolland, Næstved, Odsherred, Roskilde, Sorø og Vordingborg.

Indvundne råstofmængder i de seneste 10 år (2008-2017) i de alternative indvindingsområder på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland er bestemt som beskrevet i afsnit 4.3. Kvaliteterne er estimeret vha. MiMa-fordelingsnøglerne, som beskrevet i afsnit 4.3, baseret på vurderinger af graveområderne på kommuneniveau i MiMa-undersøgelserne. De indvundne råstofmængder og -kvaliteter er vist i Figur 4-6, mens indvindingsstatikken er vist i Tabel 5 i Bilag 2.

Der indvindes generelt 3-5 gange mere råstof i Region Sjælland som i Region Hovedstaden; og der indvindes generelt 5 gange mere råstof i de to regioner på land som i de undersøgte projektområder på havet, beskrevet i de to foregående afsnit 4.4 og 4.5.

Der er mindre variation i mængden af indvundne råstoffer på land i løbet af den pågældende periode sammenlignet med indvindingen fra de marine områder, hvilket er illustreret både i histogrammerne (Figur 4-6) og i de statistiske parametre som standardafvigelsen og varianskoefficienten (Tabel 5 i Bilag 2). Dog er der relativt store variationer specielt i Region Sjælland, som givetvis skyldes konjunkturerne i bygge- og anlægsaktiviteten.

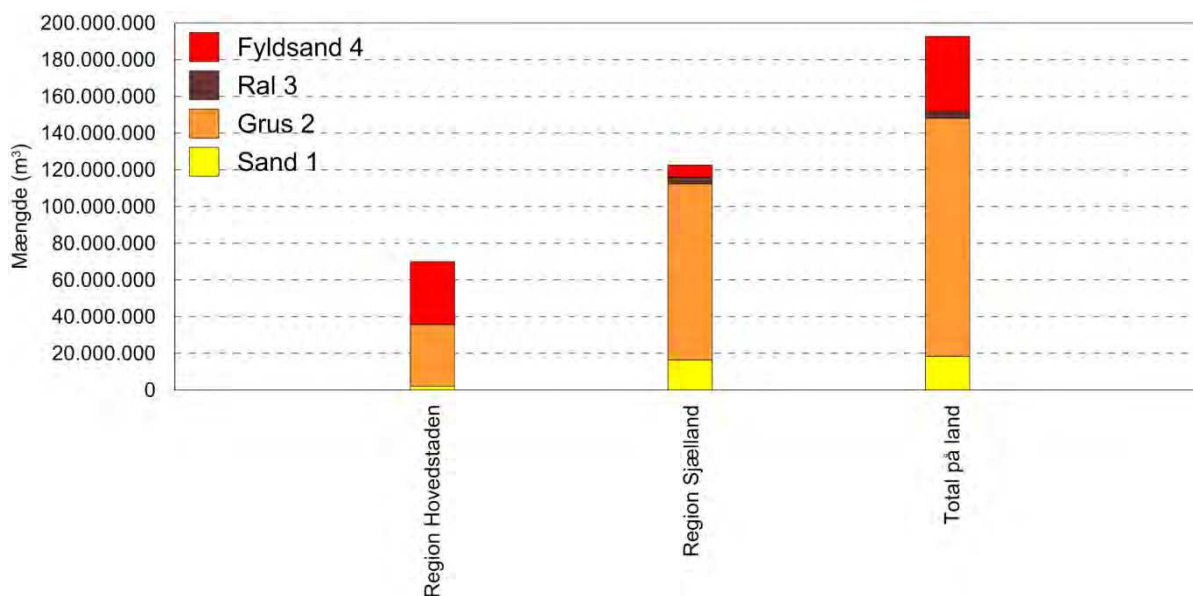


Figur 4-6. Indvinding i Region Hovedstaden og Region Sjælland i de seneste 10 år (2008-2017).

Note: Indvinding i A) Region Hovedstaden og B) Region Sjælland fordelt på kvaliteter. Kvalitetsfordelingen er baseret på MiMa-fordelingsnøglerne på kommuneniveau (se afsnit 4.3).

Råstofrestmængder i graveområderne på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland er bestemt som beskrevet i afsnit 4.3, baseret på den seneste sammenstilling foretaget af NIRAS på kommuneniveau (NIRAS, 2018) og opdateret med indvindingen i 2016 og 2017. Kvaliteterne er estimeret vha. gennemsnitlige MiMa-fordelingsnøgler fra indvindingsstatistikken på kommuneniveau for Region Hovedstaden og Region Sjælland, som beskrevet i afsnit 4.3. Råstofrestmængder og -kvaliteter i Region Hovedstaden og Region Sjælland er vist i Figur 4-7 og desuden i Tabel 4-1 i sammenfatningen i afsnit 4.8. Råstofrestmængden i Region Hovedstaden er på 70 mio. m³ mod 123 mio. m³ i Region Sjælland.

Det er væsentligt at bemærke, at klassificeringen af Grus 2 og Ral 3 er med minimumsmængder af hhv. grus i Grus 2 (mindst 10% grus > 2 mm) og ral i Ral 3 (mindst 15% ral 6-300 mm); det er ikke muligt at bestemme den præcise procentdel af hhv. grus (> 2 mm) og ral (6-300 mm) på baggrund af eksisterende data.



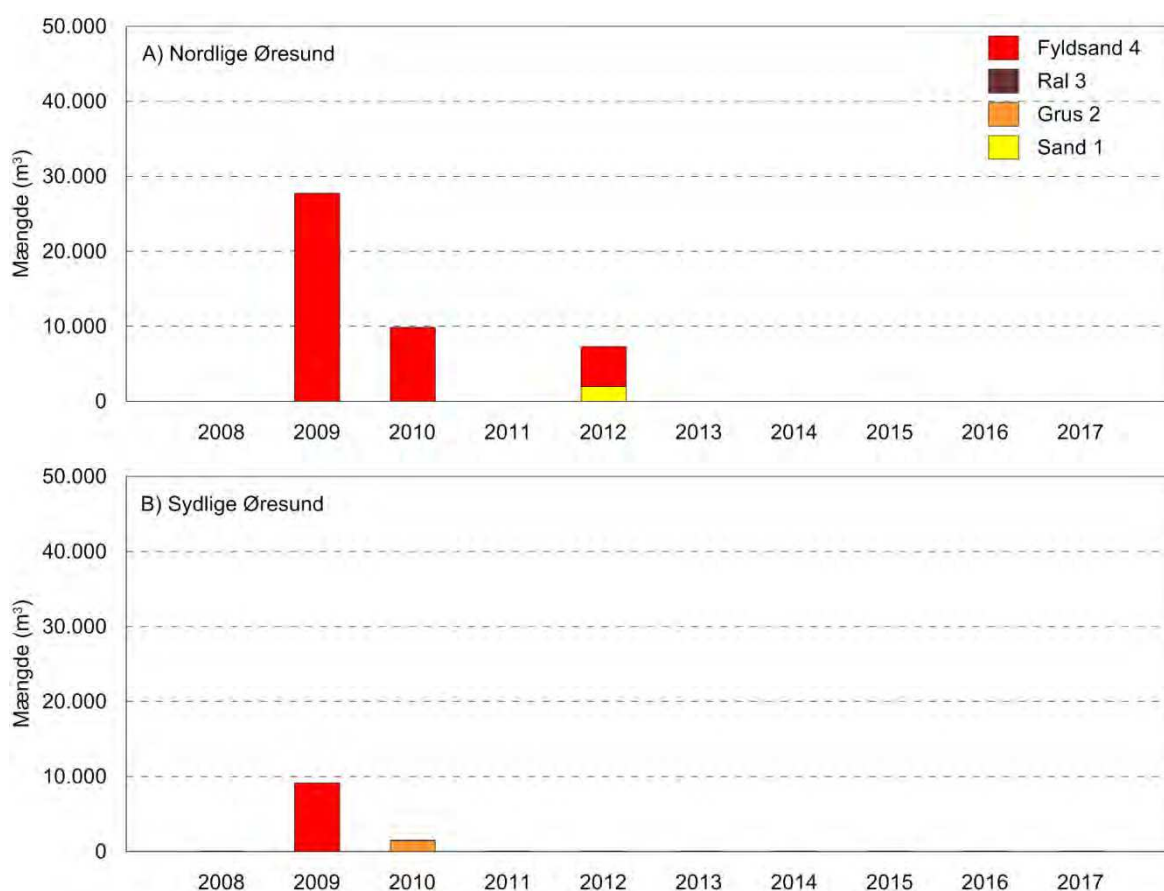
Figur 4-7. Restmængder og kvaliteter i Region Hovedstaden og Region Sjælland.

Note: Restmængder i Region Hovedstaden og Region Sjælland baseret på den seneste sammenstilling af restmængder foretaget af NIRAS på kommuneniveau (NIRAS, 2018) og efterfølgende opdateret med indvindingen i 2016 og 2017 (se Figur 4-6; se afsnit 4.3). Kvalitetsfordelingen er baseret på MiMa-fordelingsnøglerne på kommuneniveau (se afsnit 4.3).

4.7 Import og eksport af råstoffer

Eksport i løbet af de seneste 10 år (2008-2017) i form af direkte losning af indvundne råstofmængder og -kvaliteter fra projektområderne i Øresund og uden for Øresund til svenske havne (Malmø, Helsingborg og Gøteborg) er bestemt på baggrund af lastedata fra MST, som beskrevet i afsnit 4.3, og vist i hhv. Figur 4-8 og Figur 4-9.

Mindre end 3% af de samlede indvundne råstofmængder i det nordlige Øresund blev losset i svenske havne (Malmø og Helsingborg) i løbet af de seneste 10 år (2008-2017), mens det for det sydlige Øresunds vedkommende var mindre end 1% (jf. Figur 4-2 og Figur 4-8). Både fra det nordlige og sydlige Øresund blev der primært losset fyldsand til Malmø og Helsingborg. Siden 2012, sammenfaldende med de store havneudfyldninger i Københavns Nordhavn og den samtidige og efterfølgende bygge- og anlægsaktivitet, er der ikke losset råstoffer i svenske havne fra projektområderne i Øresund.



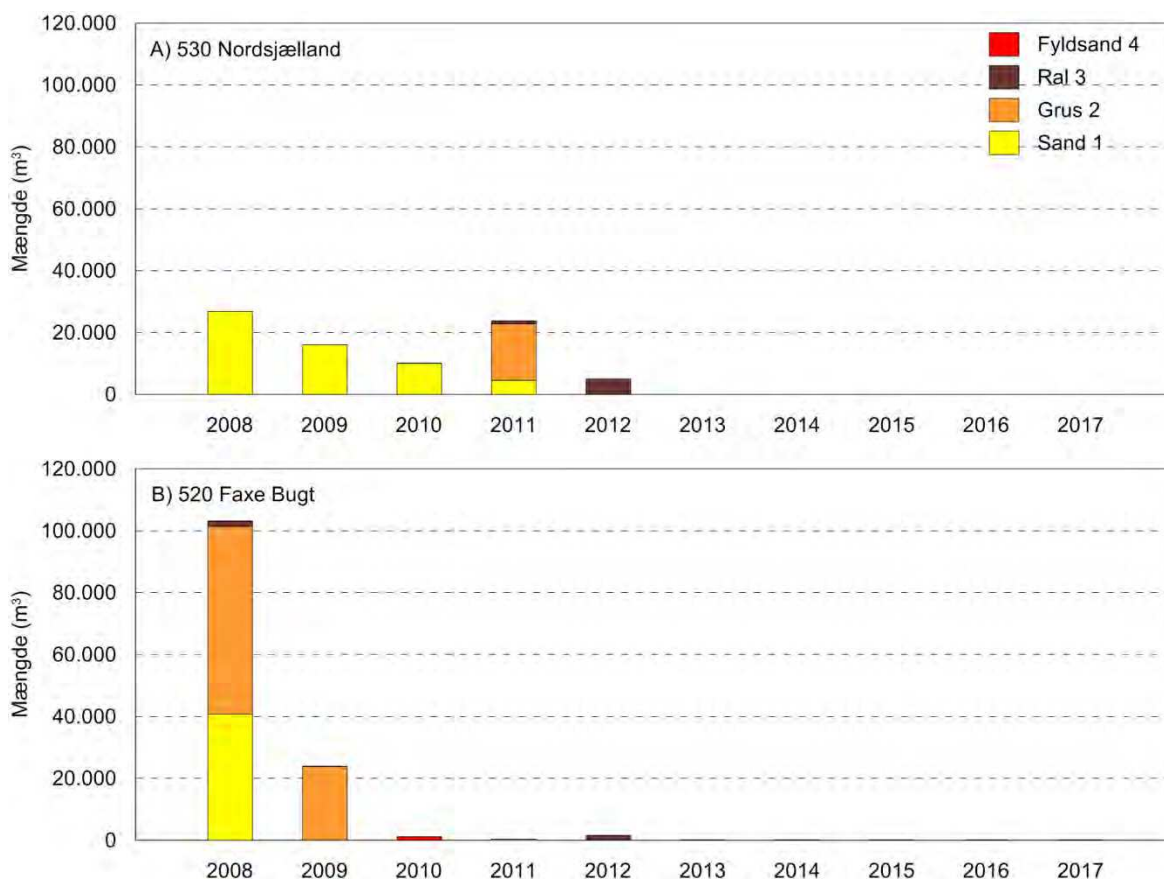
Figur 4-8. Eksport i form af direkte losning i svenske havne af råstoffer indvundet i Øresund.

Note: A) det nordlige Øresund (532 Hornbæk og 554 Øresund) og B) det sydlige Øresund (548 Køge Bugt) med mængder fordelt på kvaliteter baseret på lastedata (se afsnit 4.3).

Omkring 50% af de samlede indvundne råstofmængder i projektområde 530 Nordsjælland blev losset i svenske havne (kun Gøteborg) i løbet af de seneste 10 år (2008-2017), svarende til omkring 70% i årene 2008-2011 (jf. Figur 4-4 og Figur 4-9). Der blev primært losset Sand 1 og i mindre omfang Grus 2 og Ral 3, som alle er kvalitetsprodukter til betontilslag. Ligesom for Øresunds vedkommende er der siden 2012 ikke losset råstoffer i svenske havne fra projektområde 530 Nordsjælland. Fra de øvrige projektområder i det sydlige Kattegat (536 Sjællands Rev og 570 Lille Lysegrund) er der ikke blevet losset råstoffer i svenske havne i løbet af de seneste 10 år (2008-2017).

Omkring 3% af de samlede indvundne råstofmængder i projektområde 530 Faxe Bugt blev losset i svenske havne (kun Malmø) i løbet af de seneste 10 år (2008-2017), i 2008 var andelen omkring 20% (jf. Figur 4-4 og Figur 4-9). Der blev primært losset Sand 1 og Grus 2, som er kvalitetsprodukter til betontilslag. Ligesom for Øresunds og det sydlige Kattegats vedkommende er der siden 2012 ikke losset råstoffer i svenske havne fra projektområde 520 Faxe Bugt.

Faldet i mængden af råstoffer losset direkte i svenske havne fra det nordlige og sydlige Øresund samt det sydlige Kattegat og Faxe Bugt er også blevet vist i en tidligere undersøgelse for perioden 2007-2014 (NIRAS, 2015).



Figur 4-9. Eksport i form af direkte losning i svenske havne af råstoffer indvundet i det sydlige Kattegat og Faxe Bugt.

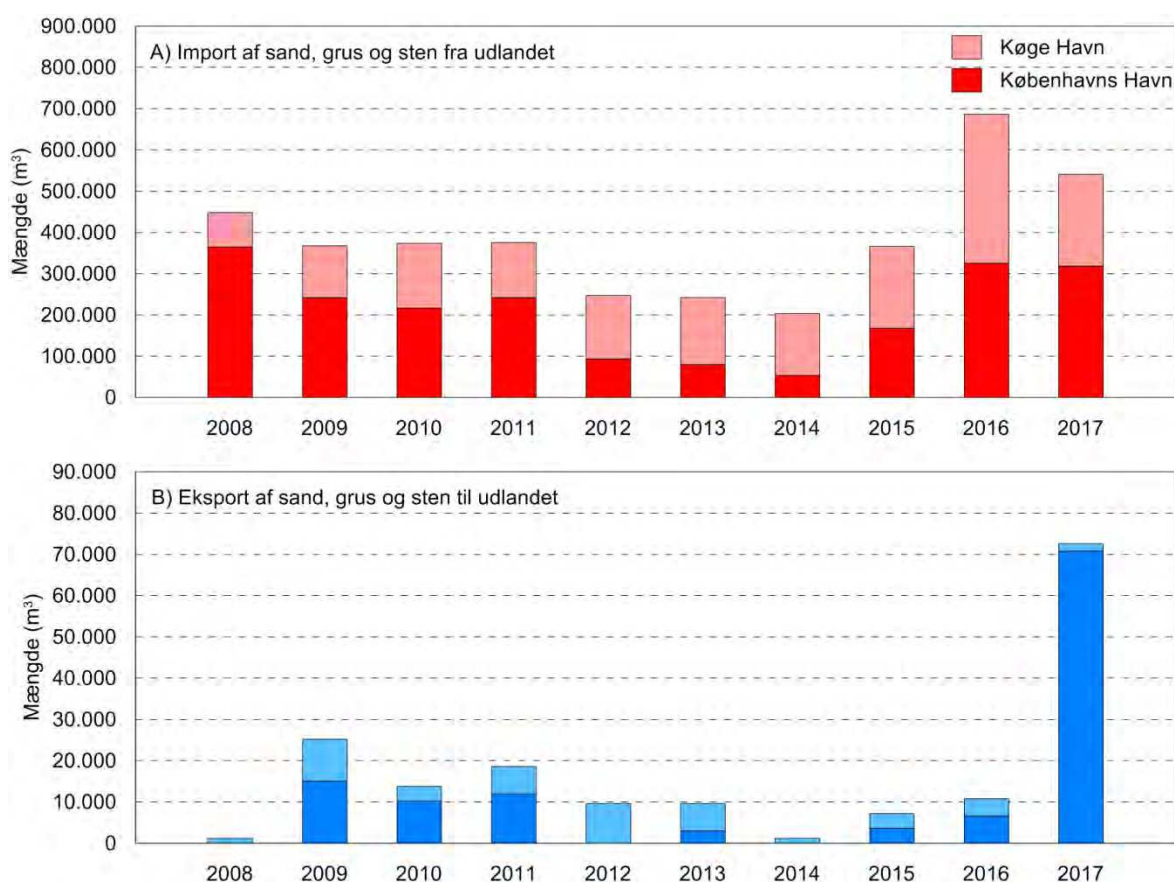
Note: A) det sydlige Kattegat (530 Nordsjælland; der har ikke været eksport fra 536 Sjællands Rev og 570 Lille Lysegrund) og B) Faxe Bugt (520 Faxe Bugt) med mængder fordelt på kvaliteter baseret på lastedata (se afsnit 4.3).

Sammenstilling af import og eksport af sand, grus og sten til og fra Københavnsområdet via skib (Københavns Havn og Køge Havn) hhv. fra og til udlandet i de seneste 10 år (2008-2017) er bestemt på baggrund af data tilgængelig hos Danmarks Statistik på Statistikbanken.dk.

I løbet af de seneste 10 år (2008-2017) er der i gennemsnit importeret omkring 20 gange større mængder sand, grus og sten til Københavns Havn fra udlandet via skib (Figur 4-10A) end der er eksporteret via skib fra Københavns Havn til udlandet (Figur 4-10B). Det tilsvarende import/eksport-forhold for Køge Havn er i gennemsnit omkring 40 (Figur 4-10B).

MiMa-undersøgelserne på nationalt plan viste ligeledes en større import til de større danske havne fra udlandet end eksport fra disse danske havne til udlandet (Kallesøe et al., 2016). Dog var import/eksport-forholdet på nationalt plan i størrelsesordenen 4 (Kallesøe et al., 2016), hvilket illustrerer det store behov for råstoffer i Københavnsområdet.

