



10

EKSISTERENDE MILJØMÆSSIGE FORHOLD

VVM-REDEGØRELSE FOR DEN FASTE
FORBINDELSE OVER FEMERN BÆLT (KYST-KYST)

Femern
Sund ≈ Bælt

INDHOLD

10	EKSISTERENDE MILJØMÆSSIGE FORHOLD	249
10.1	Det marine område	253
10.1.1	Hydrografi	253
10.1.2	Vandkvalitet	297
10.1.3	Sedimenter og bundformer	337
10.1.4	Kystmorfologi	365
10.1.5	Plankton og gopler	406
10.1.6	Bundflora	427
10.1.7	Bundfauna	444
10.1.8	Fiskeøkologi i Femern Bælt	458
10.1.9	Marine pattedyr	483
10.1.10	Fugle på havet	504
10.1.11	Migrerende flagermus	529
10.1.12	Fiskeri	534
10.1.13	Kulturarv og arkæologi, materielle goder og friluftsliv	552
10.2	Lolland	561
10.2.1	Undersøgelsesområdet	562
10.2.2	Landskab og jordbund	562
10.2.3	Plante- og dyreliv	566
10.2.4	Kulturarv og arkæologi	578
10.2.5	Friluftsliv	583
10.2.6	Overfladevand og grundvand	587
10.2.7	Luft og lokalklima	592
10.2.8	Støj og vibrationer	595
10.2.9	Materielle goder	596
10.2.10	Befolkning og sundhed	598
10.3	Fehmarn	602
10.3.1	Undersøgelsesområdet	603
10.3.2	Landskab og jordbund	604
10.3.3	Plante- og dyreliv	607
10.3.4	Kulturarv	612
10.3.5	Friluftsliv	613
10.3.6	Overfladevand og grundvand	615
10.3.7	Luft og lokalklima	617
10.3.8	Støj og vibrationer	618
10.3.9	Materielle goder	621
10.3.10	Befolkning og sundhed	622
10.4	Meteorologi og klimamæssige forhold	623
10.5	Geologi	627
10.6	Støj under vand	632
10.7	Referencer	639

10 EKSISTERENDE MILJØMÆSSIGE FORHOLD

Femern A/S har gennemført en række miljøundersøgelser som grundlag for miljøvurderingen af kyst-kyst projektet. Undersøgelserne er udført af danske, tyske og engelske forskningsinstitutter og konsulentfirmaer i tidsrummet 2008 - 2010. Herudover er inddraget kendt litteratur, herunder data fra andre undersøgelser.

Femern A/S har desuden udført undersøgelser af de geotekniske forhold, undersøgelser af de trafikale forhold i rampeområderne og sejladsforhold i Femern Bælt. Trafikale forhold og sejladsforhold er beskrevet særskilt i henholdsvis kapitel 3 Trafik og trafiksikkerhed og i kapitel 8 Sejladsforhold.

I denne VVM-redegørelse er de væsentligste resultater af miljøundersøgelserne beskrevet. En mere detaljeret beskrivelse af undersøgelsernes omfang, metoder og resultater fremgår i baggrundsrapporterne.

I dette kapitel beskrives de eksisterende forhold, som en fast forbindelse over Femern Bælt potentielt kan påvirke under anlæg og drift. Der redegøres jf. VVM direktivets bilag IV punkt 3 for "en beskrivelse af de miljømæssige aspekter, som kan forventes at blive berørt i væsentlig grad af det foreslåede projekt, herunder navnlig befolkning, fauna, flora, jord, vand, luft, klimatiske forhold, materielle goder herunder den arkitektoniske og arkæologiske kulturarv, landskab, og den indbyrdes sammenhæng mellem ovennævnte faktorer".