Desuden foregår der en import og eksport over Øresundsbroen, hvilket er belyst i tidligere undersøgelser (NIRAS, 2015). Der importeres omkring 0,2 mio. m³ sand, grus og sten fra Sverige, hvor størstedelen er grus og sten til groft betontilslag; mens der eksporteres omkring 0.2-0.3 mio. m³ sand, grus og sten til Sverige, hvor størstedelen er sand til fint betontilslag (NIRAS, 2015). Dette er i nærværende undersøgelse bekræftet i interview med råstofbranchen, at lastbiler transporterer grus og sten fra Sverige til Danmark og kører retur med sand (jf. interview med råstofbranchen).



Figur 4-10. Import og eksport af sand, grus og sten til og fra Københavnsområdet.

Note: Import (A) og eksport (B) af sand, grus og sten til og fra Københavnsområdet (Københavns Havn og Køge Havn) hhv. fra og til udlandet baseret på data tilgængelig hos Danmarks Statistik på Statistikbanken.dk (se afsnit 4.3). Bemærk skalaen på y-aksen, som er en faktor 10 større for import (A) sammenlignet med eksport (B).

4.8 Sammenfatning

Baseret på ovenstående analyse af råstofindvindingen er hhv. tilladte råstofindvindingsmængder og estimerede kvaliteter i de udlagte fællesområder på havet og restmængder og estimerede kvaliteter i graveområderne på land sammenstillet i Tabel 4-1 og desuden visualiseret i Figur 4-11. Denne sammenstilling danner råstofgrundlaget for scenarierne og de opstillede alternativer, som analyseres i det følgende kapitel med den samfundsøkonomiske analyse.

Analysen af råstofindvindingen viser, at de totale tilladte råstofindvindingsmængder på havet i fællesområderne i det nordlige og sydlige Øresund (10,1 mio. m³) svarer til de totale tilladte råstofindvindingsmængder uden for Øresund i fællesområderne i det sydlige Kattegat og Faxe Bugt (10,6 mio. m³) (se Tabel 4-1). Som tidligere nævnt er der derudover fortsat store kortlagte påviste og sandsynlige råstofmængder i fællesområderne og i råstofområderne i de analyserede marine projektområder (se afsnit 4.4 og 4.5). Med andre ord er der mulighed for at bringe store råstofmængder på havet uden for Øresund i spil i fremtiden. Dette forudsætter dog nye tilladelser i de eksisterende fællesområder, når disse udløber i løbet af perioden 2025-2027, og evt. nye tilladelser i de nuværende potentielle fællesområder og/eller udlægning af helt nye fællesområder.

Den tilladte indvindingsandel af fyldsand i fællesområderne på havet er også vist i Tabel 4-1. Heraf fremgår det, at den tilladte indvindingsmængde af fyldsand i Øresund (3,9 mio. m³) svarer til den tilladte indvindingsmængde alene i Faxe Bugt (3,8 mio. m³), mens den samlede tilladte indvindingsmængde af fyldsand med inklusion af det sydlige Kattegat (6,8 mio. m³) er knap en

faktor to større end de tilladte indvindingsmængder i Øresund. Også her gælder det, at der derudover fortsat er store kortlagte påviste og sandsynlige råstofmængder i fællesområderne og i råstofområderne i de analyserede projektområder, som i fremtiden delvist kunne udlægges til anvendelse som fyldsand (se afsnit 4.4 og 4.5).

De marine kvaliteter Sand 1, Grus 2 og Ral 3 findes i tilsvarende mængder i Faxe Bugt som i Øresund, og dermed er den samlede mængde af disse tre højkvalitets råstof typer i de marine fællesområder uden for Øresund større end i fællesområderne i Øresund (Tabel 4-1). Derudover gælder det igen, at der er mulighed for at bringe store råstofmængder på havet uden for Øresund i spil i fremtiden, hvor disse tre højkvalitets råstof typer er påvist; men som nævnt ovenfor forudsætter det nye tilladelser i de eksisterende fællesområder og evt. nye tilladelser i de nuværende potentielle fællesområder og/eller udlægning af helt nye fællesområder.

De udlagte totale råstofmængder i graveområderne på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland er alle betydeligt større end de totale tilladte råstofindvindingsmængder i fællesområderne på havet, og dette gælder også for mængderne af de estimerede kvaliteter. Som tidligere nævnt er det dog væsentligt at bemærke, at mængderne af Grus 2 og Ral 3 på land er med minimumsmængder af hhv. grus i Grus 2 (mindst 10% grus > 2 mm) og ral i Ral 3 (mindst 15% ral 6-300 mm).

Fra et erhvervsmæssigt synspunkt er det vigtigt at bemærke, at primært Sand 1 og Grus 2 (og delvist Ral 3) fra det nordlige og sydlige Øresund ikke umiddelbart kan erstattes af tilsvarende kvaliteter fra land i Region Hovedstaden og Region Sjælland (jf. interview med råstofbranchen). Dette skyldes primært en større andel af reaktiv kisel i form af flint i aflejringerne på land. De marine kvaliteter af Sand 1, Grus 2 og Ral 3 kan erstattes fra alternative indvindingsområder på havet; og det ville også være muligt at erstatte disse kvaliteter med materialer fra land, enten fra jyske regioner eller fra import af knuste materialer (jf. interview med råstofbranchen).

Sand 1 og Grus 2 (og Ral 3) med marine kvaliteter mht. petrografi (dvs. materialebeskrivelse og -egenskaber) er vigtige ift. hhv. fint betontilslag (Sand 1) og groft betontilslag (Grus 2 og delvis Ral 3), men også ift. rørgrus samt materialer, der anvendes ved tildækning og inddækning af marine konstruktioner, som fx kabler, rør, tunneler og tilsvarende (jf. interview med råstofbranchen).

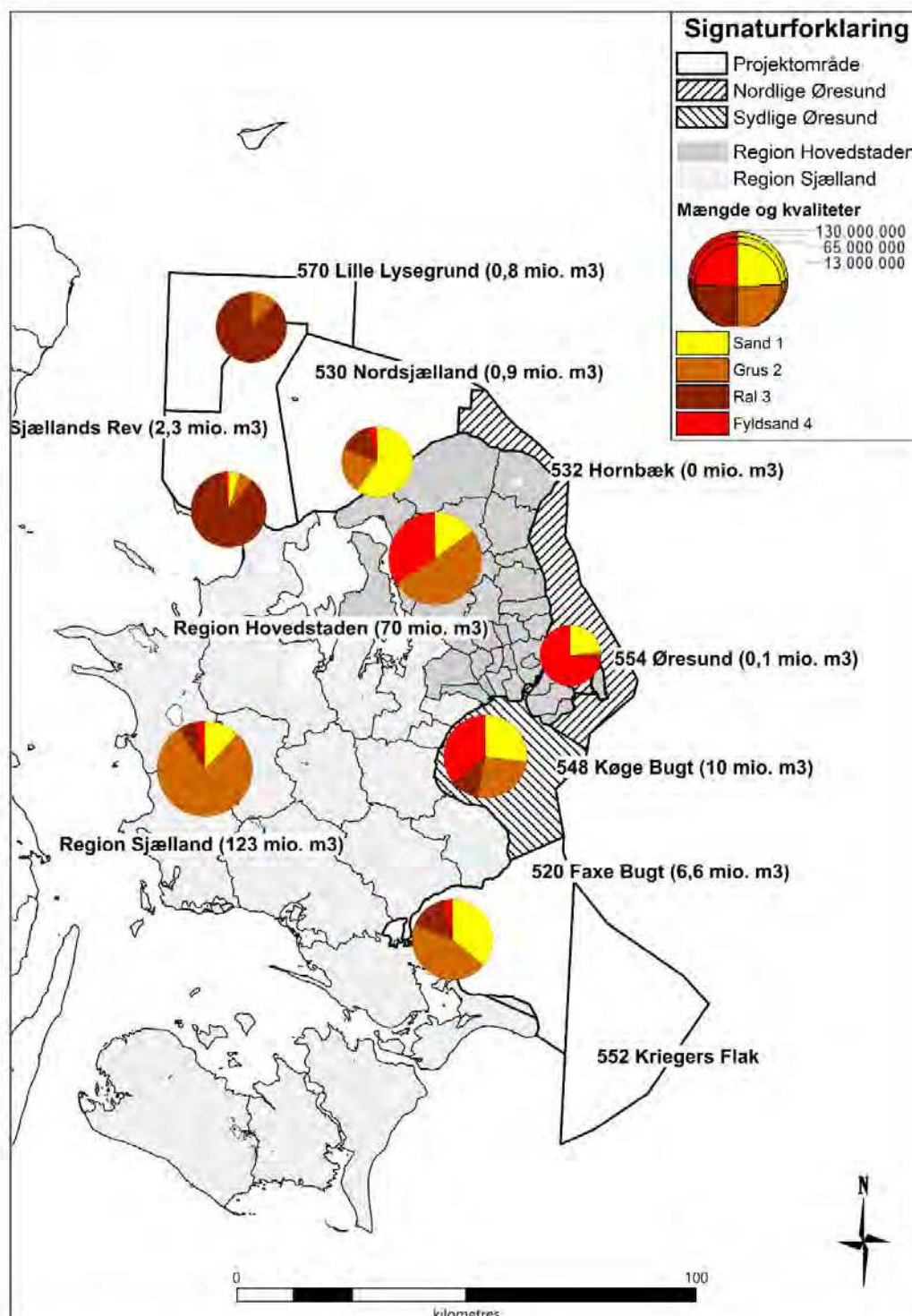
Ved interview med råstofbranchen bemærkes det desuden, at en specifik sandforekomst i det sydlige Øresund (projektområde 520 Køge Bugt) med anvendelse som betontilslag end ikke kan erstattes med sandforekomster fra andre udlagte indvindingsområder på havet. En be- eller afkræftelse af dette forhold er ikke muligt med de eksisterende og tilgængelige data, men vil kræve indsamling af nye data med analyser af kornstørrelsesfordelinger og petrografi. Specifikt er der behov for eksakt information fra råstofbranchen om kornstørrelsesfordelingen og petrografen af sandforekomsten samt den eksakte indvindingslokalitet. Herefter vil det med analyser af kornstørrelsesfordelinger og petrografi af eksisterende tilgængelige kerner og evt. nye kerner i de kortlagte marine råstofområder være muligt at undersøge, om denne specifikke sandforekomst i det sydlige Øresund kan erstattes med sandforekomster fra eksisterende fællesområder, fra de nuværende potentielle fællesområder eller ved udlægning af helt nye fællesområder.

Tabel 4-1. Tilladte råstofindvindingsmængder (per 31/3-2018) og estimerede kvaliteter i fællesområderne i Øresund og i de øvrige projektområder på havet, samt restmængder (per 31/12-2017) og estimerede kvaliteter i graveområderne på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland.

Råstofindvindingsmængder			Estimerede kvaliteter			
Projektomr. på havet	Restmængde i fællesomr. (m ³)	Heraf tilladt fyldsand (m ³ og %)	Sand 1 (m ³) (%)	Grus 2 (m ³) (%)	Ral 3 (m ³) (%)	Fyldsand 4 (m ³) (%)
Nordlige Øresund	118.024	118.024 (100)	27.146 (23)	2.360 (2)	1.180 (1)	87.338 (74)
Sydlig Øresund	9.941.943	3.819.034 (38)	2.684.325 (27)	2.584.905 (26)	1.093.614 (11)	3.579.099 (36)
Total i Øresund	10.059.967	3.937.058 (39)	2.711.470 (27)	2.587.266 (26)	1.094.794 (11)	3.666.437 (36)
Sydlig Kattegat 530	905.641	306.094 (34)	534.328 (59)	190.185 (21)	135.846 (15)	36.226 (4)
Nordsjælland 536	2.252.380	1.903.886 (85)	112.619 (5)	135.143 (6)	1.982.094 (88)	45.048 (2)
Sjællands Rev 570	776.006	776.006 (100)	0 (0)	100.881 (13)	675.125 (87)	0 (0)
Lille Lysegrund						
Faxe Bugt 520	6.623.536	3.806.585 (57)	2.384.473 (36)	2.980.591 (45)	993.530 (15)	264.941 (4)
Total uden for Øresund	10.557.563	6.792.571 (64)	3.031.420 (29)	3.406.799 (32)	3.786.596 (36)	346.215 (3)
Region på land	Restmængde i graveomr. (m ³)		Sand 1 (m ³) (%)	Grus 2 (m ³) (%)	Ral 3 (m ³) (%)	Fyldsand 4 (m ³) (%)
Region Hovedstaden	69.990.000		10.498.500 (15)	35.694.900 (51)	0 (0)	23.796.600 (34)
Region Sjælland	122.610.000		14.713.200 (12)	96.861.900 (79)	7.356.600 (6)	3.678.300 (3)
Total på land	192.600.000		25.211.700 (13)	132.556.800 (69)	7.356.600 (4)	27.474.900 (14)

Note: Tilladte råstofindvindingsmængder og estimerede kvaliteter i fællesområderne på havet i det nordlige Øresund (532 Hornbæk og 554 Øresund), i det sydlige Øresund (548 Køge Bugt) og i de øvrige projektområder, samt restmængder og estimerede kvaliteter i graveområderne på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland. Desuden er den tilladte indvindingsandel af fyldsand af de tilladte råstofindvindingsmængder i fællesområderne på havet vist; hvor fyldsand refererer

til anvendelse og ikke til kvalitet (se også afsnit 4.3). Estimerede kvaliteter er på havet baseret på de gennemsnitlige lastefordelinger, mens de på land er baseret på MiMa-fordelingsnøglerne på kommuneniveau (se afsnit 4.3).



Figur 4-11. Tilladte råstofvindingsmængder og estimerede kvaliteter i fællesområderne i Øresund og i de øvrige projektområder på havet, samt restmængder og estimerede kvaliteter i graveområderne på land i Region Hovedstaden og Region Sjælland (visualisering af tallene i Tabel 4-1).

Note: Diagrammerne med mængder og kvaliteter er vist med en logaritmisk skala for både at kunne vise de små mængder i Øresund (0,1 mio. m³) og de store mængder i Regionerne (hvh. 70 og 123 mio. m³), hvor forskellene er i størrelsesordenen en faktor 1000.

5. SAMFUNDSØKONOMISK ANALYSE

I dette kapitel afdækkes de samfundsøkonomiske konsekvenser af et myndighedstiltag der helt eller delvist afslutter råstofindvindingen i henholdsvis Øresund Nord og samlet for hele Øresund. Vurderingerne tager afsæt i den kortlagte indvinding af råstofressourcerne i Øresund og prognoser for den fremtidige udvikling i råstofbehovet, som herefter kaldes basisscenariet. Basisscenariet sammenlignes med seks scenarier med det formål at vurdere den samfundsmæssige effekt af tiltagene. Vurderingen vil afdække hvilket scenarie, der har den mindste samfundsmæssige omkostning, set ud fra samfundet som helhed.

5.1 Scenariebeskrivelse

Der opstilles følgende scenarier for den samfundsøkonomiske analyse.

5.1.1 BASISSCENARIO

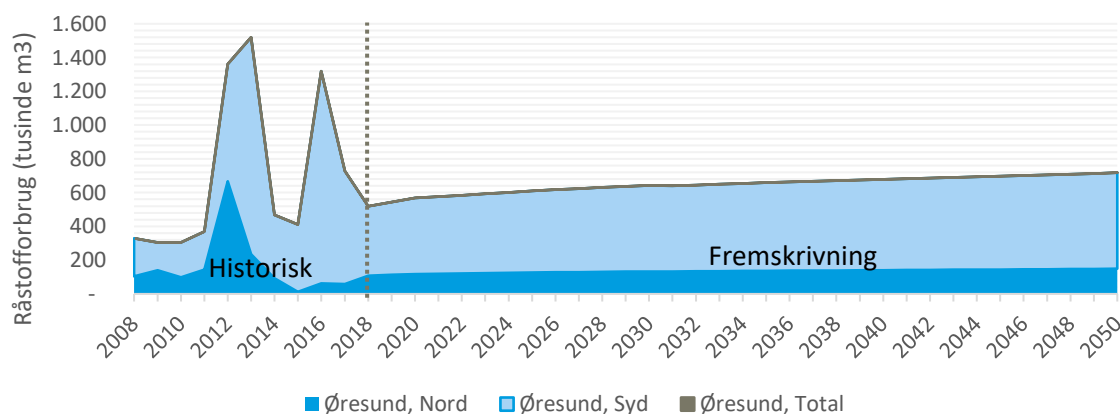
Basisscenariet omhandler en fortsættelse af indvinding i Øresund de næste 30 år. Det betyder at der indvindes råstoffer de samme steder i Øresund som i dag. Fremskrivningen af råstofbehovet anvender medianen af det årlige indvindingsniveau i perioden 2008 til 2017 som udgangspunkt for 2018 indvindingen. I denne periode er der i gennemsnit blevet indvundet ca. 700.000 m³ råstoffer.

Det fremtidige behov følger Region Hovedstadens forventede efterspørgsel efter råstoffer. Region Hovedstadens egen forventning til råstofbehov er beskrevet i rapporten 'Fremskrivning af råstofforbruget for 2013-2036'⁴. Da hovedparten af råstofferne fra Øresund anvendes i Region Hovedstaden antager vi, at indvindingen i Øresund følger væksten i Region Hovedstadens råstofforbrug.

Store lokale bygge- og anlægsprojekter kan skabe en pludselig stigning i råstofbehovet (tilsvarende hvad der blev observeret i 2011-2012 og 2017). Fremskrivningen tager imidlertid ikke højde for ekstraordinære store anlægsbyggeri, der ikke er planlagt.

Analysen forudsætter at råstoffordelingen mellem de fire sandtyper er konstant over tid. Det betyder at der indvindes samme andel sand 1, grus 2, ral 3 og sand 4 i 2019-2050 som hvad der gennemsnitligt er indvundet historisk.

Figur 5-1 herunder viser fremskrivningen af den forventede fremtidige råstofindvinding i Øresund.



Figur 5-1: Fremskrivning af råstofbehovet i Øresund

⁴ Regionens fremskrivning stopper i 2036, men den undersøgte analyseperiode fortsætter til 2050. For at dække hele analyseperioden er det antaget at den gennemsnitlige vækstrate fra 2030-2036 er repræsentativ for perioden frem til 2050.

5.1.2 ALTERNATIVE SCENARIER

De alternative scenarier gennemføres ved at omfordele hele eller dele af den forventede fremtidige indvinding i Øresund på alternative indvindingsområder.

Ved identifikationen af alternative indvindingsområder er der taget udgangspunkt i de områder der bedst imødekommer den kvalitetsmæssige sammensætning af råstofindvindingen, og som skaber de laveste forventede ekstra omkostninger for erhvervslivet og samfundet som helhed.

Erhvervslivet forventes at benytte sand 1, grus 2 og ral 3 fra Øresund Syd som betonsand i betonindustrien. Dette er i overensstemmelse med den marine råstofkvalitet tidligere beskrevet i Boks 4 i afsnit 4 og udsagn fra erhvervslivet. Fyldsand fra Øresund Syd og alle råstofftyper fra Øresund Nord forventes at blive benyttet som fyldsand og vil blive betegnet som dette i resten af den samfundsøkonomiske analyse.

Hvis Øresund Syd helt eller delvist lukkes vil der være behov for at supplere råstofindvindingen med betonsand fra en anden kilde for at sikre at den rigtige kvalitet er tilgængelig for betonindustrien. Alt betonsand antages at blive importeret fra Norge eller Sverige, da man her har den laveste omkostning per m³. Alternativerne kunne være havindvinding i Kattegat eller landindvinding i Kalundborg. Det vurderes dog at den laveste m³ omkostning vil være ved import (se Boks 7 for en uddybning).

Som alternativ til fyldsand fra Øresund Nord og Syd er Faxe Bugt og Roskilde identificeret som bedste indvindingsalternativer fra henholdsvis hav og land. Faxe Bugt er valgt som alternativ, da dette er havindvindingsområdet som bedst matcher råstofsammensætningen fra Øresund, og indvindingsområdet er samtidig nærmest indskibningsstedet til Prøvestenen, dvs. transportomkostningerne er mindst. Roskilde er nærmeste landindvindingsalternativ og de øvrige landbaserede alternativer forventes at have for høje kørselsomkostninger til at være attraktive set fra et omkostningsperspektiv.

De opstillede scenarier er beskrevet i tabellen nedenfor og uddybet i teksten under tabellen.

Tablet 5-1: Oversigt over de opstillede scenarier

	Indvinding Øresund		Alternativt indvindingsområde	
	Øresund Nord	Øresund Syd	Fyldsand	Betonsand
Scenarie 1	50 %	100 %	Øresund Syd	Øresund Syd
Scenarie 2	0 %	100 %	Øresund Syd	Øresund Syd
Scenarie 3.a	50 %	50 %	Faxe Bugt	Import
Scenarie 3.b	50 %	50 %	Roskilde	Import
Scenarie 4.a	0 %	0 %	Faxe Bugt	Import
Scenarie 4.b	0 %	0 %	Roskilde	Import

Note: Indvindingskolonnerne indikerer hvor stor en andel af den nuværende råstofindvinding der vil foregå i det pågældende scenarie (fx betyder 50 % i Øresund Nord at der i det pågældende scenarie vil være en reduktion på 50 %. 0 % betyder dermed at al råstofindvinding stopper).

- **SCENARIO 1** – 50 % Øresund Nord – 100% Øresund Syd – Alternativ: Øresund Syd
I scenarie 1 bliver råstofindvindingen i Øresund Nord reduceret med 50 % fra og med 2021. Det antages, at indvindingen af alle råstofftyper reduceres med 50 %. Øresund Syd vil blive benyttet som alternativ til indvinding i Øresund Nord.

- SCENARIO 2 – 0 % Øresund Nord – 100 % Øresund Syd – [Alternativ: Øresund Syd]
I scenarie 2 bliver råstofindvindingen i Øresund Nord afsluttet fra og med år 2021. Øresund Syd vil blive benyttet som alternativ til indvinding i Øresund Nord.
- SCENARIO 3.a – 50 % Øresund Nord – 50% Øresund Syd – Alternativ: Faxe Bugt + Import
I scenarie 3.a bliver råstofindvindingen i hele Øresund reduceret med 50 % fra og med år 2021. Indvindingen af alle råstoftyper reduceres med 50 %. I dette scenarie bliver indvindingen erstattet gennem en kombination af import af betonsand fra udlandet samt indvinding af fyldsand fra Faxe Bugt.
- SCENARIO 3.b – 50 % Øresund Nord – 50 % Øresund Syd – Alternativ: Roskilde + Import
Scenarie 3.b er tilsvarende scenarie 3.a, dog bliver fyldsandet indvundet på land i Roskilde i stedet for på havet ved Faxe Bugt. Betonsandet bliver importeret.
- SCENARIO 4.a – 0 % Øresund Nord – 0 % Øresund Syd – Alternativ: Faxe Bugt + Import
I scenarie 4 afsluttes råstofindvindingen i hele Øresund fra og med år 2021. I dette scenarie bliver indvindingen erstattet gennem en kombination af import af betonsand fra udlandet samt indvinding af fyldsand fra Faxe Bugt.
- SCENARIO 4.b – 0 % Øresund Nord – 0 % Øresund Syd – Alternativ: Roskilde + Import
Scenarie 4.b er tilsvarende scenarie 4.a, blot hvor alt fyldsand bliver indvundet på land i Roskilde i stedet for på havet ved Faxe Bugt. Betonsandet bliver importeret.

Det er i tidligere analyser (se fx NIRAS, 2018) antaget at bygge- og anlægsbranchens efterspørgsel efter råstoffer er uelastisk, da prisen udgør en forholdsvis lille del af den endelige pris på byggerier. Denne antagelse er også benyttet til nærværende analyse, Det betyder, at erhvervssektoren i alle scenarier efterspørger de samme mængder råstoffer på trods af ændringer i råstofpriserne.

Tabel 5-2 viser hvor store råstofmængder, der skal indvindes eller importeres i hvert område hvis hvert scenarie skal have en råstofsammensætningen og indvindingsmængde som basisscenariet. Tabellen viser den gennemsnitlige årlige råstofindvinding fra de forskellige områder.

Tabel 5-2: Gns. årlig råstofindvinding i perioden 2021-2050 fordelt på indvindingsområde (tusinde m³/år)

Område	Basis	S. 1	S. 2	S. 3.a	S. 3.b	S. 4.a	S. 4.b
Øresund Nord	136	68	-	68	68	-	-
Øresund Syd	521	521+68	521+139	261	261	-	-
Faxe Bugt	-	-	-	199	-	397	-
Roskilde	-	-	-	-	199	-	397
Import	-	-	-	130	130	260	260
Total	657	657	657	657	657	657	657

Boks 7: Betonsand

Ved en hel eller delvis lukning af Øresund Syd som indvindingsområde er der behov for at finde alternative måder at skaffe betonsand af E- og A-kvalitet. På baggrund af interview med indvindingssektorens virksomheder og brancheorganisationer samt betonindustrien er følgende tre alternative muligheder for at skaffe betonsand identificeret: Import fra udlandet, landindvinding fra Kalundborg eller havindvinding fra Lysegrund i Kattegat.

Import fra udlandet (Norge eller Sverige):

Import af granit, som allerede foregår i dag, vil kunne erstatte den betonsand, der bliver indvundet i Øresund. Der blev i 2017 importeret ca. 103.000 m³ sten og grus af den art der almindeligvis anvendes i beton til en samlet pris på 20 mio. kr. til Danmark.

Dette giver en gennemsnitlig kubikmeterpris på mellem 180-190 kr. Der bliver i analysen anvendt en pris på 185 kr./m³. Denne pris har været relativt konstant over de seneste tre år.

Landindvinding fra Kalundborg:

Grusgravene ved Kalundborg henter i dag betonsand af en kvalitet, der kan erstatte sandet fra Øresund. Dette bliver benyttet af betonfabrikkerne, der ligger i den vestlige del af Sjælland. Ved en hel eller delvis lukning af Øresund Syd vil en mulighed være at transportere sand fra Kalundborg til Region Hovedstaden. Dette medfører øgede transportomkostninger per m³, men også mere belastning på Sjællands infrastruktur.

Listepriisen på klasse A og E sand fra Kalundborg ligger på ca. 50 kr./m³. Fra denne forventes en rabat på mellem 20-30 % ved store handler svarende til en effektiv pris på ca. 37 kr./m³.

Transportomkostningerne fra Kalundborg til Nordhavn i København forventes at være 150 kr./m³. Tilsammen giver dette en kubikmeterpris for indhentning af betonsand fra Kalundborg på ca. 190 kr./m³. Hertil skal tilføjes de samfundsøkonomiske og miljømæssige konsekvenser ved selve transporten fra Kalundborg til Nordhavn.

Havindvinding ved Lysegrund i Kattegat:

En tredje potentiel mulighed for at erstatte betonsand i Region Hovedstaden er ved havindvinding i Kattegat-området Lysegrund. Her vil indvindingen foregå på havet og indvindingsfartøjet forventes at sejle hele distancen fra indvindingsområdet til Prøvestenen i København.

Indvindingsomkostningerne ved Lysegrund forventes at være inden for et spænd på 60-70 kr./m³. Hertil skal tilføjes betydelige transportomkostninger. Transport vil udgøre 140-160 kr./m³ og får havindvinding fra lysegrund op på en forventet kubikmeterpris på 200-230 kr./m³.

Konklusion:

Den billigste kubikmeterpris forventes at blive opnået gennem import af betonsand fra udlandet. Analysen arbejder fremadrettet med denne forudsætning.

5.2 Erhvervsøkonomiske konsekvenser

De erhvervsøkonomiske konsekvenser beskriver de konsekvenser som erhvervslivet kan forvente ved en hel eller delvis lukning af Øresund som indvindingsområde.

Tre faktorer forventes at påvirke råstofprisen relativt til basisscenariet: Indvindings-, import-, og transportomkostningerne. Indvindingssektoren kan forvente højere indvindingsomkostninger grundet bl.a. flere kilometer sejles. Derudover vil import af betonsand fra udlandet også være dyrere end prisen på betonsand i basisscenariet. Endeligt påvirker transportkilometer på land også prisen det koster at få leveret råstoffer til anvendelsesplaceringen.

Konsekvenserne for indvindingen, importen og transporten for de seks opstillede scenarier sammenholdt med basisscenariet fremgår af Tabel 5-3. Det skal bemærkes, at et positivt tal betyder en øget omkostning ift. basisscenariet.

Tabel 5-3: Gennemsnitlige årlige meromkostninger for erhvervet gennem indvinding, import og transport (mio. kr./år)

	S. 1 Ø. N.: 50% Ø. S.:100% [Øresund Syd]	S. 2 Ø. N.: 0% Ø. S.:100% [Øresund Syd]	S. 3.a Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Faxe Buget + import]	S. 3.b Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Roskilde + import]	S. 4.a Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Faxe Buget + import]	S. 4.b Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Roskilde + import]
Indvinding/ import	1	2	18	8	36	15
Transport	-	-	2	12	5	25
Total	1	2	21	20	41	40

Note: Dette er en omkostningstabel og positive tal betyder dermed øgede omkostninger ved den pågældende post relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative omkostninger.

Scenarie 1 og 2, hvor kun Øresund Nord påvirkes, er det kun indvindingsomkostninger der bliver påvirket. Her skifter indvindingen fra Øresund Nord til Øresund Syd og vil dermed kun opleve øgede indvindingsomkostninger gennem flere sejlede kilometer. Der er ikke behov for yderligere vejtransport, da råstofferne fra Øresund Syd også antages at blive lodset ved Prøvestenen.

Scenarie 3 og 4 vil derimod opleve lavere indvindingsomkostninger, da indvindingen i Øresund Syd substitueres med import fra udlandet. De lavere indvindingsomkostninger bliver dog mere end opvejet af importomkostningerne. Det betyder at de kombinerede indvinding- og importomkostninger er højere i scenarie 3 og 4 relativt til basisscenariet. Ved scenarie 3 og 4 opstår der også yderligere transportomkostninger gennem en forventning om, at de importerede råstoffer vil blive kørt med lastbil. I scenarie 3.b og 4.b forventes fyldsandet at blive hentet i Roskilde hvilket resulterer i lavere indvindingsomkostninger sammenholdt med scenarie 3.a og 4.b. Tilgængæld opstår en markant stigning i transportomkostninger på land.

5.2.1 INDVINDING

Indvindingsomkostningen per kubikmeter afhænger af leje og drift af indvindingsfartøjerne. Det betyder, at antal kilometer sejlet har stor betydning for de forventede omkostninger oplevet af indvindingssektoren.

Der er to faktorer, der påvirker antallet af sejlede kilometer: Sejldistancen tur/retur til indvindingsområdet og indvindingstiden, når indvindingsområdet er nået. Selve sandsugningsprocessen og -kompleksiteten på vandet forventes ikke at variere mellem de undersøgte indvindingsområder og bliver dermed set bort fra. Det antages derudover at der sejles til centrum af indvindingsområdet.

Det antages i analysen at råstofferne fra havindvinding lodses ved Prøvestenen uafhængigt af hvilket område der indvindes i. Prøvestenen er valgt som udgangspunkt for lodsning, da dette er den nærmeste lodsemulighed til Nordhavn, hvor hovedparten af råstofferne i de kommende år forventes at blive anvendt. På lang sigt er det dog ikke nødvendigvis Nordhavn hvor behovet for råstoffer er størst, men det forventes stadig at være inden for Københavns Kommune.

Ved at flytte indvindingsområde længere fra lodsningsplaceringen (Prøvestenen) vil der være behov for flere skibskilometer for at hente den samme mængde råstoffer i en given tidsperiode. Det betyder at hver kubikmeter råstof skal sejles længere, og dette påvirker prisen.

Da hvert skib bliver udnyttet til fuld kapacitet vil øget transportdistance betyde at hvert skib gennemfører færre ture per døgn. For at opretholde den samme mængde råstoffer per døgn er der derfor brug for en større skibsflåde. Analysen antager, at en større skibsflåde kan leases til samme omkostning som den nuværende flåde. Dette betyder, at antallet af skibe ikke har indflydelse på indvindingsprisen.

Der kan formentligt forventes en svag tendens henimod brug af større indvindingsfartøjer i takt med at afstanden fra indvindings- til lodsningssted øges. Denne ændring vil afspejle sig i en billigere transport per kubikmeter råstoffer. Til gengæld vil større fartøjer kræve større havneafgifter og for nogle havne, hvor der ikke er plads, ekstraomkostninger til lodsningen. Der er foretaget en simplificerende antagelse om, at skibskapacitet og antal sejladskilometer er uafhængige, og skibskapaciteten er dermed konstant over analyseperioden.

Sandsugningen er en proces, hvor skibet er i bevægelse, mens indvindingen foregår. Hvis det bliver mere besværligt at indvinde den ønskede sandtype, vil der være behov for mere sandsugning og dermed flere skibskilometer, når indvindingsområdet er nået. Hvor meget sandsugning, der skal til for at fylde skibets kapacitet afhænger af forekomsten af den ønskede sandtype. Det er i analysen antaget, at råstofindvindingsprocessen er ens i alle scenarier, og det er dermed kun afstanden til indvindingsområdet, der påvirker indvindingsomkostningerne.

Lukkes eller delvist lukkes Øresund Syd som indvindingsområde vil store dele af erhvervets behov for betonsand der indvindes i dette område, blive dækket af import fra udlandet. Boks 7 beskriver de forskellige alternativer til anskaffelse af betonsand til betonindustrien. Det vises her, at de laveste omkostninger kan forventes ved import fra udlandet. En lavere andel råstofindvinding i dansk farvand betyder at færre sejlkilometer⁵ bliver foretaget i Danmark.

Tabel 5-4: Gennemsnitlige årlige ekstra skibskilometer relativt til basisscenariet (km/år)

	Ekstra km pr. år
Scenarie 1, Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 100%, Øresund Syd	5.948
Scenarie 2, Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 100%, Øresund Syd	11.895
Scenarie 3.a, Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 50%, Faxe Bugt + import	13.846
Scenarie 3.b, Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 50%, Roskilde + import	-36.851
Scenarie 4.a, Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 0%, Faxe Bugt + import	27.691
Scenarie 4.b, Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 0%, Roskilde + import	-111.323

Note: Positiv værdi indikerer at det pågældende scenarie oplever flere skibskilometer relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative tal. Alt råstofindvindingen foretaget på havet er antaget at blive lodset i Prøvestenen.

⁵ Baseret på antagelse om, at importerede råstoffer bliver transporteret i lastbil fra Norge eller Sverige. I fald importen i stedet vil blive indskibet, vil der være blive foretaget flere internationale sejlkilometer.

Tabel 5-4 herover viser, hvor mange ekstra skibskilometer der skal sejles hvert år relativt til, hvad der kan forventes i basisscenariet. Heraf kan det ses, at sejlstanden i scenarierne med alternativindvinding i Faxe Bugt og Øresund Syd er længere end i basisscenariet. Scenarie 3.b og 4.b oplever færre skibskilometer end basisscenariet, da store dele af råstofindvindingen foregår som import i stedet for gennem indvinding i danske farvand. Derudover erstattes fyldsandsindvinding på havet med indvinding på land.

Tabel 5-5 viser de forventede indvindingsomkostninger ved de undersøgte havindvindingsområder, indvinding på land i Roskilde samt den forventede importpris.

Tabel 5-5: Indvindingsomkostninger samt importomkostning (kr./m³)

Indvindingsområde	Omkostninger (kr./m ³)
Øresund Nord (havindvinding)	50-60
Øresund Syd (havindvinding)	65-75
Faxe Bugt (havindvinding)	85-95
Roskilde (landindvinding)	40-50
Import*	185

Note: Både land og havindvindings omkostningerne inkluderer alle omkostninger fra indvinding til lodseplacering/grusgrav. Leveringsomkostninger er ikke inkluderet i prisen. Landindvindingsomkostninger dækker indvinding og råstofbehandling. Havindvindingsomkostninger er inkl. transport på havet, bugsering, lodsning samt råstofbearbejdning. Lodsning foretages ved Prøvestenen. *Importprisen kan ikke direkte sammenlignes med indvindingsomkostningerne. Det antages at importprisen indeholder samtlige omkostninger til den danske grænse er nået. Importprisen er baseret på DST's KN8MEST statistik, som beskriver den samlede importmængde samt de samlede importomkostninger for forskellige råstofftyper.

Indvindingsomkostningerne indeholder alle omkostninger indvindingselskaberne afholder inden råstofferne er klar til at blive solgt til kunden. Dette betyder at leveringsomkostningerne fra lodseplacering eller grusgrav til kundens anvendelsesområde ikke er inkluderet i denne pris. Importprisen skiller sig ud og inkluderer blot omkostningerne til levering til dansk grænse.

Indvindingsvirksomhedernes indvindingsomkostninger anses som en konkurrenceparameter og er derfor ikke offentligt tilgængelig. Disse omkostninger er derfor overslag, baseret på interviews med indvindingselskaber og derefter blevet sammenholdt med tilgængelige rapporter om omkostningsstrukturen i råstofindustrien. Da der er usikkerhed om dette overslag, er der foretaget en følsomhedsanalyse hvor det undersøges hvordan indvindingsomkostningerne påvirkninger resultatet.

Af Tabel 5-5 kan det ses at indvindingsomkostningerne forventes at stige efterhånden, som råstofferne skal indvindes ved indvindingsområder længere fra hovedstadsområdet. Det fremgår også, at import af betonsand er relativt meget dyrere end den nuværende indvinding i Øresund Syd, men dog stadig det billigste alternativ jf. Boks 7.

Konsekvenserne for indvindingen og importen for de seks opstillede scenarier sammenholdt med basisscenariet fremgår af Tabel 5-6 herunder. Her indikerer et positivt tal en øget omkostning ift. basisscenariet og et negativt tal er en besparelse ift. basisscenariet. Det skal bemærkes at disse omkostninger afhænger af antal sejlede kilometer og at denne analyse bygger på en antagelse om at der sejles til centrum hver gang. Det betyder at denne omkostning kan variere afhængigt af om der sejles til indvindingsområdets periferi eller centrum.

Tabel 5-6: Gennemsnitlige årlig meromkostning ved indvinding og import (mio. kr./år)

	S. 1	S. 2	S. 3.a	S. 3.b	S. 4.a	S. 4.b
	Ø. N.: 50%	Ø. N.: 0%	Ø. N.: 50%	Ø. N.: 50%	Ø. N.: 0%	Ø. N.: 0%
	Ø. S.:100%	Ø. S.:100%	Ø. S.: 50%	Ø. S.: 50%	Ø. S.: 0%	Ø. S.: 0%
	[Øresund Syd]	[Øresund Syd]	[Faxe Bugt + import]	[Roskilde + import]	[Faxe Bugt + import]	[Roskilde + import]
Indvinding	1	2	-6	-17	-12	-33
Import	-	-	24	24	48	48
Total	1	2	18	8	36	15

Note: Positiv værdi indikerer at det pågældende scenarie oplever meromkostninger relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative tal.

Af Tabel 5-6 fremgår det at scenarie 1 og 2 oplever øgede indvindingsomkostninger ved at skifte indvindingsområde fra Øresund Nord til Syd. De gennemsnitlige årlige meromkostninger er mellem 1-2 mio. kr. afhængigt af om Øresund Nord lukkes delvist eller helt.