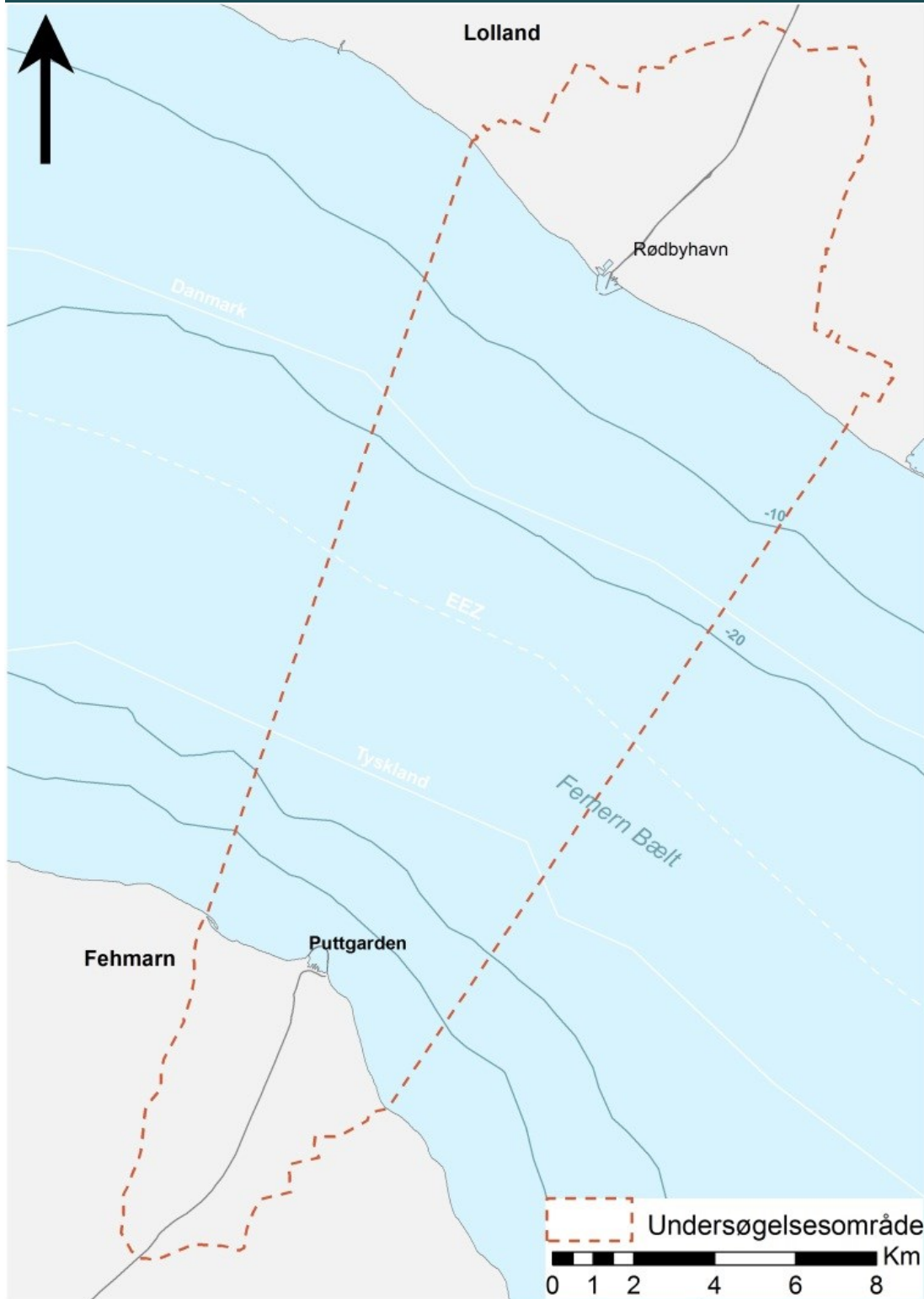
Undersøgelsesområdet

De eksisterende forhold er undersøgt inden for det område, som kan blive påvirket af den faste forbindelse over Femern Bælt (kyst-kyst). Det primære undersøgelsesområde dækker de dele af Femern Bælt, Lolland og Fehmarn, som er vist i figur 10.1. Omfanget af datagrundlag og metoder er specificeret for hvert delafsnit for en given komponent.

Undersøgelsesområdet er defineret ud fra statstraktatens bestemmelse om, at forbindelsen skal gå mellem Rødbyhavn og Puttgarden. Endvidere er området defineret ud fra, at det skal dække alle forventede, væsentlige miljøpåvirkninger. For at skabe sikkerhed for miljøvurderingens grundlag er det marine undersøgelsesområde, for en række marine miljøforhold, udvidet til en større del af Femern Bælt og til dele af den øvrige Østersø og Bælthavet. Undersøgelsesområderne for meteorologi, geologi og sejladsforhold beskrives særskilt i henholdsvis afsnit 10.4, 10.5 og kapitel 8. Undersøgelsesområderne for vandindvinding til projektformål beskrives i kapitel 26, mens relevante Natura 2000-områder beskrives i kapitel 17.