Tabel 5-6 viser også at scenarie 3 og 4 oplever indvindingsbesparelser på mellem 6 – 33 mio. kr. årligt. Dette opvejes dog af importomkostninger på mellem 24 – 48 mio. kr. årligt. Ud fra indvinding og importomkostninger er det billigst at for erhvervslivet at hente fyldsand fra Roskilde (scenarie 3.b og 4.b relativt til 3.a og 4.a). Disse omkostninger indeholder dog ikke omkostninger til landtransport som specielt er store ved indvinding i Roskilde, men bliver medregnet under landtransport i det efterfølgende afsnit.

5.2.2 LANDTRANSPORT

Når flere kørte kilometer med lastbil er nødvendig for at transportere råstofferne stiger transportomkostningerne og dermed stiger kubikmeterprisen på råstofferne. Tabel 5-7 viser, hvor mange ekstra lastbilkilometer, der er nødvendig i hvert scenarie relativt til basisscenariet. Der er i analysen gjort en simplificerende antagelse om at alle råstoffer skal leveres i Nordhavn.

Tabel 5-7: Gennemsnitlige årlige ekstra lastbilkilometer relativt til basisscenariet (km/år)

	Gns. ekstra km pr. år
Scenarie 1, Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 100%, Øresund Syd	0
Scenarie 2, Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 100%, Øresund Syd	0
Scenarie 3.a, Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 50%, Faxe Bugt + import	185.699
Scenarie 3.b, Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 50%, Roskilde + import	942.239
Scenarie 4.a, Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 0%, Faxe Bugt + import	371.399
Scenarie 4.b, Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 0%, Roskilde + import	1.884.479

Note: Positiv værdi indikerer at det pågældende scenarie oplever flere lastbilkilometer relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative tal. Alt råstofindvindingen foretaget på havet er antaget at blive lodset i Prøvestenen og bliver kørt til Nordhavn.

Dette betyder at hvert scenarie generer følgende gennemsnitlige meromkostning på transport ift. basisscenariet.

Tabel 5-8: Gennemsnitlige årlig meromkostning ved lastbilskilometer (mio. kr./år)

	Meromkostning pr. år
Scenarie 1: Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 100%. Alt. Øresund Syd	0
Scenarie 2: Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 100%, Alt. Øresund Syd	0
Scenarie 3.a: Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 50%, Alt. Faxe Bugt + import	2
Scenarie 3.b: Øresund Nord: 50%, Øresund Syd: 50%, Alt. Roskilde + import	12
Scenarie 4.a: Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 0%, Alt. Faxe Bugt + import	5
Scenarie 4.b: Øresund Nord: 0%, Øresund Syd: 0%, Alt. Roskilde + import	25

Note: Positiv værdi indikerer at det pågældende scenarie oplever meromkostninger knyttet til ekstra lastbilskilometer relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative tal. Det antages at omkostninger pr. kørt kilometer pr. kubikmeter råstof er 0,6 kr. jf. Copenhagen Economics. Dermed koster det bygge- og anlægssektoren ca. 13 kr./km når lastbilskapaciteten er ca. 21 m3.

5.3 Statsfinansielle konsekvenser

Ved havindvinding betales der et vederlag til staten for hver m3 der indvindes. Prisen per m3 afhænger af hvilket område der indvindes i og der skelnes overordnet mellem fællesområder og auktionsbaserede områder. Analysen er baseret på en antagelse om at indvindingen foregår på et fællesområde, hvor indvindingsselskabet ikke selv har stået for efterforskning og miljøvurderingen. Der bliver derved opkrævet et indvindingsvederlag på 8,68 kr./m3. Udover vederlaget betales der ved både indvinding på land og vand en indvindingsafgift på 5 kr./m3.

Det betyder at en ændring i indvindingen i Øresund også påvirker staten gennem ændring i deres indtægtsgrundlag. Når dele af råstofbehovet forventes at blive dækket gennem import bliver den danske råstofindvinding mindre og dermed falder statens vederlags- og afgiftsindtægter. Da vederlag kun er aktuelt når råstofindvindingen foregår på havet, vil en indvinding på land (scenarie 3.b og 4.b) også påvirke statens indtægtsgrundlag.

Der bliver i analysen også taget højde for den skatteforvriddningseffekt, som opstår, når det offentlige vederlag og afgifter ændres. Skatteforvriddningsfaktoren sættes til 1,1 jf. Finansministeriets anvisning.

Merindtægter for det offentlige relativt til basisscenariet ses af Tabel 5-9. Det skal bemærkes, at et negativt tal betyder lavere indtægter ift. basisscenariet.

Tabel 5-9: Gennemsnitlige årlige merindtægter for staten (mio. kr./år)

	S. 1 Ø. N.: 50% Ø. S.: 100% [Øresund Syd]	S. 2 Ø. N.: 0% Ø. S.: 100% [Øresund Syd]	S. 3.a Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Faxe Bugt + import]	S. 3.b Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Roskilde + import]	S. 4.a Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Faxe Bugt + import]	S. 4.b Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Roskilde + import]
Vederlag	-	-	-1	-3	-2	-6
Afgifter	-	-	-1	-1	-1	-1
Skatteforvriddning	-	-	-0	-0	-0	-1
Nettoresultat	-	-	-2	-4	-4	-8

Note: Dette er en indtægstabel og negative tal betyder dermed at staten oplever lavere indtægter ved den pågældende post relativt til basisscenariet.

Af Tabel 5-9 kan det ses, at de statslige indtægter fra vederlag og afgifter falder efterhånden, som havindvindingen erstattes med henholdsvis landindvinding og import fra udlandet. Specielt scenarie 4.b påvirker statens mulighed for at indkræve vederlag og afgifter, da der ikke foregår nogen havindvinding.

5.4 Luftforurening, CO2-udledning og trafikale konsekvenser

Udover de erhvervsøkonomiske konsekvenser og statsfinansielle konsekvenser må der forventes også at være en række miljøeffekter ved en reduktion af råstofindvinding i Øresund. Både ændringen i transport til havs og på land medfører en række afledte effekter. Disse bliver gennemgået i de efterfølgende afsnit.

Det kan potentielt have naturmæssige konsekvenser at indvinde i Øresund og i de alternative indvindingsscenarier, men dette er ikke inddraget i analysen.

5.4.1 LUFTFORURENING OG CO2-UDLEDNING VED TRANSPORT TIL HAVS

En stigning i skibsfart medfører en større luftforurening og CO2-udledning som har samfundsøkonomiske konsekvenser. Til at kvantificere omkostningerne forbundet med luftforurening og CO2-udledning ved en ændring i skibsfart anvendes de tidligere opgjorte skibskilometer (se Tabel 5-10). I de scenarier, hvor der forventes flere skibskilometer vil luftforureningen og CO2-udledningen være højere end i basisscenariet. Modsat gælder i de scenarier, hvor skibskilometerne er lavere end i basisscenariet.

For at gå fra skibskilometer til udledningsmængder benytter denne analyse sig af forurenings og CO2-udledningsnøgletal fra DTU's opgørelse 'Transportøkonomiske enhedsomkostninger'⁶. Her opgøres forurenings- og udledningsmængder for en repræsentativ skibstype per kilometer sejlet. Forurenings- og CO2-udledningsmængder per kilometer tager udgangspunkt i opgørelsen for et kystfartøj på 2.000 tons, hvilket svarer til vægtstørrelserne som indvindingssektoren anvender.

Den årlige forurening og CO2-udledning ved transport på havet i de seks scenarier bliver sammenlignet med basisscenariet og dette fremgår af tabellen herunder. Der er her tale om merforurening og -udledning fra hvert scenarie relativt til basisscenariet, hvorfor et positivt tal indikerer en øget forurening eller CO2-udledning, mens et negativt tal indikerer en reduceret forurening eller CO2-udledning sammenlignet med basisscenariet.

Tabel 5-10: Gennemsnitlig årlig merforurening og CO2-udledning ved skibstransport (1.000 kg/år)

	S. 1	S. 2	S. 3.a	S. 3.b	S. 4.a	S. 4.b
	Ø. N.: 50%	Ø. N.: 0%	Ø. N.: 50%	Ø. N.: 50%	Ø. N.: 0%	Ø. N.: 0%
	Ø. S.: 100%	Ø. S.: 100%	Ø. S.: 50%	Ø. S.: 50%	Ø. S.: 0%	Ø. S.: 0%
	[Øresund Syd]	[Øresund Syd]	[Faxe Bugt + import]	[Roskilde + import]	[Faxe Bugt + import]	[Roskilde + import]
PM2,5	0	1	1	-2	2	-7
NOx	4	7	9	-23	17	-69
SO2	3	6	7	-18	13	-53
CO	0	1	1	-3	2	-8
HC	0	0	0	-1	1	-3
CO2	156	312	363	-965	726	-2.917

Note: Forurening og CO2-udledningsmængderne tager udgangspunkt i DTU's transportøkonomiske enhedspriser (2018) for kystfartøjer (2.000 tons). I g/kg anvendes følgende nøgletal: PM2,5 = 61, NOx = 621, SO2 = 478, CO = 71, HC = 23, CO2 = 26.200.

Af Tabel 5-10 fremgår det at scenarie 1, 2, 3.a og 4.a skaber øget luftforurening og CO2-udledning relativt til basisscenariet. Den største påvirkning sker når råstoffer skal hentes i Faxe Bugt i Scenarie 3.a og 4.a. Scenarie 3.b og 4.b hvor antallet af skibskilometer reduceres vil der også være en reduceret luftforurening og CO2-udledning.

⁶ Det er DTU's Transportøkonomiske enhedsomkostninger version 1.6 som anvendes. Denne version er opdateret i 2018.

Til værdisætningen af de samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforurening og CO₂-udledning benyttes beregningspriser fra Nationalt Center for Miljø og Energis (DCE) notat "Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 2.0". DCE opgør de omkostninger ved forskellige områder og sektorer, hvor der for luftforurening ved skibsfart er anvendt marginale eksterne omkostninger ved ikke-vejgående transport og maskiner (SNAP8). Der anvendes beregningspriser for konsekvenserne på dansk grund. Benyttes denne beregningspris opstår de gennemsnitlige årlige samfundsøkonomiske meromkostninger sammenlignet med basisscenariet, som beskrevet i Tabel 5-11.

Tabel 5-11 viser, at de årlige samfundsøkonomiske meromkostninger til luftforurening og CO₂-udledning er højest i de scenarier, hvor antallet af skibskilometer er størst. Dette gør sig gældende, når Faxe Bugt bliver anvendt, og hvor importen af råstoffer er lav. I scenarie 3.b og 4.b bliver der sejlet færre kilometer end i basisscenariet, og dermed er der færre omkostninger til luftforurening og CO₂-udledning sammenlignet med basisscenariet.

Tabel 5-11: Gns. årlig samfundsøkonomisk meromkostning ved luftforurening og CO₂-udledning fra skibsfart (mio. kr./år)

	S. 1 Ø. N.: 50% Ø. S.: 100% [Øresund Syd]	S. 2 Ø. N.: 0% Ø. S.: 100% [Øresund Syd]	S. 3.a Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Faxe Bugt + import]	S. 3.b Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Roskilde + import]	S. 4.a Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Faxe Bugt + import]	S. 4.b Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Roskilde + import]
PM _{2,5}	0,1	0,2	0,2	-0,6	0,4	-1,8
NO _x	0,0	0,1	0,1	-0,2	0,2	-0,7
SO ₂	0,2	0,4	0,4	-1,1	0,8	-3,4
CO	-	-	-	-	-	-
HC	-	-	-	-	-	-
CO ₂	0,2	0,5	0,6	-1,5	1,1	-4,4
Total	0,5	1,1	1,3	-3,4	2,6	-10,3

Note: Denne tabel er en omkostningstabel og en positiv værdi indikerer dermed at det pågældende scenarie oplever flere omkostninger relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative tal. Omkostningerne ved luftforurening og CO₂-udledning tager udgangspunkt i DCE's beregningspriser for ikke-vejgående transport og maskiner (SNAP8). Enhedspriserne er korrigeret til kun at indeholde omkostninger på dansk grund. I 2018 priser anvendes følgende nøgletal (kr./kg): PM_{2,5} = 264, NO_x = 10, SO₂ = 63, CO = 0, HC = 0, CO₂ = 2.

5.4.2 LUFTFORURENING, CO₂-UDLEDNING OG TRAFIKALE KONSEKVENSER VED TRANSPORT PÅ LAND
Konsekvenserne ved flere lastbilkilometer kan generelt opdeles i to kategorier: 1) Klima- og luftkonsekvenser og 2) trafikale konsekvenser. Samfundet påvirkes ved større luftforurening og øget CO₂-udledning. De trafikale konsekvenser dækker over øget støjniveau, større trængsel og flere trafikuheld. En større udgift til vedligehold af veje m.m. kan også forventes, når antal lastbilkilometer stiger.

5.4.2.1 Luftforurening og CO₂-udledning ved transport på land

For at gå fra antal kørte kilometer i lastbil til udledningsmængder anvendes nøgletal fra DTU's transportøkonomiske enhedspriser. Disse nøgletal beskriver de gennemsnitlige forurenings- og udledningsmængder for en repræsentativ størrelse lastbil. Der tages udgangspunkt i en lastbil på 33 tons svarende til ca. 21 m³. Der skelnes i DTU's udledningsopgørelse mellem kørsel på land og i byen, hvor udledningsmængden per kilometer er højest ved bykørsel. Denne analyse anvender udledningsmængderne ved bykørsel.

Hvert scenarie har en gennemsnitlig årlig merudledning sammenholdt med basisscenariet, som vist i Tabel 5-12.

Tabel 5-12: Gennemsnitlig årlig luftforurening og CO2-udledning ved lastbilstransport (1.000 kg/år)

	S. 1 Ø. N.: 50% Ø. S.:100% [Øresund Syd]	S. 2 Ø. N.: 0% Ø. S.:100% [Øresund Syd]	S. 3.a Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Faxe Bugt + import]	S. 3.b Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Roskilde + import]	S. 4.a Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Faxe Bugt + import]	S. 4.b Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Roskilde + import]
PM2,5	0	0	0,1	0,3	0,1	0,6
NOx	0	0	2,5	12,5	4,9	25,1
SO2	0	0	0,0	0,1	0,0	0,2
CO	0	0	0,5	2,4	0,9	4,7
HC	0	0	0,1	0,6	0,2	1,1
CO2	0	0	313	1.587	626	3.175

Note: Luftforurening og CO2-udledningsmængderne tager udgangspunkt i DTU's transportøkonomiske enhedspriser (2018) for lastbiler. Der tages udgangspunkt i en diesel-lastbil med en kapacitet på 33 tons eller 21 m³. I g/km anvendes følgende nøgletal: PM2,5 = 0,29, NOx = 13,31, SO2 = 0,08, CO = 2,51, HC = 0,59, CO2 = 1.684,74. Der anvendes udledningsmængder ved bykørsel.

For at værdisætte de samfundsøkonomiske konsekvenser ved mere luftforurening og CO2-udledning fra lastbiltransporten anvendes DCE's beregningspriser for vejtransport. Der anvendes beregningspriser for konsekvenserne på dansk grund. Der er derudover anvendt et tillæg på vejtransport i København by.

De samlede samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforurening og CO2-udledning ved lastbilkørsel for hvert af de undersøgte scenarier fremgår af Tabel 5-13. Der er tale om meromkostninger relativt til basisscenariet. Det betyder, at positive tal indikerer at scenariet har større årlige omkostninger relativt til basisscenariet.

Tabel 5-13: Gns. årlig samfundsøkonomiske meromkostning ved luftforurening og CO2-udledning fra lastbilkørsel (mio. kr./år)

	S. 1 Ø. N.: 50% Ø. S.:100% [Øresund Syd]	S. 2 Ø. N.: 0% Ø. S.:100% [Øresund Syd]	S. 3.a Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Faxe Bugt + import]	S. 3.b Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Roskilde + import]	S. 4.a Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Faxe Bugt + import]	S. 4.b Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Roskilde + import]
PM2,5	-	-	0,1	0,6	0,2	1,2
NOx	-	-	0,4	2,0	0,8	3,9
CO2	-	-	0,5	2,4	0,9	4,8
Total	-	-	1,0	5,0	2,0	9,9

Note: Denne tabel er en omkostningstabel og en positiv værdi indikerer dermed at det pågældende scenarie oplever flere omkostninger relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative tal. De samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforurening tager udgangspunkt i DCE's enhedsomkostninger for vejtransport. Der er derudover anvendt et tillæg på kørsel i København by. Til beregning af de samfundsøkonomiske omkostninger ved CO2-udledning anvendes DTU's enhedsomkostninger. I 2018 priser anvendes følgende nøgletal (kr./kg): PM2,5 = 2017, NOx = 152, CO2 = 2.

Det fremgår af Tabel 5-13 at specielt scenarie 3.b og 4.b resulterer i øget samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforurening og CO2-udledning. Dette skyldes at transport af fyldsand fra Roskilde øger antallet af lastbilskilometer markant. Derudover ses det at scenarie 1 og 2 ikke skaber nogen påvirkning, da antallet af lastbilskilometer er tilsvarende hvad der opstår i basisscenariet. Endeligt ses det at scenarie 3.a og 4.a også skaber øgede samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforurening og CO2-udledning grundet lastbilkørsel med de importerede råstoffer.

5.4.2.2 Trafikale konsekvenser ved transport på land

De trafikale effekter ved transport på land dækker støj, uheld, trængsel og slid på infrastruktur. DTU's enhedspriser er anvendt til at beregne de samfundsøkonomiske omkostninger herved. Disse enhedspriser beskriver de samfundsøkonomiske omkostninger ved hvert kørt kilometer i lastbil ved henholdsvis støj, uheld, trængsel og slid på infrastruktur. Der tages udgangspunkt i en lastbil med en kapacitet på 33 tons. Disse enhedsomkostninger følger anvisningen i Transportministeriets manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet og anvendes i Transportministeriets egen model TERESA.

Omkostninger til støj i den samfundsøkonomiske analyse knytter sig til den forøgelse eller reduktion af støjniveauet, der finder sted som følge af et givent tiltag. Selve værdisætningen af støj består af gene- og sundhedsomkostninger ved støj.

Effekterne i forbindelse med uheld i trafikken omfatter både direkte omkostninger forbundet med uheld og de velfærdsmæssige omkostninger, der baseres på den enkeltes betalingsvilje, målt som betalingsvilligheden for at reducere egen risiko. I praksis omregnes omkostningerne forbundet med uheld til en beregningspris på et statistisk liv ved trafikdrab, hvor et statistisk liv er defineret som en ændring i det forventede antal dødsfald i den givne periode.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved trængsel er udtrykt som de marginale omkostninger ved en ekstra køretøjskilometer. Den marginale trængselsomkostning udtrykker de omkostninger, som påføres andre trafikanter i form af forsinkelse, når en trafikant kører én ekstra kilometer.

De samlede trafikale konsekvenser ved lastbilkørsel for hvert af de undersøgte scenarier fremgår af Tabel 5-14. Der er tale om meromkostninger relativt til basisscenariet. Det betyder, at positive tal indikerer at scenariet har større årlige omkostninger relativt til basisscenariet.

Tabel 5-14: Samfundsøkonomiske meromkostninger ved trafikale konsekvenser (mio. kr./år)

	S. 1 Ø. N.: 50% Ø. S.: 100% [Øresund Syd]	S. 2 Ø. N.: 0% Ø. S.: 100% [Øresund Syd]	S. 3.a Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Faxe Bugt + import]	S. 3.b Ø. N.: 50% Ø. S.: 50% [Roskilde + import]	S. 4.a Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Faxe Bugt + import]	S. 4.b Ø. N.: 0% Ø. S.: 0% [Roskilde + import]
Støj	-	-	0,0	0,1	0,1	0,3
Uheld	-	-	0,4	1,8	0,7	3,7
Trængsel	-	-	0,1	0,6	0,3	1,3
Infrastruktur	-	-	0,2	1,1	0,4	2,3
Total	-	-	0,7	3,7	1,5	7,5

Note: Denne tabel er en omkostningstabel og en positiv værdi indikerer dermed at det pågældende scenarie oplever flere omkostninger relativt til basisscenariet. Modsat gælder ved negative tal. Afledte trafikale konsekvenser på transportområdet tager udgangspunkt i DTU's transportøkonomiske enhedspriser (2018). I kr./km anvendes følgende enhedspriser: Støj = 0,2, uheld = 1,9, trængsel = 0,7 og slid på infrastruktur = 1,2.