Figur 10.1 viser projektets generelle undersøgelsesområde for miljøundersøgelser.

FIGUR 10.1 Projektets generelle undersøgelsesområde for miljøundersøgelser



Eksisterende menneskeskabte påvirkninger

Store dele af miljøet er i dag i forskellig grad påvirket af menneskelige aktiviteter. Dette skyldes både påvirkninger, der primært skal ses i et længere kulturhistorisk perspektiv (f.eks. areal-anvendelse, bebyggelse, kystsikring og kystanlæg) og påvirkninger, som primært afspejler en aktuel aktivitet (f.eks. fiskeri, trafik, landbrugsdrift).

En beskrivelse af miljøforholdene vil således med fordel kunne indeholde en særskilt inddragelse af væsentlige eksisterende påvirkninger. Udover vurderingen af projektets specifikke virkning på miljøet muliggør inddragelsen af eksisterende belastninger, hvor det er relevant, en vurdering af en samlet menneskeskabt virkning på miljøet. Dertil kommer muligheden for ved et specifikt kendskab til og inddragelse af eksisterende belastninger at kunne tage sådanne belastninger i betragtning, når man vurderer mulighederne for at undgå, nedbringe eller neutralisere de samlede skadelige virkninger på miljøet.

Der vil derfor i gennemgangen af de eksisterende forhold, især der hvor aktuelle menneskelige aktiviteter udgør en væsentlig forudgående belastning af specifikke miljøforhold, blive henvist til disse. Projektets virkninger vil således tydeligere fremstå i et samlet perspektiv af de virkninger, der er på de pågældende miljøforhold. I nogle situationer vil der foreligge særskilte og til dels lovfæstede grænseværdier for påvirkninger af miljøet, og her skal projektets virkninger vurderes konkret i forhold til det eksisterende belastningsniveau og de gældende grænseværdier.

Projektet udføres i et havområde, som i høj grad er påvirket af mennesker. Østersøen og Bælthavet regnes for at være et af verdens mest belastede indhavsområder, og allerede i 1974 etableres gennem Helsinki Kommissionen (HELCOM) et samarbejde mellem Østersølandene, i 1992 tiltrådt af EU, med det mål i en koordineret international indsats at genskabe og sikre en god økologisk tilstand i Østersøen.

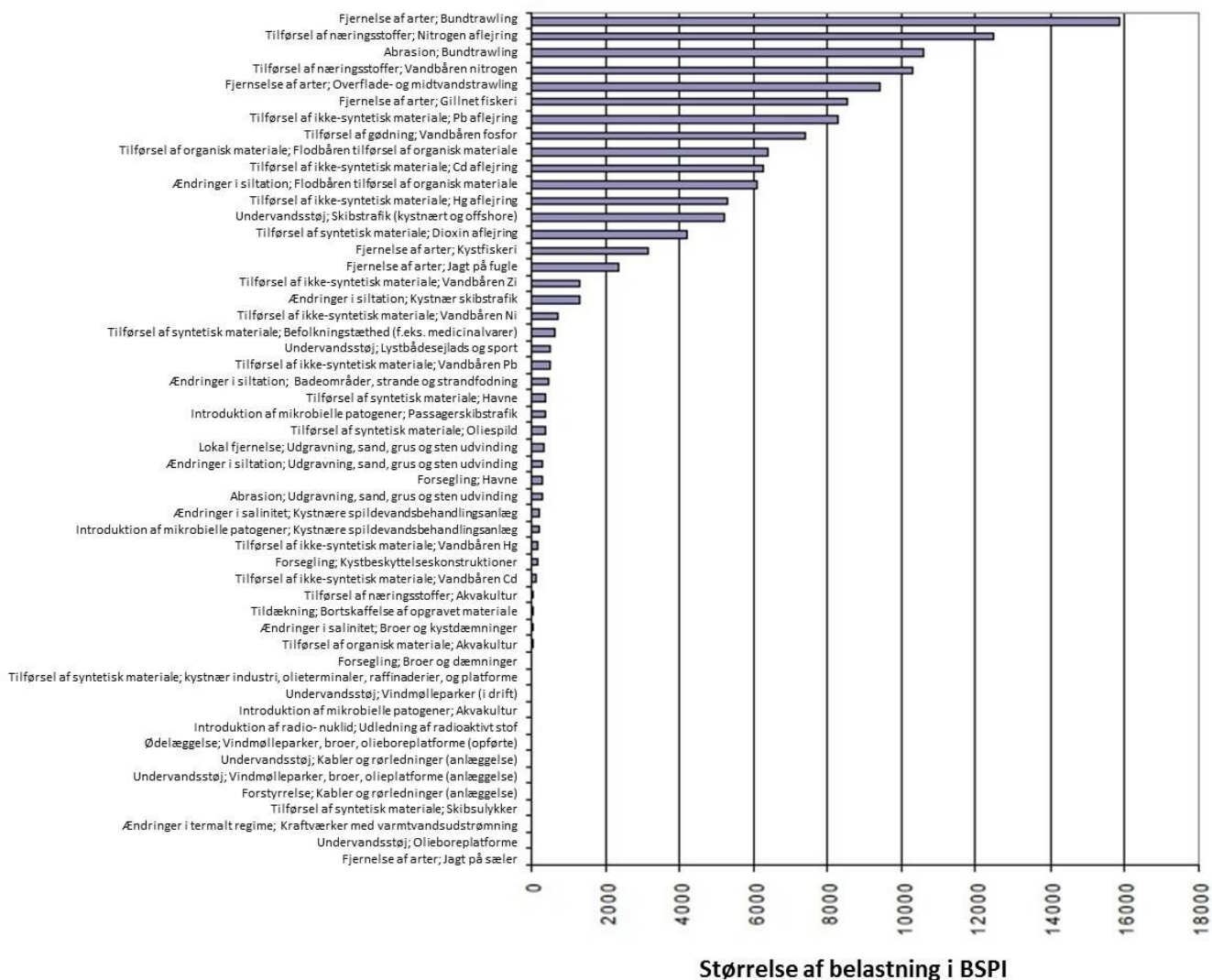
Indsatsen har i udgangspunktet haft fokus på forurening og belastninger med miljøfremmede stoffer, men er siden udbredt til at omfatte flere menneskeskabte belastninger, herunder eutrofiering, trafik/sejlads samt fiskeri. HELCOM har foretaget en registrering og vurdering af belastninger i de forskellige dele af Østersøen, Bælthavet og Kattegat og på det grundlag beregnet et samlet belastningsindeks (Baltic Sea Pressure Index – BSPI) for de forskellige dele af havområdet. For hvert delområde er det derudover muligt at finde en vurdering af, hvilke belastninger, der især gør sig gældende i området.

De foreliggende HELCOM-data om BSPI og vurderingen af belastningernes specifikke sammensætning i projektets influensområde kan ses i figurerne 10.2 og 10.3 og indgår i udgangspunktet implicit i præsentationen af de eksisterende forhold. I hvert af de efterfølgende præsenterede miljøforhold vil der dog være en særskilt, kort omtale af de forudgående menneskeskabte belastninger.

Figur 10.2 og 10.3 viser, at fiskeriets belastninger ved udtagning af arter og trawlfiskeriets påvirkning af havbunden, tilførslen af næringsstoffer og miljøgifte og undervandsstøj vurderes at være de helt dominerende belastninger, som påvirker områdets marine økosystem. Derudover viser det samlede belastningsindeks de største belastninger ved færgehavnene Puttgarden og Rødbyhavn, i Fehmarnsund, ved Gedser samt i farvandet umiddelbart sydøst for Langeland.