5.5 Samlet resultat af den samfundsøkonomiske analyse

Dette afsnit samler resultaterne gennemgået i de tidligere afsnit.

Tabel 5-15 på næste side viser nutidsværdien⁷ af samfundsøkonomiske meromkostninger for hvert scenarie relativt til basisscenariet. I tabellen bliver alle samfundsøkonomiske omkostninger noteret som negative tal.

Af tabellen kan det ses at alle seks scenarier skaber negative konsekvenser for samfundet relativt til en situation, med en uændret indvinding i Øresund. Dette kan ses af den negative nutidsværdi ved alle scenarier.

Analysen viser endvidere, at de samfundsmæssige omkostninger i en 2018-værdi (nutidsværdi) ved helt eller delvist at lukke ned for indvindingen i Øresund Nord er beregnet til ca. 25 mio. kr. (scenarie 1) og ved en fuldstændig nedlukning, 49 mio. kr. (scenarie 2).

En hel eller delvis nedlukning af indvindingen i Øresund Syd har større samfundsøkonomiske omkostninger end ved hel eller delvis lukning af Øresund Nord. Beregningerne viser en samfundsøkonomiske omkostninger i nutidsværdi på mellem 401 og 456 mio. kr. ved en reduktion på 50% af indvindingen fra og med nedlukningsåret 2021 (scenarie 3.a + 3.b). Ved en fuldstændig nedlukning vil de samfundsøkonomiske omkostninger i nutidsværdi være mellem 801 og 858 mio. kr. (scenarie 4.a + 4.b).

Det fremgår derudover, at en nedlukning af Øresund Syd vil have store erhvervsøkonomiske konsekvenser. De erhvervsøkonomiske konsekvenser opstår ved forøgede indvindingsomkostninger, importomkostninger eller ved større transportomkostninger.

Tabel 5-15 viser ud over nutidsværdien for en 30 års analyseperiode også nutidsværdien hvor analyseperioden er forkortet til 10 år. Beregningerne viser at nutidsværdien for en tiårig analysehorisont stiger fra ca. 11 mio. kr. i scenarie 1 til ca. 381 mio. kr. (i 2018-priser) i scenarie 4.b.

Endeligt viser Tabel 5-15 også de gennemsnitlige årlige meromkostninger over en analyseperiode på 30 år. Scenarie 1 og 2 vil kunne forvente gennemsnitlige årlige samfundsøkonomiske omkostninger på henholdsvis 2 og 3 mio. kr. relativt til basisscenariet. De årlige samfundsøkonomiske omkostninger stiger til 26 og 29 mio. kr. i scenarie 3.a og 3.b samt 51 og 55 mio. kr. i scenarie 4.a og 4.b.

⁷ Nutidsværdi betyder at alle fordele og ulemper over hele analyseperioden bliver tilbagediskonteret til en 2018-værdi.

Tabel 5-15: Samfundsøkonomiske meromkostninger ved hvert scenarie (NPV, mio. kr.)

	S. 1 Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 100% [Alt.: Øresund Syd]	S. 2 Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 100% [Alt.: Øresund Syd]	S. 3.a Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 50% [Alt.: Faxe bugt + import]	S. 3.b Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 50% [Alt.: Roskilde + import]	S. 4.a Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 0% [Alt.: Faxe bugt + import]	S. 4.b Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 0% [Alt.: Roskilde + import]
Erhvervsøkonomiske konsekvenser	-16	-32	-323	-313	-646	-626
Indvinding, transport på havet og import	-16	-32	-285	-118	-569	-235
Transport på land	-	-	-38	-195	-77	-391
Statsfinansielle konsekvenser	-	-	-31	-60	-61	-121
Vederlag og afgifter	-	-	-28	-55	-56	-110
Skatteforvridning	-	-	-3	-5	-6	-11
Konsekvenser for klima, luft og trafik	-9	-17	-47	-83	-94	-112
Luftforurening + CO ₂ , transport på havet	-9	-17	-20	53	-40	161
Luftforurening + CO ₂ , transport på land	-	-	-15	-78	-31	-155
Trafikale konsekvenser	-	-	-12	-59	-23	-117
Total NPV, 30 år	-25	-49	-401	-456	-801	-858
Total NPV, 10 år	-11	-22	-178	-202	-355	-381
Gns. årlig meromkostning, 30 år*	-2	-3	-26	-29	-51	-55

Note: Denne tabel viser alle 'costs' og 'benefits' ved hvert af de undersøgte scenarier. Alle 'costs' optræder i tabellen med negative fortegn hvorimod alle benefit har positivt fortegn. Alle værdierne er opgjorte relativt til baseline. NPV betyder at alle fordele og ulemper over hele analyseperioden bliver tilbagediskonteret til en 2018-værdi, kaldet en nutidsværdi. Scenariet med den højeste nutidsværdi er dermed det mest fordelagtige ud fra det offentlige perspektiv. En negativ nutidsværdi indikerer at scenariet samlet set har negative konsekvenser for det offentlige relativt til basisscenariet. *Den gennemsnitlige årlig meromkostning er ikke opgjort som nutidsværdi som simpelt gennemsnit over analyseperioden.

5.6 Risiko- og følsomhedsanalyse

En række af de anvendte input i analysen er baseret på overslag og forventninger til fremtiden og er derfor i sagens natur behæftet med en vis usikkerhed. Der er derfor behov for at undersøge hvor vigtige disse antagelser er for konklusionen af den samfundsøkonomiske analyse.

Nedenfor gennemføres en følsomhedsanalyse af ændringer i:

- Importprisen på betonsand
- Indvindingsomkostninger
- Fremtidigt råstofbehov

Resultaterne af følsomhedsanalysen fremgår af Tabel 5-16 på næste side. Tabellen viser, at analysen kun i begrænset omfang er afhængig af importprisen på betonsand. En +/- 5 % ændring i importprisen ændrer den samfundsøkonomiske meromkostning med +/- 5 eller 6 % i scenarie 3 + 4 og nulprocent i scenarie 1 og 2 hvor importprisen ikke indgår.

Det fremgår derudover, at en stigning i indvindingsomkostningerne vil have en negativ indflydelse på scenarierne, hvor Øresund Nord lukkes, hvorimod scenarierne hvor Øresund Syd lukkes vil højere indvindingsomkostning have en positiv effekt. Dette skyldes, at import bliver mere

attraktivt relativt til at indvinde råstofferne på havet. Det modsatte gælder ved et fald i indvindingsomkostningerne.

Endeligt viser følsomhedsanalysen, at fremskrivningen af Region Hovedstadens råstofbehov har stor betydning for analysens resultat. En ændring på +/- 0,5 % pr. år skaber 8 % højere/lavere samfundsøkonomiske meromkostninger. Følsomheden viser at analyseresultatet skaleres efter den forventes vækst i råstofbehovet, da alle scenarier påvirkes lige. Dette skyldes at alle scenarierne er baseret direkte på det fremtidige råstofbehov.

Table 5-16: Følsomhedsanalyse for nutidsværdi over en 30-årig analyseperiode (NPV - mio. kr.)

	S. 1 Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 100% [Alt.: Øresund Syd]	S. 2 Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 100% [Alt.: Øresund Syd]	S. 3.a Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 50% [Alt.: Faxe bugt + import]	S. 3.b Øresund Nord: 50% Øresund Syd: 50% [Alt.: Roskilde + import]	S. 4.a Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 0% [Alt.: Faxe bugt + import]	S. 4.b Øresund Nord: 0% Øresund Syd: 0% [Alt.: Roskilde + import]
Hovedresultat (NPV 30 år)	-24	-49	-400	-456	-800	-859
Importpris: -5%	0%	0%	-5%	-4%	-5%	-4%
Importpris: +5%	0%	0%	5%	4%	5%	4%
Indvindingsomkostning: -10%	-7%	-7%	2%	8%	2%	8%
Indvindingsomkostning: +10%	7%	7%	-2%	-8%	-2%	-8%
Vækst i råstofbehov: -0,5%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%
Vækst i råstofbehov: +0,5%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

6. REFERENCER

Angantyr, L.A. & Nordell, O., 2007. Fysiske forstyrrelser/Fysisk störning i Øresund. Notat til Øresundsvandsamarbejdet.

BALANCE, 2013. HELCOM Baltic Sea Trends, <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/data-maps/biodiversity/balance>, Date accessed: 01.07.18.

Benke H., Bräger S., Dähne M., Gallus A., Hansen S., Honnef S.G., Jabbusch M., Koblitz J.C., Krügel K., Liebschner A., Narberhaus I & Verfuß U.K. (2014). Baltic Sea harbour porpoise populations: status and conservation needs derived from recent survey results. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 495: 275-290.

Boström, C., Baden, S., Bockelmann, A.C., Dromph, K., Fredriksen, S., Gustafsson, C., Krause-Jensen, D., Möller, T., Nielsen, S.L., Olesen, B., Olsen, J., Pihl, L. and Rindek, E. 2014. Distribution, structure and function of Nordic eelgrass (*Zostera marina*) ecosystems: implications for coastal management and conservation. *Aquatic Conservation* 24: 410-434.

Cardinale, M. & Svedäng, H., 2011. The beauty of simplicity in science: Baltic cod stock improves rapidly in a 'cod hostile' ecosystem state. *Marine Ecology Progress Series*, 425, pp. 297-301.

Carneiro, G. & Nilsson, H. 2013. The Sound water - Humans and nature in perspective. (http://commons.wmu.se/mer_book/2)

Chaalali A., Brind'Amour A., Dubois S.F. & Le Bris, H. (2017). Functional roles of an engineer species for coastal benthic invertebrates and demersal fish. Original Research DOI: 10.1002/ece3.2857.

Dahl K., Lundsteen S. & Asger Helmig S. (2003). Stenrev – havbundens oaser. (MiljøBiblioteket, Vol. 2). Copenhagen: Gads Forlag (http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_miljobib/rapporter/mb02.pdf)

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 2.0, 2018

Diederich, A. (2015). Does sand extraction near Sylt affect harbor porpoises? *Wadden Sea Ecosystem*, 26: 199-203

Dinesen, G. and Morton, B. 2014. Review of the functional morphology, biology and perturbation impacts on the boreal, habitat-forming horse mussel *Modiolus modiolus* (Bivalvia: Mytilidae: Modiolinae). *Marine Biology Research* 10: 845-870.

Ditlefsen, C., Lomholt, S., Skar, S., Jakobsen, P. R., Kallesøe, A.J., Keiding, J.K. & Kalvig, P. (2015a). Danske mineralske råstofressourcer - Kvantitativ analyse baseret på geologiske og geofysiske data. MiMa rapport 2015/1, Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) under De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), 64 pp.

Ditlefsen, C., Lomholt, S., Skar, S., Jakobsen, P. R., Kallesøe, A.J., Keiding, J.K. & Kalvig, P. (2015b). Danske mineralske råstofressourcer - Kvantitativ analyse baseret på geologiske og geofysiske data. MiMa rapport 2015/1, Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) under De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), 389 pp.

DTU – Center for Transport Analytics, Transportøkonomiske Enhedspriser 2018, 2018

Finansministeriet. 2017. Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger

- Göransson P. 2002. Petersen's benthic macrofauna transects revisited in the Öresund area (southern Sweden) and species composition in the 1990's – signs of decreased biological variation. *Sarsia* 87:263-280.
- Göransson, P., Bertilsson Vuksan, S., Karlfelt, J. and Börjesson, L. 2010. *Haploops* -samhället och *Modiolus*-smahället utanför Helsingborg 2000-2009. Miljönämnden i Helsingborg.
- Göransson P. 2017a. Videoundersökningar av epifauna i sydöstra Kattegatt 2017. Rapport till Länsstyrelsen i Hallands län.
- Göransson P. 2017b. Changes of benthic fauna in the Kattegat – an indication of climate change at mid-latitudes? *Est. Coast. Shelf. Sci.* 194: 276-285.
- Hansen, J.W. (red.) 2018: Marine områder 2016. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 140 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 253 (<http://dce2.au.dk/pub/SR253.pdf>)
- HELCOM 2009. Biodiversity in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment on biodiversity and nature conservation in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings No. 116B. Helsinki Commission, Helsinki.
- HELCOM 2012. Checklist of Baltic Sea Macro-species. Baltic Sea Environment Proceedings No. 130. Helsinki Commission, Helsinki.
- HELCOM 2013a. Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. Baltic Sea Environment Proceedings No. 140. Helsinki Commission, Helsinki.
- HELCOM 2013b. Species Information Sheet, *Modiolus modiolus* (<http://www.helcom.fi/RedistSpeciesInformationSheet/HELCOMRedListModiolusmodiolus.pdf>)
- ICES 2006. Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping (WGMGM), 4-7, April, 2006, Galway, Ireland. ICES CM 2006/MHC:05 Ref. FTC, ACE. 132 pp.
- ICES 2016. Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem (WGEXT), 18-21 April 2016, Gdansk, Poland. ICES CM 2016/SSGEPI:06. 183 pp.
- Kallesøe, A.J., Clausen, R.J., Skar, S., von Platen-Hallermund, F., Ditlefsen, C.B. & Kalvig, P. (2016a). Indvinding af danske mineralske råstoffer – en geografisk sammenstilling. MiMa rapport 2016/1, Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) under De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), 52 pp.
- Larsen, B. (1994). Material sammensætning i submarine råstofforekomster – et metodestudium. Miljøministeriet, Danmarks Geologiske Undersøgelser (DGU) Kunderapport 91, 59 pp.
- Lomholt, S., Riemann, B., Dahl, K., Nørgaard-Pedersen, N., Leth., J.O., Göke, C., Rasmussen, M.B., Skar, S. & Andersen, O.N. (2015). Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014 – Undersøgelser af 3 udvalgte områder i Øresund og 3 indvindingsområder: Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) Rapport 2015/20, 176 pp.
- Lomholt, S., Mikkelsen, D.M., Nørgaard-Pedersen, N., Olesen, M., Leth., J.O., Kristensen, M.B., Jensen, J.B., Skar, S. & Paradeisis-Stathis, S. (2016). Marin råstofkortlægning i de indre danske

farvande 2015 – Råstof, natur og miljøkortlægning af 10 områder. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) Rapport 2016/15, 282 pp.

Loos P., Cooke J., Deimer P., Fietz K., Hennig V., & Schütte H.J. 2010. Opportunistic Sightings of Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Baltic Sea at large – Kattegat, Belt Sea, Sound, Western Baltic and Baltic Proper. 17th Meeting of ASCOBANS Advisory Committee, Cornwall, United Kingdom, 21-23 April 2010.

Nabe-Nielsen J. & Harwood J. (2016). Comparison of the iPCoD and DEPONS models for modelling population consequences of noise on harbour porpoises. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 22 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 186 (<http://dce2.au.dk/pub/SR186.pdf>).

Naturstyrelsen (2013). Marin habitatnaturtype-kortlægning 2012. Kortlægning af sandbanker og rev i 38 kystnære marine Natura 2000-områder. Udarbejdet for Naturstyrelsen af Orbicon og GEUS.

Nielsen J.R., Lundgren B., Jensen T.F. & Staehr K.J. (2001) Distribution, density and abundance of the western Baltic herring (*Clupea harengus*) in the Sound (ICES Subdivision 23) in relation to hydrographical features. *Fish Res* 50:235–258

NIRAS (2015). Naturstyrelsen – Erhvervsøkonomisk analyse af råstofindvinding i Øresund. NIRAS Rapport til Naturstyrelsen, oktober 2015, 37 pp.

NIRAS (2018). Samlet råstofvolumen i Danmark. Sand, grus og sten. NIRAS Notat til Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer, 15. januar 2018, 11 pp.

Orbicon 2014. Miljøvurdering af Fællesområde 554-CA Disken. For Naturstyrelsen (juni 2014).

Orbicon 2018. Stiksugning i det nordlige Øresund. Kortlægning af eksisterende viden om effekter af stiksugning på miljøet med fokus på det Nordlige Øresund. Notat for Miljøstyrelsen. 115 pp.

Ojaveer E, 2017. Ecosystems and Living Resources of the Baltic Sea. Their assessment and management. Springer International Publishing AG 2017, 291 pp.

Olesen M, Johansen SB. & Göransson P. 2011. Øresunds unikke dyreliv er truet. *Aktuel Naturvidenskab* 2: 32-36.

Perry, A.L., Paulomäki, H., Holm-Hansen, T.H., and Blanco, J. 2017. The Sound: Biodiversity, threats, and transboundary protection. *Oceana*, Madrid: 72 pp.

Petersen C.G.J. 1913. Om havbundens dyresamfund og disses betydning for den marine zoogeografi. In: *Havets Bonitering II, Beretning fra den danske biologiske station.*, 21, 44 pp

Rambøll 2018. Ny miljøundersøgelse af Disken, Øresund. Rapport til Miljøstyrelsen og Länsstyrelsen Skåne, 101 pp.

Region Hovedstaden (2017). Råstofplan 2016. Region Hovedstaden, 318 pp.

Region Hovedstaden (2017). Råstofplan 2016. Region Hovedstaden, 318 pp.

Region Sjælland (2016). Råstofplan 2016-2027. Region Sjælland, 246 pp.

Svedäng, H. 2010. Long-term impact of different fishing methods on the ecosystem in the Kattegat and Öresund. Directorate General for Internal Policies, Policy Department B: Structural

and Cohesion Policies. Fisheries. IP/B/PECH/IC/2010-24
([http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2010/438585/IPOL-tECH_NT\(2010\)438585_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2010/438585/IPOL-tECH_NT(2010)438585_EN.pdf))

Sørensen T.K., Egekvist J., Brown E.J., Hansen F.I., Carl H., Møller P.R., Dinesen G., Vinther M. & Støttrup, J. 2016. Kortlægning af fiskenes levesteder i den danske del af Øresund. Rapport til Miljø- og Fødevareministeriet (http://orbit.dtu.dk/files/120898229/Publishers_version.pdf)

Øresundsvandsamarbejdet 2018. Fiskeriet i Øresund 2017 (<http://fishingzealand.dk/wp-content/uploads/Fiskeriet-i-%C3%98resund-2017-Final.pdf>)

Teilmann J., Palner M. & Sveegaard S. 2018. Råstofindvindingsens effekt på bestanden af marsvin i det nordligste Øresund. Studie af eksisterende litteratur og data med fokus på Lappe grunden i Øresund. Notat fra DCE for Miljøstyrelsen (juni 2018), 22 pp.

Thorson G. (1950). Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Review* 25:1–45.

Thorson G. (1957). Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). *Treatise on marine ecology and paleoecology*, Vol. 1. Geological Society of America Memoir 67:461– 534.

Thorson G. (1966). Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *Netherlands Journal of Sea Research* 3:267–293.

Thorson G. (1968). Infaunan, den jævne havbunds dyresamfund . *Danmarks Natur. Havet*. Bind 3. Politikens forlag. p 82–166.

Tougaard J. (2014). Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 2 – Påvirkninger. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 51 s. -Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 45 (<http://dce2.au.dk/pub/TR45.pdf>).

Wisniewska D.M., Johnson, M., Teilmann, J., Siebert, U., Galatius, A., Dietz, R. and Madsen, P.T. 2018. High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Proceedings Royal Society B* 285: 20172314.

Witt, N.H. & Lomholt, S. (2017). Oversigt over ressourcer i råstofressourcelaget – Kortlægning og klassificering af marine råstofressourcer i Danmark 2017. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) Rapport 2017/35, 13 pp.