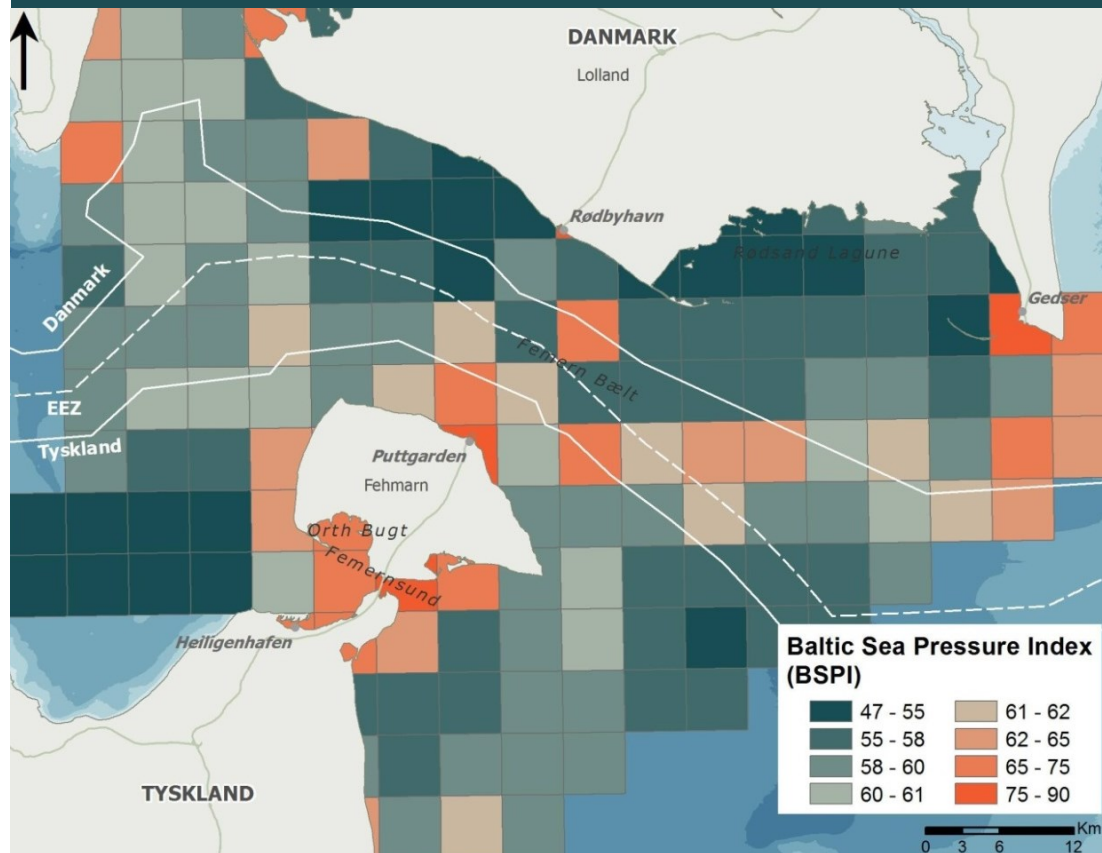
FIGUR 10.2 Rangordningen af 52 individuelle påvirkninger i de danske dele af Østersøen

Baltic Sea Pressure Index: Dansk farvand i Østersøen



Kilde: (FEMA, 2013) baseret på upublicerede data (HELCOM, 2010) og (Korpinen et al., 2012)

FIGUR 10.3 Fordelingen af de eksisterende belastninger (Baltic Sea Pressure Index – BSPI) i Femern Bælt-området



10.1 DET MARINE OMRÅDE

Indledning

I dette afsnit beskrives de eksisterende miljøforhold i det marine område. Beskrivelsen har fokus på projektets influensområde og udgør grundlaget for den senere vurdering af virkninger på miljøet.

Afsnittet er opbygget således, at de fysiske/kemiske forhold hydrografi, vandkvalitet, havbunds-sedimenter og kystmorfologi beskrives først. Herefter beskrives de biologiske forhold; plankton, bundflora, bundfauna, fisk, marine pattedyr, fugle på havet og migrerende flagermus. Kapitlet afsluttes med en beskrivelse af emnerne fiskeri, kulturarv og arkæologi, materielle goder og lystbådssejlad og friluftsliv.

10.1.1 Hydrografi

Hydrografi omhandler de fysiske forhold i havet. Disse er kraftigt påvirket af ydre randbetingelser som bathymetrien og meteorologien. I det følgende kapitel beskrives de aktuelle hydrografiske forhold. I første halvdel af kapitlet beskrives forholdene i Østersøen, og i anden halvdel beskrives forholdene lokalt i Femern Bælt på baggrund af følgende:

- Datagrundlag og metoder
- Bathymetri (kystens kontur og bundens dybdevariationer)
- Hydrologi (ferskvandsafstrømning fra land)
- Meteorologi (kun i afsnittet om Østersø-området)

- Bølger (kun i afsnittet om Femern Bælt)
- Vandstand
- Vandstrømme
- Salinitet og temperatur (temperatur kun i afsnittet om Femern Bælt)
- Havis (kun i afsnittet om Femern Bælt)

Ud over randbetingelserne er de hydrografiske forhold påvirket af en række ikke-statiske, direkte og indirekte menneskeskabte påvirkninger (eksisterende belastninger). Disse omfatter primært større konstruktioner på kysten (bl.a. kystsikrings- og havneanlæg), konstruktioner i de åbne farvande (bl.a. vindmøller), skibs- og færgetrafik samt de samlede naturlige og menneskabte klimaændringer.