Øresundsvandsamarbejdet (2018). Fiskeriet i Øresund 2017 (<http://fishingzealand.dk/wp-content/uploads/Fiskeriet-i-%C3%98resund-2017-Final.pdf>)

Øresundsvandsamarbejdet (2006). Øresunds vegetation (<https://oresundsvand.dk/wp-content/uploads/2018/01/OSVvegetationsrapport-1.pdf>)

Øresundsvandsamarbejdet (2002). Øresunds bundfauna (<https://oresundsvand.dk/wp-content/uploads/2018/01/bottenfaunarapport.pdf>)

Transportministeriet. 2015. Manual for samfundøkonomisk analyse på transportområdet.

Links til hjemmesider:

- http://data.geus.dk/geusmap/?mapname=marta#baslay=baseMapDa&optlay=&extent=719140,6090760,777060,6119390&layers=marta_resource
- <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=miljoegis-raastofferhavet>
- https://mst.dk/media/149678/status-indv-i-faellesomr-1kv-2018_hjside.pdf
- <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/geografi-miljoe-og-energi/miljoe-og-energi/raastofindvinding>

Følgende virksomheder har bidraget med baggrundsdata og interviews:

- Dansk Byggeri
- NCC Industry
- Askehave & Askehave
- Prøvestenen A/S
- Roskilde Grus og Sten
- Unicon

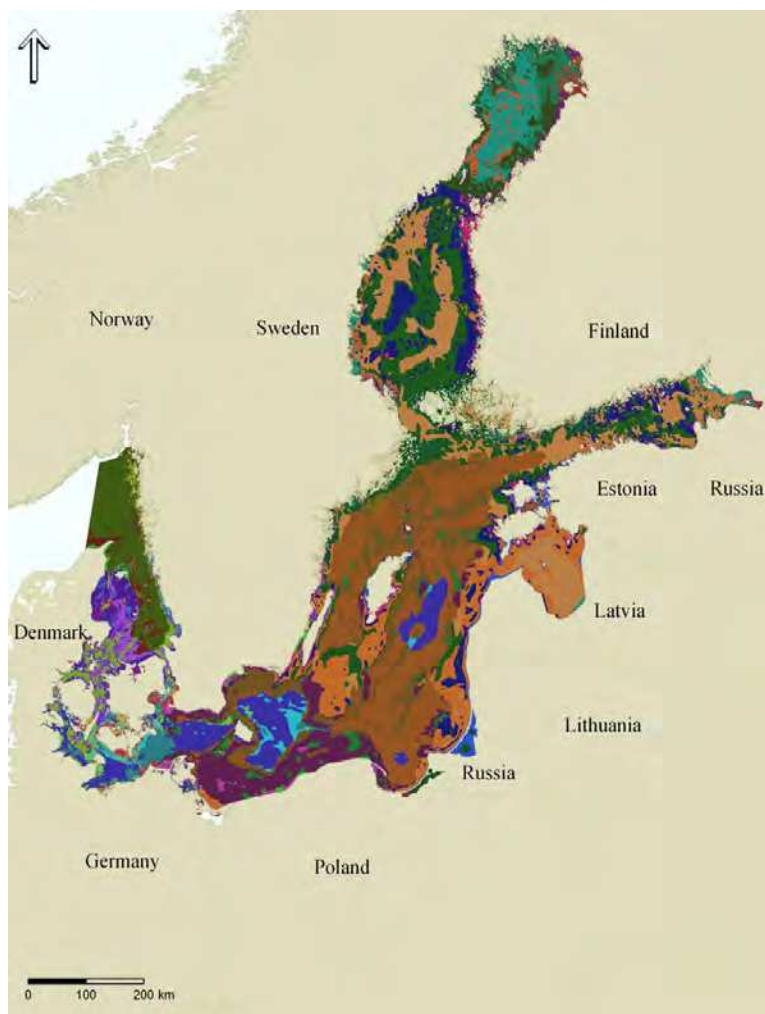
BILAG 1

Habitatkortlægning af havbunden

En forståelse for livet i havet kan ikke opnås uden et kendskab de grundlæggende rådende fysiske levevilkår. Distinkte udtryk for disse levevilkår kan integreres i såkaldte habitater. Habitater kan således defineres som "et miljø bestående af en bestemt kombination af abiotiske egenskaber og tilhørende biologisk udtryk, der inden for nogle rumlige og tidsmæssige rammer kan afgrænses i et genkendeligt geografisk område" (ICES, 2006).

BALANCE

En habitatkortlægning inden for en særskilt region er nødvendig i forhold til en økosystembaseret vurdering af de derværende biologiske kvaliteter og naturværdier. Habitatkortlægningen udgør således et middel til at bestemme forudsætningerne for den økologiske tilstand. Beskrivelsen af et havområde i forhold til dets habitater er derfor centralt for vurderingen af beskyttelsesbehovet for et givent havområde. En habitatbeskrivelse efter de principper der er udstukket i BALANCE-projektet (BALANCE, 2013), opfylder behovet for en simpel og operationel habitatkortlægning for Østersøregionen (Figur 2).



Figur 2. BALANCE-kortlægning af benthiske habitater i Østersøen (BALANCE 2013), der viser storskala-variationen for livet i Østersøsystemet. Hver af habitattyperne afspejler sin specifikke kombination af basale fysiske egenskaber i

form af substrat, saltholdighed og lys. For hele Østersøregionen er der blevet identificeret 60 forskellige benthiske habitattyper, hvoraf ca. halvdelen kan genfindes i Øresund.

I BALANCE-projektet udgør de økologisk relevante kriterier for habitatbeskrivelsen saltholdighed, substratforhold og lysdybde. Disse tre miljøparametre danner tilsammen de grundlæggende levevilkår for hvilke slags benthiske organismer, som potentielt vil kunne trives i det pågældende område. De følgende figurer gennemgår de tre miljøparametre anvendt til den benthiske marine habitat kortlægning af Øresund.

Substrat

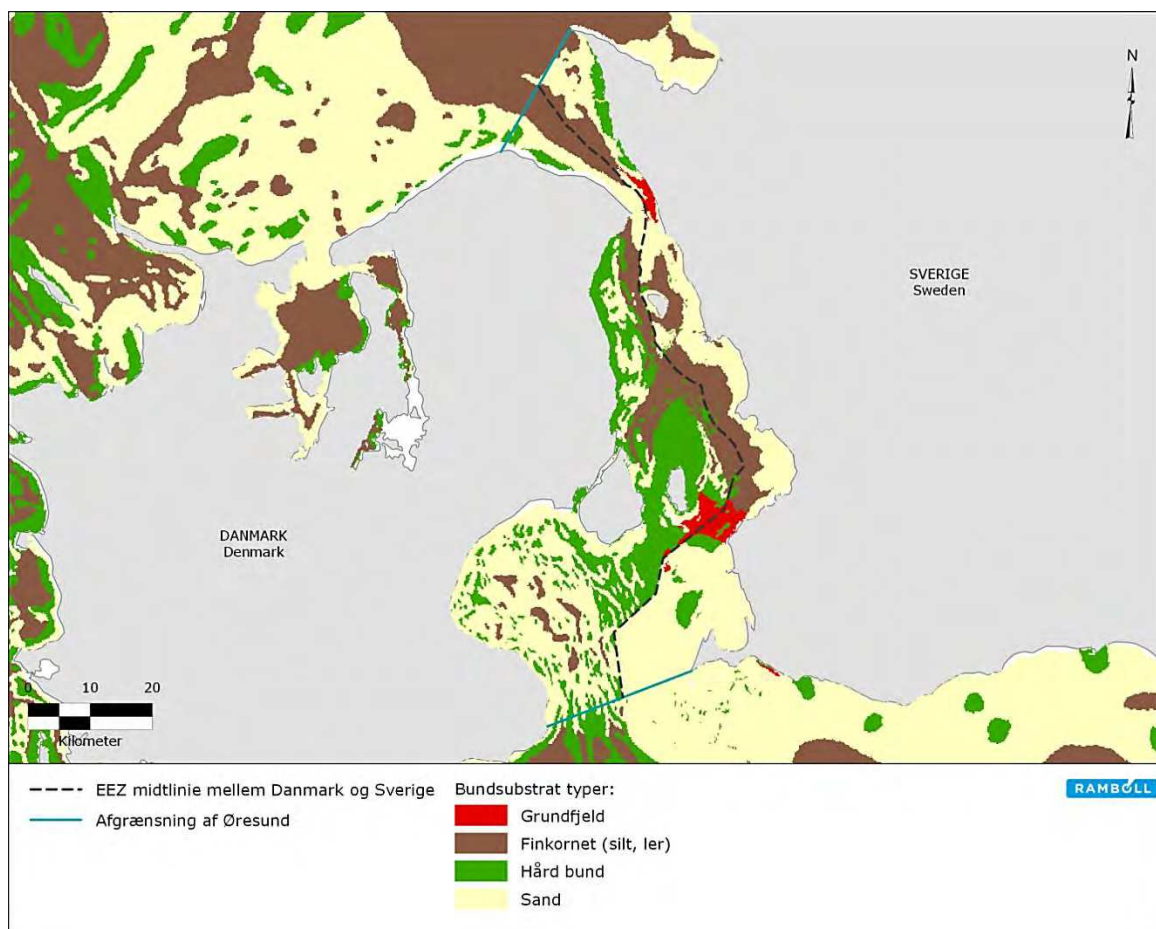
Inddelingen af havbundssedimentet anvendt i BALANCE-kortlægningen af Østersøen består af fem substratklasser (Boks 1).

Boks 1 - Definitionen af havbundssubstrat anvendt i BALANCE modellen (BALANCE 2013) til klassificering af havbunden i Østersøen, Bælthavet og Kattegat

- I. Grundfjeld
- II. Hård bund, gående fra blandede sedimenttyper af hårde overflader og groft sand/grus (nogle gange også moræneler) til regulært stenrev.
- III. Fint til groft sand og grus, til tider med sten bestrøning.
- IV. Hårdt ler nogle gange mere eller mindre dækket af et tyndt lag sand/grus.
- V. Mudder bestående af finkornede partikler (ler og silt) og noget organiske materiale.

De to sidste substrattyper IV og V udgør tilsammen en kategori bestående af finkornet sediment (ler/silt).

For nærværende opgave er de to bløde BALANCE-substrattyper (IV og V) samlet til en enkelt kategori kaldet finkornet sediment, da disse to bundtyper næsten kun forekommer i den ikke-fotiske zone under 20 meter. Både kornstørrelse og tekstur udviser nogenlunde ensartede fysiske betingelser for den benthiske fauna. Derfor indgår således fire kategorier af substrat i beskrivelse af Øresunds habitater (Figur 3).



Figur 3. Substrat typer i Øresund modificeret fra BALANCE projektet (BALANCE, 2013), hvor kategorierne mudder og hård ler er fusioneret til finkornet sediment (silt, ler).

Almindeligvis vil epibentiske organismer (ikke nedgravede organismer) hovedsagelig være associeret faste overflader. Imidlertid kan mange arter af epifytter og epifauna også drage nytte af den fysiske tilstedeværelse af andre organismer, og vil således også forekomme på substrat typer klassificeret som sand-, ler- eller mudderbund. Dette gælder for miljøer, der har muliggjort tilstedeværelse af ålegræs, muslinger og andre strukturskabende organismer, bl.a. som tidligere beskrevet for hestemusling- og Haploops samfundet. Ellers dominerer infauna (nedgravede organismer) og mobile former (nectobenthos) af krebsdyr, bløddyr og pighuder de sandede og mudrede bundområder.

BALANCE-substratklassen minder om det klassificeringssystem, der anvendes i Danmark (Boks 2).

Boks 2 - Definitionen af havbundssubstrat anvendt af de danske myndigheder (Naturstyrelsen 2013) til klassificering af havbunden i danske kystfarvande i forbindelse med råstofkortlægningen.

Substratet er opdelt i fire kategorier af sedimenter med eller uden udtalte biogene strukturer:

- 1) sand, silt og ler med forskellige komponenter af skaller og grus
- 2) groft sand, grus og småsten
- 3) sand, grus og småsten med en sporadisk tilstedeværelse af sten
- 4) grundfjeld og rev med 25-100% dækning af sten fra spredningsfordeling til mere aggregerede former (rev med eller uden hulformede elementer)

+/- Biogen struktur (ålegræs, muslingebanker) eller kunstige strukturer (skibsvrag, brofag, vindmøllefundamenter osv.)

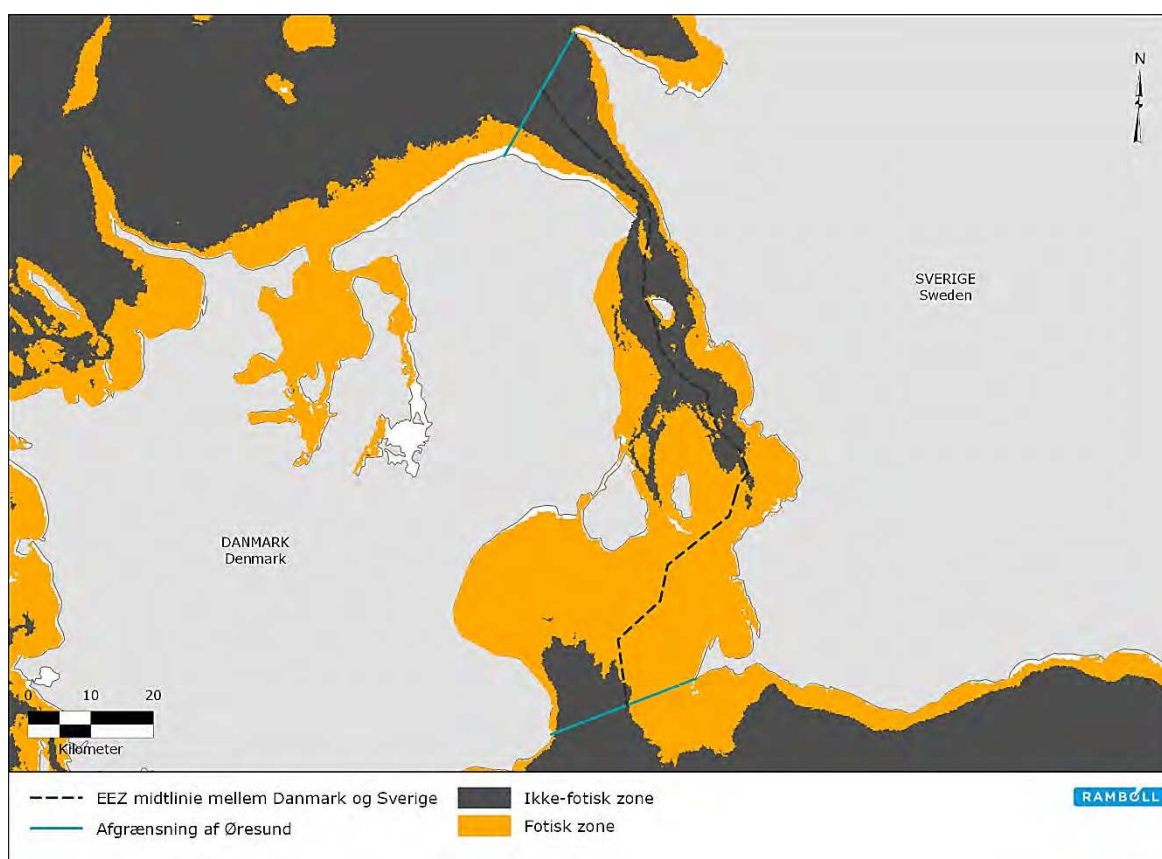
Den danske klassifikation afviger i nogen grad fra BALANCE-klassificeringen, især på grund af udbredelsen af bundtyper præget af småsten og sten i danske farvande. Desuden er en individuelt udbredelse af større strukturskabende organismer medtaget som særlig bundtype i den danske substrat kategorisering.

BALANCE substrat klasse I og II svarer til substrattype 4 i boks 1. Fordi grundfjeld er en temmelig sjælden bundform i danske farvande og endvidere tilbyder de samme fysiske egenskaber som revstrukturer, er grundfjeld i den danske klassifikation inkluderet i revets substrat type 4 (Boks 1). På den anden side falder bundområder med en mere sporadisk tilstedeværelse af sten og småsten på sandbunden (substrat type 3 i Boks 1) også inde for substrat klasse II i BALANCE klassifikationen. Den danske substrat type 2 (boks 1) svarer til substrat klasse III, mens substrat type 1 (boks 1) dækker både underklasse IV og V i BALANCE klassifikationen. Som beskrivelse af substratbetingelserne for bundlivet, er den danske lidt mere retvisende end den der anvendes i BALANCE modellen, men for at kunne sammenligne habitatforholdene i Øresund med de omkringliggende havområder, er BALANCE substratklassificering anvendt i nærværende udredning.

Lys

Lys er en primær strukturerende parameter for de biologiske samfund i havet, da den driver primærproduktionen og dermed den energibinding, der i sidste ende overføres til andre organismer, der ikke selv er i stand til fotosyntese. Dybden af den fotiske zone er traditionelt defineret til dybden, hvor mindst 1% af overfladeindstrålingen er tilgængelig for fotosyntesen.

Generelt vil 1% af overfladelyset nå dybder omkring 20 meter i Øresund i den produktive del af året (marts-oktober). Denne lysmængde anses sædvanligvis som minimum for planter til at skabe nettovækst og dermed vokse. Vand under denne 1 % lysdybden kaldes derfor for den ikke-fotiske zone mens den fotiske zone ligger over denne dybde. Ca. halvdelen af Øresunds havbund i det vestlige Østersø ligger inden for den fotiske zone (Figur 4)



Figur 4. Modellerede data på den fotiske og ikke-fotiske zone i Øresund. Modelresultater er baseret på indstrålingsdata fra mellem marts og oktober for 1980-1998 (Balance 2013).

Salinitet

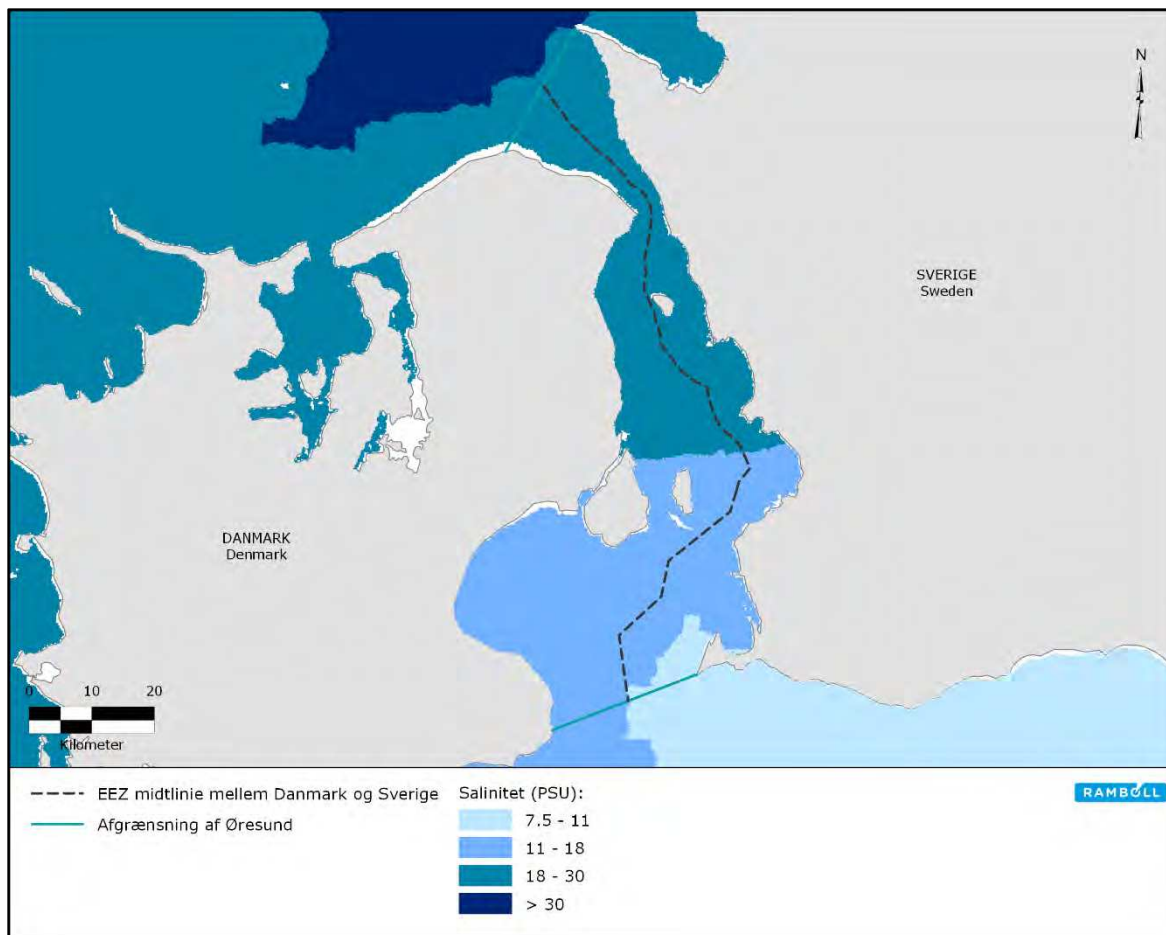
Saltholdighed er en anden primær fysisk parameter, der strukturerer levevilkårene i Øresund. Saltholdigheden i BALANCE-habitatplanlægningen er opdelt i 6 kategorier, der afspejler forskellige biologiske begrænsninger (Tabel 1).

Tabel 1. Kategorier for saltholdighed og deres begrundelse baseret på dyr og plantes fysiologiske fordringer (BALANCE, 2013). PSU står for praktisk saltholdighedsenhed, hvor 1 PSU svarer til ca. 1 ‰ NaCl (vægt/vægt).

Kategori	Saltholdighed	Begrundelse
Oligohaline område	< 7,5 PSU	7,5 PSU svarer til den nedre grænse for savtang (<i>Fucus serratus</i>). Denne salt koncentration repræsenterer også det laveste antal arter i Østersøområdet.
Mesohaline område I	7,5 – 11 PSU	11 PSU er minimumskrav, der gør det muligt for torsk (<i>Gadus morhua</i>) at reproducere.
Mesohaline område II		18 PSU er minimumskravet for kønnet reproduktion og dermed udbredelse for de fleste marine makroalger, f.eks. <i>Laminaria digitata</i> og <i>Ascophyllum nodosum</i> samt for almindelig søstjerne (<i>Asterias rubens</i>)
Polyhaline område	18 – 30 PSU	De fleste marine arter kan overleve og mange kan reproducere sig inden for dette interval.
Euhaline område	> 30 PSU	Kræves af såkaldte stenohaline arter som omfatter en række pighuder og koraldyr. Stort set alle marine arter vil kunne reproducere sig ved en saltholdighed > 30 PSU.

Fire kategorier af saltholdigheder dominerer leveforholdene i Øresund (Figur 5) med en skarp grænse mellem den sydlige og nordlige Øresund. Overfladevandet over det primære springlag (10-12 m) i det nordlige Øresund besidder sædvanliges saltholdigheder på mellem 11 og 18 ‰, mens saltholdigheden under springlaget typisk vil ligge mellem 18 og 30 ‰. I de dybeste partier (> 30 m) i det nordlige Øresund er saltholdigheden gennemgående over 30 ‰.

For den sydlige del vil saltholdigheden i overfladevandet over springlaget (10-12 m) typisk ligge mellem 7,5 og 11 ‰ mens den i bundvandet under springlaget ligger mellem 11 og 18 ‰.

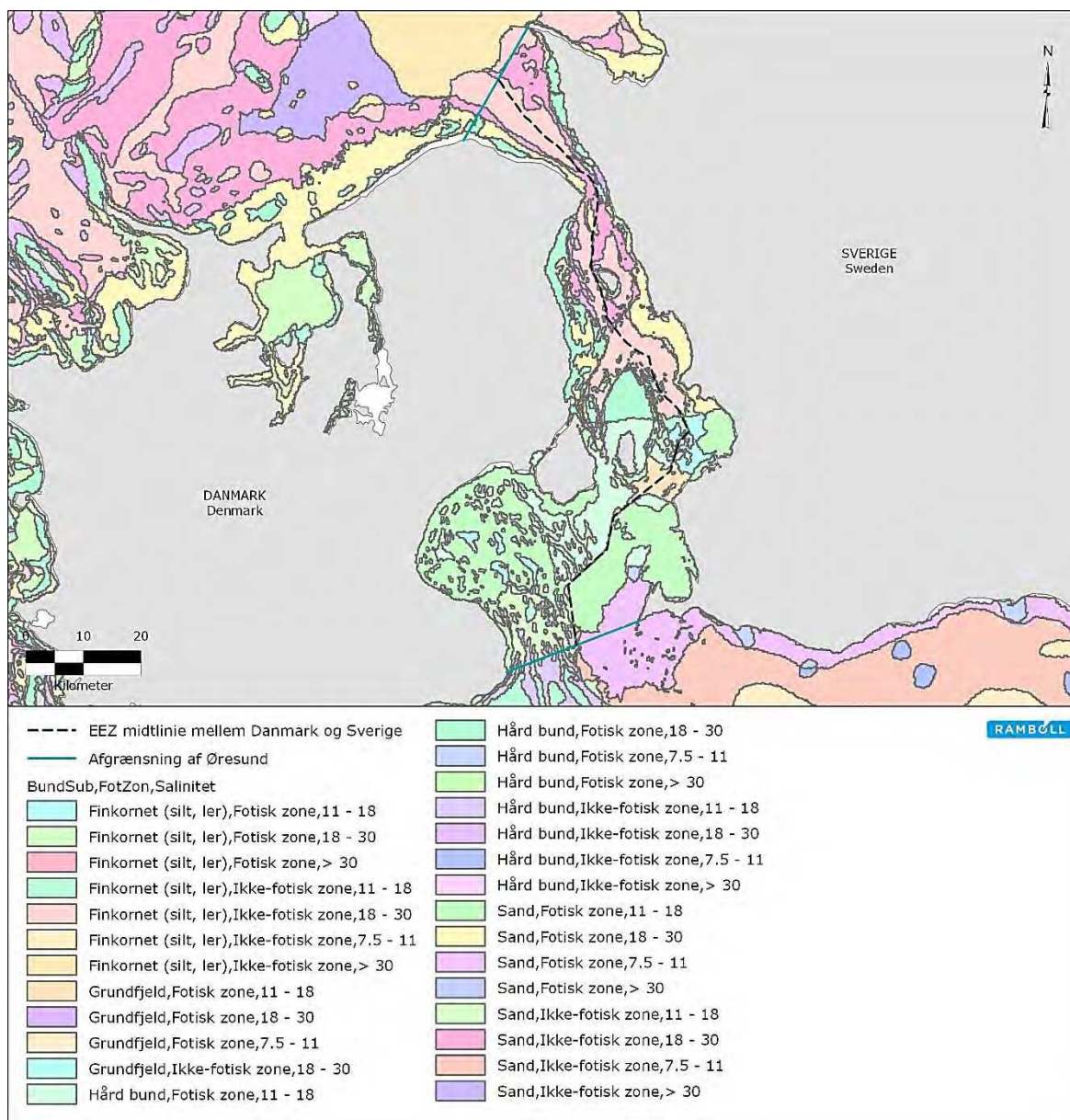


Figur 5. Typisk saltholdighed for bundvandet i Øresund (BALANCE, 2013).

Habitat afgrænsning

De miljøparametre, der anvendes i BALANCE-projektet for en storskala-afgrænsning af bentiske levesteder i Østersøen, er sediment, lys og saltholdighed. Disse tre miljøparametre er kombineret i en efterfølgende habitatbeskrivelse på en måde der muliggør en operationel karakterisering af de bentiske økosystemer i Østersøregionen inkl. Bælthavet og Kattegat

Baseret på kriterierne for substrat, saltholdighed og lys som beskrevet ovenfor, kan der efter BALANCE modellen identificeres 18 forskellige habitattyper i Øresund (Figur 6).

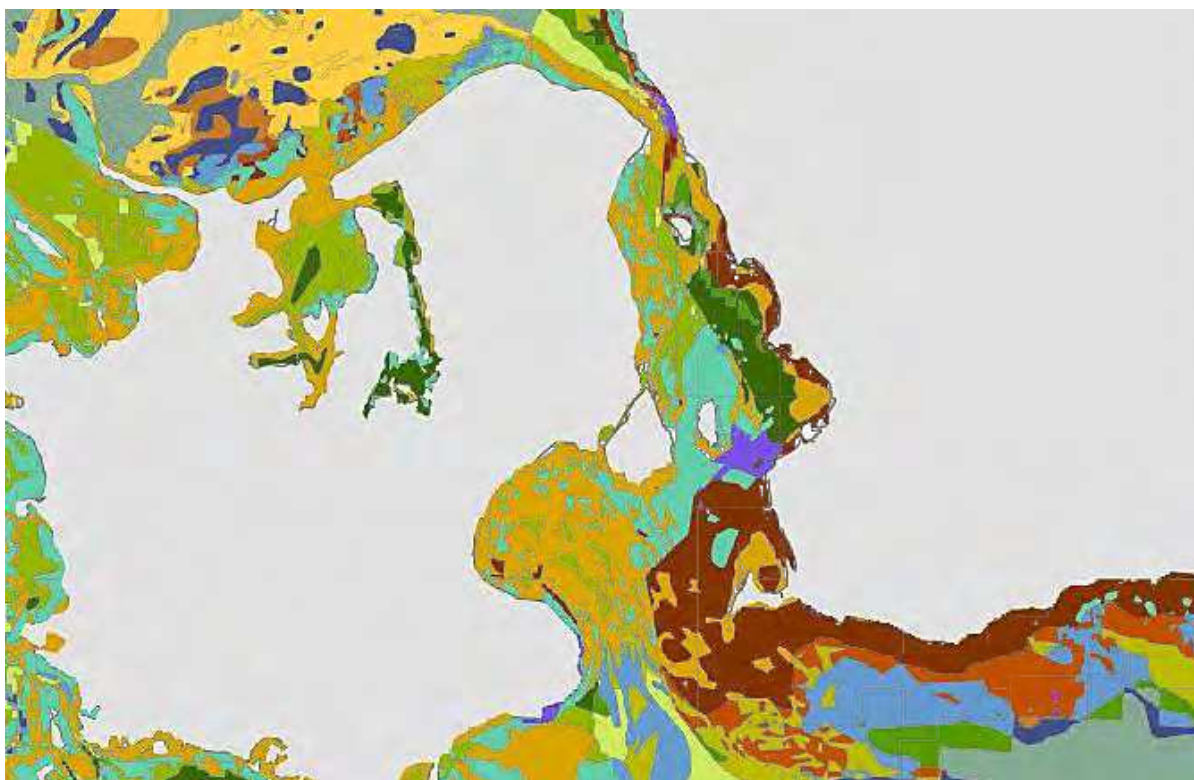


Figur 6. Kort, der viser de forskellige overordnede habitattyper i Øresund, beskrevet efter retningslinjer udviklet i BALANCE-projektet (BALANCE 2013).

I sammenligning med de omkringliggende havområder: Arkona, Bælthavet (Storebælt og Lillebælt), Smålandshavet og Kattegat, repræsenterer Øresund ikke kun den største relative tæthed af forskellige habitattyper. Også i absolutte termer findes her det største antal forskelligartede levesteder. Således besidder det 10 gange større Kattegat med sine 15 habitattyper kun næstflest.

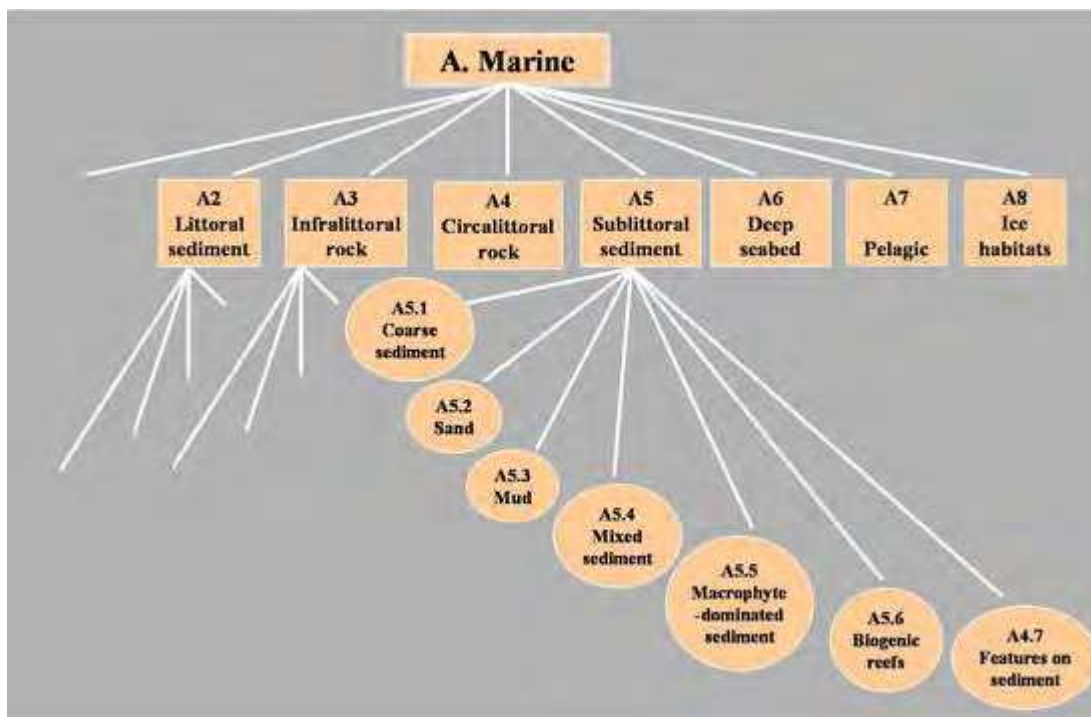
EUNIS systemet

EUNIS er en fælleseuropæisk habitatkortlægningsmetode der ikke kun inddrager abiotiske forhold men også de biotiske. Nedenfor er gengivet en beskrivelse af Øresund baseret på EUNIS systemet (Figur 7).



Figur 7. EUNIS baseret habitatkort der viser 12 forskellige habitattyper i Øresund, bestemt til niveau 3 beskrevet – se nedenfor for nærmere forklaring (www.emodnet-seabedhabitats.eu)

EUNIS (European Nature Information System) er et fælles europæisk habitatklassifikationssystem som rubricerer habitater i henhold til såvel fysisk/kemiske som biologiske forhold (Figur 8). Det er et hierarkisk men dynamisk opbygget system der tillader en udbygning i takt med opnåelse af ny viden. Grundlaget for habitatidentifikationen er karakteristiske abiotiske faktorer, der påvirker struktureringen og sammensætningen af de biologiske samfund. De øverste niveauer af EUNIS systemet (niveau 1-3) er således primært defineret ved forskellige abiotiske miljøfaktorer, mens niveau 4 og videre ned, er karakteriseret ved en kombination af specifikke biotiske og abiotiske deskriptorer.



Figur 8. EUNIS klassifikation. Eksempel på en klassifikation til tredje niveau, hvor øverste niveau (A) refererer til marine områder inklusiv saltvandspåvirkede kystnaturtyper på land. På niveau 2 er der lagt vægt på storskala dybde- og substratforhold. På tredje niveau er substratforholdene blevet yderlig specificeret. Salt- og energiforholdene kommer først for alvor i spil på de lavere niveauer. Tilsvarende kommer infralittoral sediment (=sublittorale sediment i den fotiske zone) først på niveau 4. Energiforholdene tages desuden mestendels i betragtning for rene hårbundhabitater (A3 og A4).

Den kvantitative parametrisering i afgrænsningen af habitatet udgør et særligt problem i EUNIS, da de skal beskrive samtlige habitattyper i de europæiske havområder på en veldefineret og reproducerbar måde. Eksempelvis vil skaleringen i forhold til salinitet skulle dække forhold der spænder fra de inderste dele af Østersøen til det åbne Atlanterhav. Dertil kommer at inddelingen også skal rumme variabiliteten som i forvejen vanskeligt lader sig udtrykke i absolutte termer. Karakteriseringen af leveforholdene i Øresund vil derfor være knap så præcis og reproducerbar som med BALANCE.

BILAG 2

MiMa-fordelingsnøgler

Table 1. MiMa-fordelingsnøgler på kommuneniveau for Region Hovedstaden bestemt på basis af MiMa-undersøgelserne (Ditlefsen et al., 2015b). Bornholm Kommune er ikke medtaget.

Kommune	Total	Mængde (mio. m ³)				Fordeling (%)			
		Sand 1	Grus 2	Ral 3	Fyldsand 4	Sand 1	Grus 2	Ral 3	Fyldsand 4
Allerød	24	0	10	0	14	0	42	0	58
Egedal	1	0	0	0	1	0	0	0	100
Fredensborg	2,3	1,4	0,6	0	0,3	61	26	0	13
Frederikssund	19,8	0	11	0	8,8	0	56	0	44
Gribskov	0,6	0	0,1	0	0,5	0	17	0	83
Halsnæs	3,4	0	1,2	0	2,2	0	35	0	65
Helsingør	3,2	0	1,1	0	2,1	0	34	0	66
Hillerød	3,1	0	1	0	2,1	0	32	0	68
Høje-Taastrup	7,8	2,6	5,2	0	0	33	67	0	0

Table 2. MiMa-fordelingsnøgler på kommuneniveau for Region Sjælland bestemt på basis af MiMa-undersøgelserne (Ditlefsen et al., 2015b).

Kommune	Total	Mængde (mio. m ³)				Fordeling (%)			
		Sand 1	Grus 2	Ral 3	Fyldsand 4	Sand 1	Grus 2	Ral 3	Fyldsand 4
Faxe	1,4	0	0,7	0	0,7	0	50	0	50
Greve	6,9	0	6,4	0,5	0	0	93	7	0
Guldborgsund	11,2	0	9,2	0	2	0	82	0	18
Holbæk	1,8	1,1	0,7	0	0	61	39	0	0
Kalundborg	21	4	17	0	0	19	81	0	0
Lejre	4	0	4	0	0	0	100	0	0
Lolland	1,8	0	1	0	0,8	0	56	0	44
Næstved	2,3	0	1,5	0	0,8	0	65	0	35
Odsherred	1,9	0	1,8	0	0,1	0	95	0	5
Roskilde	46	2	39	5	0	4	85	11	0
Sorø	24,5	4	18,5	0	2	16	76	0	8
Vordingborg	3,5	3,5	0	0	0	100	0	0	0

Råstofindvinding og -restmængder i indvindingsområderne i Øresund

Tabel 3. Statistik for det nordlige Øresund (532 Hornbæk og 554 Øresund), det sydlige Øresund (548 Køge Bugt) og hele Øresund ift. samlet indvinding de seneste 10 år (2008-2017) fordelt på kvaliteter med gennemsnitlig lastefordeling samt årlig middelindevinding, standardafvigelse (SD) og variationskoefficient (CV). Statistikken er baseret på indvindingshistorikken vist i Figur 4-2 baseret på lastedata (se afsnit 4.3).

Kvalitet	Samlet indvinding (m ³)	Lastefordeling (%)	Middel (m ³)	SD (m ³)	CV (%)
Nordlige Øresund					
Total	1.615.721	100	161.572	187.148	116
Sand 1	372.728	23	37.273	25.145	67
Grus 2	36.801	2	3.680	4.347	118
Ral 3	16.810	1	1.681	2.658	158
Fyldsand 4	1.189.382	74	118.938	167.512	141
532 Hornbæk					
Total	341.369	100	34.137	19.370	57
Sand 1	211.438	62	21.144	15.551	74
Grus 2	7.161	2	716	1.107	155
Ral 3	0	0	0	0	-
Fyldsand 4	122.770	36	12.277	11.209	91
554 Øresund					
Total	1.274.352	100	127.435	188.708	148
Sand 1	161.290	13	16.129	22.721	141
Grus 2	29.640	2	2.964	4.368	147
Ral 3	16.810	1	1.681	2.658	158
Fyldsand 4	1.066.612	84	106.661	167.470	157
Sydlige Øresund					
548 Køge Bugt					
Total	4.267.999	100	426.800	337.603	79
Sand 1	1.154.946	27	115.495	89.436	77
Grus 2	1.111.489	26	111.149	26.543	24
Ral 3	477.958	11	47.796	30.863	65
Fyldsand 4	1.523.606	36	152.361	294.130	193
Hele Øresund					
Total	5.883.720	100	588.372	454.702	77
Sand 1	1.527.674	26	152.767	91.284	60
Grus 2	1.148.290	20	114.829	28.106	24
Ral 3	494.768	8	49.477	30.420	61
Fyldsand 4	2.712.988	46	271.299	408.586	151

Råstofindvinding og -restmængder i øvrige indvindingsområder på havet

Tabel 4. Statistik for det sydlige Kattegat (530 Nordsjælland, 536 Sjællands Rev og 570 Lille Lysegrund), Faxe Bugt (520 Faxe Bugt) og det totale uden for Øresund ift. samlet indvinding de seneste 10 år (2008-2017) fordelt på kvaliteter med gennemsnitlig lastefordeling samt årlig middelindevinding, standardafvigelse (SD) og variationskoefficient (CV). Statistikken er baseret på indvindingshistorikken vist i Figur 4-4 baseret på lastedata (se afsnit 4.3).

Kvalitet	Samlet indvinding (m ³)	Lastefordeling (%)	Middel (m ³)	SD (m ³)	CV (%)
Sydlig Kattegat					
530 Nordsjælland					
Total	173.976		17.398	12.033	69
Sand 1	103.153	59	10.315	8.175	79
Grus 2	37.086	21	3.709	5.985	161
Ral 3	26.134	15	2.613	3.474	133
Fyltsand 4	7.603	4	760	2.358	310
536 Sjællands Rev					
Total	671.003		67.100	23.417	35
Sand 1	32.339	5	3.234	2.556	79
Grus 2	40.466	6	4.047	3.530	87
Ral 3	587.894	88	58.789	21.128	36
Fyltsand 4	10.304	2	1.030	1.496	145
570 Lille Lysegrund					
Total	235.292		23.529	40.549	172
Sand 1	298	0	30	94	316
Grus 2	30.150	13	3.015	9.534	316
Ral 3	204.844	87	20.484	34.715	169
Fyltsand 4	0	0	0	0	-
Faxe Bugt					
520 Faxe Bugt					
Total	3.874.220		387.422	90.186	23
Sand 1	1.401.359	36	140.136	65.667	47
Grus 2	1.749.893	45	174.989	47.947	27
Ral 3	573.051	15	57.305	40.179	70
Fyltsand 4	149.917	4	14.992	25.107	167
Total uden for Øresund					
Total	4954.491		495.449	103.106	21
Sand 1	1.537.149	31	153.715	65.670	43
Grus 2	1.857.595	37	185.760	55.874	30
Ral 3	1.391.923	28	139.192	64.082	46
Fyltsand 4	167.824	3	16.782	24.906	148

Råstofindvinding og -restmængder i indvindingsområder på land

Table 5. Statistik for Region Hovedstaden, Region Sjælland og det totale på land ift. samlet indvinding de seneste 10 år (2008-2017) fordelt på kvaliteter med gennemsnitlig MiMa-fordeling samt årlig middelindvinding, standardafvigelse (SD) og variationskoefficient (CV). Statistikken er baseret på indvindingshistorikken vist i Figur 4-6 baseret på indvindingsdata for sand, grus og sten på kommuneniveau (se afsnit 4.3), mens kvalitetsfordelingen er baseret på MiMa-fordelingsnøglerne på kommuneniveau (se afsnit 4.3).

Kvalitet	Samlet indvinding (m ³)	MiMa-fordeling (%)	Middel (m ³)	SD (m ³)	CV (%)
Region Hovedstaden					
Total	9.112.000		911.200	125.118	14
Sand 1	1.407.333	15	140.733	38.800	28
Grus 2	4.643.594	51	464.359	71.499	15
Ral 3	0	0	0	0	-
Fyltsand 4	3.061.073	34	306.107	59.128	19
Region Sjælland					
Total	48.405.000		4.840.500	730.001	15
Sand 1	5.820.862	12	582.086	107.483	18
Grus 2	38.335.883	79	3.833.588	588.252	15
Ral 3	2.747.645	6	274.764	53.492	19
Fyltsand 4	1.500.610	3	150.061	34.185	23
Total på land					
Total	57.517.000		5.751.700	728.410	13
Sand 1	7.228.195	13	722.820	102.629	14
Grus 2	42.979.477	75	4.297.948	576.630	13
Ral 3	2.747.645	5	274.764	53.492	19
Fyltsand 4	4.561.683	8	456.168	83.013	18

BILAG 3

Introduktion til beregningseksempel

Dette bilag beskriver den beregningsmetode der er anvendt til at fastsætte de samfundsøkonomiske omkostninger ved en hel eller delvis lukning af Øresund som indvindingsområde.

Regneeksemplet tager udgangspunkt i scenarie 4.a, hvor både indvinding i Øresund Nord og Syd bliver lukket. Alternativet til indvinding i Øresund er indvinding i Faxe Bugt og import fra udlandet.

Alle fremhævede beregninger bliver opgjort i gennemsnitlige årlige omkostninger over analyseperioden. Det betyder at det er muligt at sammenligne beregningseksemplet med de gennemsnitlige omkostninger som er beskrevet for scenarie 4.a løbende gennem rapporten.

Beregningseksempel – Erhvervsøkonomiske konsekvenser

De erhvervsøkonomiske konsekvenser dækker omkostninger forbundet med indvinding, import og transport.

INDVINDING OG IMPORT

Først opgøres råstofbehovet for hvert scenarie og for hvert år i analyseperioden. Råstofbehovet bliver bestemt ved at fremskrive den historiske median med vækstoffaktoren specificeret af Region Hovedstadens opgørelse over fremtidigt råstofbehov.

Det gennemsnitlige årlige råstofbehov i basisscenariet og scenarie 4.a fremgår af Tabel 1.

Tabel 1. Gennemsnitlige årlige råstofmængder for indvinding og import (m³/år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Øresund Nord	135.944	-	-135.944
Øresund Syd	521.219	-	-521.219
Faxe Bugt	-	397.184	397.184
Import	-	259.979	259.979

Råstofbehovet for hvert indvindingsområde (Faxe Bugt i scenarie 4.a) ganges med kubikmeterprisen for at finde den samlede indvindingsomkostning det pågældende år. Indvindingsprisen tager højde for omkostningerne forbundet med at skibstransport, hvilket betyder at indvindingsomkostningerne er højere for indvindingsområder der ligger langt fra lodseplaceringen (Prøvestenen). Enhedspriserne for indvinding fremgår af Tabel 2.

Importomkostninger bliver beregnet ved at først at bestemme den samlede mængde råstoffer, der skal importeres, for herefter at gange med kubikmeterprisen ved import. Import er kun aktuelt i de scenarier hvor Øresund Syd lukkes helt eller delvist (hvilket gør sig gældende i scenarie 4.a). Enhedsprisen for import fremgår af Tabel 2.

På baggrund af råstofbehovet bliver omkostningerne til vederlag og afgifter bestemt. Vederlag og afgifter betales per kubikmeter råstof. Enhedsomkostningen til vederlag og afgifter ganges derfor med antallet af kubikmeter råstoffer der hentes. Vederlag bliver kun pålagt havindvinding, hvorimod afgiften pålægges al råstofindvinding. Enhedsprisen for vederlag og afgifter fremgår af Tabel 2.

Tabel 2. Enhedspriser, afgifter og vederlag (kr./m3)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a
Enhedspris - indvinding/import (kr./m3)		
Øresund Nord	50-60	-
Øresund Syd	65-75	-
Faxe Bugt	-	85-95
Import	-	185
Afgift og vederlag (kr./m3)		
Vederlag	9	9
Afgift	5	5

Tabellen herunder viser de gennemsnitlige omkostninger til indvinding på havet, import, vederlag og afgifter for henholdsvis basisscenariet og alternativ 4.a. Difference mellem basisscenariet og alternativ 4 er den samfundsmæssige påvirkning ved implementering af alternativ 4.a og hvad der bliver afrapporteret i Tabel 5-3 og Tabel 5-6 (regneeksemplet afviger grundet beregning gennem intervaller).

Tabel 3. Gennemsnitlige årlige omkostninger til indvinding, import, vederlag og afgifter (mio. kr./år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Øresund Nord	68-82	-	-68 - -82
Øresund Syd	34-39	-	-34 - -39
Faxe Bugt	-	34-38	34-38
Import	-	48	48
Vederlag	59	36	-2
Afgift	33	20	-1
Total	50-56	87-91	38-35*

*Resultatet afviger fra Tabel 5-3 og Tabel 5-6, da der regnes med intervaller for at anonymisere indvindingsomkostningerne.

TRANSPORT PÅ LAND

Erhvervssektoren har også omkostninger i forbindelse med transport af råstofferne fra udgangspunkt (enten prøvestenen for havindvinding eller den danske side af Øresundsbroen ved import) til leveringsplacering (Nordhavn).

Først bestemmes antallet af lastbilkilometer der skal køres i hvert scenarie. Dette gøres ved at dividere antallet af kubikmeter råstoffer med lastbilkapaciteten for herefter at gange med den pågældende distance mellem udgangspunkt og leveringsplacering (Prøvestenen eller Øresundsbroen til Nordhavn). Kørselsomkostningen beregnes herefter ved at tage distancen og gange med omkostning per kilometer.

Dette gentages for hvert år i analyseperioden og for hvert scenarie. Tabellen herunder viser de gennemsnitlige omkostninger til transport på land for henholdsvis basisscenariet og alternativ 4.a. Difference mellem disse to er alternativ 4.a's samfundsmæssige påvirkning og hvad der bliver afrapporteret i Tabel 5-3 og Tabel 5-8 i hovedrapporten.

Tabel 4. Gennemsnitlige årlige omkostninger til transport på land

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Lastbilskilometer (km/år)	625.869	997.268	371.399
Enhedspris for lastbilstransport (kr./km)	13,23	13,23	-
Total (mio. kr./år)	8	13	5

Beregningseksempel – luftforurening, CO2-udledning og trafikale konsekvenser

En hel eller delvis lukning af indvinding i Øresund vil også komme til at påvirke samfundet gennem øget luftforurening, CO2-udledning og trafikale konsekvenser.

Dette afsnit beskriver de samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforurening, CO2-udledning og trafikale konsekvenser der opstår ved skibstransport på havet og lastbilstransport på land.

LUFTFORURENING OG CO2-UDLEDNING VED TRANSPORT PÅ HAVET

Først opgøres antallet af skibskilometer for hvert scenarie i hvert år. Antallet af skibskilometer afhænger af mængden af råstoffer samt distancen til indvindingsområdet. Antal skibskilometer bestemmes ved (1) at dividere skibskapaciteten med mængden af råstoffer for herved at få antallet af turer og (2) gange med distancen for hver tur.

På baggrund af antal skibskilometer bliver de totale udledningsmængder opgjort ved hjælp af udledningsmængder per kilometer ud fra et repræsentativt skib. De gennemsnitlige årlige udledningsmængder for henholdsvis basisscenariet og alternativ 4.a fremgår af Tabel 5.

Tabel 5. Gennemsnitlige årlige udledninger ved transport på havet (1.000 kg/år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
PM2,5	7	9	2
NOx	69	86	17
SO2	53	66	13
CO2	2.917	3.642	726

De samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforurening og CO2-udledning bestemmes ved at gange enhedspriser (kr./kg) med udledningsmængderne (kg/år). Enhedspriserne fremgår af Tabel 6.

Tabel 6. Beregningspriser for luftforurening og CO2-udledning ved transport på havet (kr./kg)

PM2,5	264,05
NOx	9,71
SO2	63,11
CO2	1,52

Dette gentages for hvert år i analyseperioden og for hvert scenarie. Tabellen herunder viser de gennemsnitlige årlige omkostninger til luftforurening og CO2-udledning ved transport på havet for

henholdsvis basisscenariet og alternativ 4.a. Difference mellem disse to er alternativ 4.a's påvirkning og hvad der bliver afrapporteret i Tabel 5-11 hovedrapporten.

Tabel 7. Gns. årlige omkostninger ved luftforurening og CO2-udledning ved transport på havet (mio. kr./år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
PM2,5	1,8	2,4	0,5
NOx	0,7	0,8	0,2
SO2	3,3	4,2	0,8
CO2	4,4	5,5	1,1
Total	10,3	12,9	2,6

LUFTFORURENING OG CO2-UDLEDNING VED TRANSPORT PÅ LAND

På baggrund af de opgjorte lastbilskilometer bliver omkostningerne forbundet med luftforurening og CO2-udledning ved transport på land bestemt. Antal lastbilskilometer ganges med udledningsmængderne per kilometer for en repræsentativ lastbilstørrelse for at bestemme den samlede udledningsmængde. De gennemsnitlige årlige udledningsmængder for basisscenariet og alternativ 4.a fremgår af Tabel 8.

Tabel 8. Gennemsnitlige årlige udledninger ved transport på land (1.000 kg/år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
PM2,5	0,2	0,3	0,1
NOx	8,3	13,3	4,9
CO2	1.054,4	1.680,1	625,7

Udledningen prissættes herefter vha. beregningspriser for hver udledningstype.

Beregningspriserne stammer fra DCE (tillagt et by-tillæg for København) og CO2-udledning anvender beregningspris fra DTU's enhedskatalog. De anvendte beregningspriser fremgår af Tabel 9.

Tabel 9. Beregningspriser for luftforurening og CO2-udledning ved transport på land (kr./kg)

PM2,5	2082,15
NOx	156,88
CO2	1,52

Beregningspriserne for hver udledningstype (kr./kg) ganges med udledningsmængden (kg/år). Dette gentages for hvert år i analyseperioden og for hvert scenarie.

Tabellen herunder viser de gennemsnitlige årlige omkostninger til luftforurening og CO2-udledning ved transport på land for henholdsvis basisscenariet og alternativ 4.a. Difference mellem disse to er alternativ 4.a's påvirkning og hvad der bliver afrapporteret i Tabel 5-13 i hovedrapporten.

Tabel 10. Gns. årlige omkostninger til luftforurening og CO₂-udledning ved transport på land (mio. kr./år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
PM _{2,5}	0,4	0,6	0,2
NO _x	1,3	2,1	0,8
CO ₂	1,6	2,6	1,0
Total	3,3	5,3	1,9

De trafikale konsekvenser (støj, uheld, trængsel og slid på infrastruktur) bliver bestemt ved anvende antal lastbilkilometer i hvert scenarie og for hvert år. I Tabel 11 herunder ses det gennemsnitlige antal lastbilkilometer per år for basisscenariet og alternativ 4.a.

Tabel 11. Gennemsnitlige årlige antal lastbilkilometer (km/år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Øresund Nord	129.470	-	-129.470
Øresund Syd	496.399	-	-496.399
Faxe Bugt	-	378.270	378.270
Import	-	618.998	618.998
Total	625.869	997.268	371.399

De årlige lastbilskilometer (km/år) bliver så ganget med beregningsfaktoren for omkostningerne per kilometer (kr./km) for henholdsvis støj, uheld, trængsel og infrastrukturslid (se Tabel 12) for at finde de gennemsnitlige årlige omkostninger til trafikale konsekvenser (kr./år).

Tabel 12. Beregningspriser for trafikale konsekvenser ved lastbiltransport (kr./km)

Støj	0,2
Uheld	1,9
Trængsel	0,7
Infrastruktur	1,2
Total	4,0

Tabellen herunder viser de gennemsnitlige årlige omkostninger til trafikale konsekvenser ved transport på land for henholdsvis basisscenariet og alternativ 4.a. Difference mellem disse to er alternativ 4.a's påvirkning og hvad der bliver afrapporteret i Tabel 5-14 i hovedrapporten.

Tabel 13. Gns. årlige omkostninger til trafikale konsekvenser ved lastbiltransport (mio. kr./år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Støj	0,1	0,2	0,1
Uheld	1,2	1,9	0,7
Trængsel	0,4	0,7	0,3
Infrastruktur	0,8	1,2	0,4
Total	2,5	4,0	1,5

Beregningseksempel – Statsfinansielle konsekvenser

Statens indtægtsgrundlag ændrer sig i forbindelse med ændringer i mængden af råstoffer som indvindes i Danmark. Dette skyldes indtægter i form af vederlag og afgifter som betales for hver kubikmeter råstoffer som bliver indvundet. Der kommer derved en direkte indtægtsændring for staten hvis en mindre mængde råstoffer forventes at blive indvundet.

Dette er aktuelt når indvinding i dansk farvand substitueres med import af råstoffer fra udlandet eller hvis indvinding foregår på land frem for på havet (der betales ikke vederlag ved indvind på land).

Derudover vil en lavere afgiftsindtægt påvirke samfundet gennem en skatteforvriddningseffekt. Denne forvriddning opstår fordi staten skal dække afgiftsunderskuddet med yderligere inddragelse af skat.

STATSLIGE VEDERLAG OG AFGIFTSINDTÆGTER

Den statslige indtægt ved vederlag og afgifter bestemmes ved (1) at gange antal kubikmeter råstoffer fra havet (m³/år) med både vederlag og afgiftsomkostninger (kr./m³) og (2) at gange antal kubikmeter råstoffer fra land (m³/år) med afgiftsomkostning per kubikmeter (kr./m³). Antal kubikmeter råstoffer fremgår af Tabel 14.

Tabel 14. Gennemsnitlige årlige råstofmængder for indvinding og import (m³/år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Øresund Nord	135.944	-	-135.944
Øresund Syd	521.219	-	-521.219
Faxe Bugt	-	397.184	397.184
Import	-	259.979	259.979

Vederlag og afgiftsprisen fremgår af Tabel 15.

Tabel 15. Enhedspris for afgift og vederlag (kr./m³)

Vederlag	9
Afgift	5

Dette gentages for hvert år i analyseperioden og for hvert scenarie. Tabellen herunder viser de gennemsnitlige årlige indtægter gennem vederlag og afgifter for staten for henholdsvis basisscenariet og alternativ 4.a. Difference mellem disse to er alternativ 4.a's påvirkning og hvad der bliver afrapporteret i Tabel 5-9 i hovedrapporten.

Tabel 16. Gennemsnitlige årlige indtægter gennem vederlag og afgifter (mio. kr./år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Øresund Nord	2	0	-2
Øresund Syd	7	0	-7
Faxe Bugt	0	6	6
Import	0	0	0
Total	9	6	-4

OMKOSTNINGER GENNEM SKATTEFORVRIDNING

Skatteforvridningseffekten beregnes ved at gange vederlag og afgiftsindtægten med skatteforvridningsfaktoren.

I Tabel 17. beregnes den gennemsnitlige årlige skatteforvridningseffekt for basisscenariet og alternativ 4.a. Difference mellem basis og alternativ er den pågældende påvirkning. Resultatet af Tabel 17 kan sammenholdes med resultatet fra Tabel 5-9 i hovedrapporten.

Tabel 17. Gennemsnitlige årlige omkostninger ved skatteforvridning (mio. kr./år)

	Basisscenariet	Alternativ 4.a	Difference
Indtægter (mio. kr.)	9	6	3
Skatteforvridningsfaktor	10%	10%	-
Total	0,09	0.06	0.03