Virkningerne på hydrografien af marine konstruktioner kan både være lokale og små eller mere regionale og indgår i den samlede fremstilling af de eksisterende forhold. Færgetrafikkens påvirkning af hydrografien er fundet at være ubetydelig. Klimaændringer herunder også de, der teoretisk må betragtes som menneskeskabte, vil over større tidsrum ændre på hydrografien, herunder den estuarine cirkulation i Østersøen og Bælthavet/Øresund. De nuværende klimamodelscenarier forudsiger en større tilledning af ferskvand og en større udveksling af saltvand ved Kattegat med vanskeligt forudsigelige konsekvenser for saltholdigheden i de forskellige dele af det nævnte havområde.

Vandgennemstrømningen i de indre danske farvande og udvekslingen af salt og temperatur mellem Nordsøen og Østersøen har en afgørende betydning for vandkvaliteten og økosystemerne i Østersøen. Enhver ændring af gennemstrømning og dermed udvekslingen af salt og temperatur, forårsaget af en kommende Femern Bælt-forbindelse, kan ændre de hydrografiske såvel som de biologiske forhold i Østersøen. Denne ændring kan ske både lokalt i Femern Bælt, men også regionalt i den Centrale Østersø. En grundlæggende forståelse af hydrografien er derfor væsentlig for udarbejdelsen af VVM-redegørelsen for Femern Bælt-forbindelsen, som dækker anlæg såvel som drift af forbindelsen. Metoder og omfanget af undersøgelserne er fastlagt i Scoping-rapporten.

Dette afsnit referer til baggrundsrapporterne:

- FEHY (2013) Marine Waters – Baseline: Hydrography, Water Quality and Plankton of the Baltic Sea, E1TR0057 Volume I, 2013
- FEHY (2013b) Marine Waters – Baseline: Hydrography of the Fehmarnbelt Area. E1TR0057 Volume II, 2013

Østersøen

Østersøen er et af de største brakvandsområder i verden. Den ydre åbne grænse af Østersøen findes ved skillelinjen mellem Kattegat og Skagerrak. Det vil sige, at Kattegat hydrografisk set er en del af Østersøen, mens Skagerrak er en del af Nordsøen. Østersøen er klassificeret som et "estuarie", fordi dens vandmasser dels består af ferskvandsafstrømning fra land (i høj grad fra floder) og dels saltholdigt vand fra Nordsøen, som opblandes i større eller mindre mængder i Østersø vandet (FEHY 2013).

Det salte Nordsø vand strømmer som et bundlag ind gennem de indre danske farvande, derfra over Darss- og Drogden-tærsklerne og videre ind i de dybe bassiner i den Centrale Østersø. Indstrømningen forårsager og vedligeholder en lagdeling af vandmasserne i den Centrale Østersø og påvirker ikke blot hydrografien, men også vandkvalitet og økosystemerne i Østersøen.

Forholdene i Østersøen er afgørende for miljøvurderingen af Femern Bælt-forbindelsen, da nye strukturer i Femern Bælt potentielt kan virke blokerende og mindske udvekslingen mellem Nordsøen og Østersøen. Derved kan forbindelsen påvirke både lagdeling og vandkvalitet i Østersøen. Femern Bælt-forbindelsen, og i den sammenhæng ikke mindst bropiller, kan yder-

ligere bidrage til at blande vandmasserne i Femern Bælt og dermed forstærke den naturlige nedbrydning af lagdelingen i området, hvilket kan påvirke forholdene både lokalt og regionalt.

De styrende betingelser for hydrografien i Østersøen er:

- Bathymetri og kystlinjen og ikke mindst deres variation, eksempelvis tærskler, indsnævring samt undersøiske kanaler og bassiner
- Ferskvandsafstrømningen fra land (floderne). Uden ferskvandsafstrømning ville Østersøen være lige så salt som Nordsøen og kun være temperaturlagdelt om sommeren
- Meteorologiske forhold (vind, lufttryk og varmeveksling med atmosfæren, nedbør og fordampning ved havets overflade)
- Densitetsdrevne strømme (estuarine cirkulation)

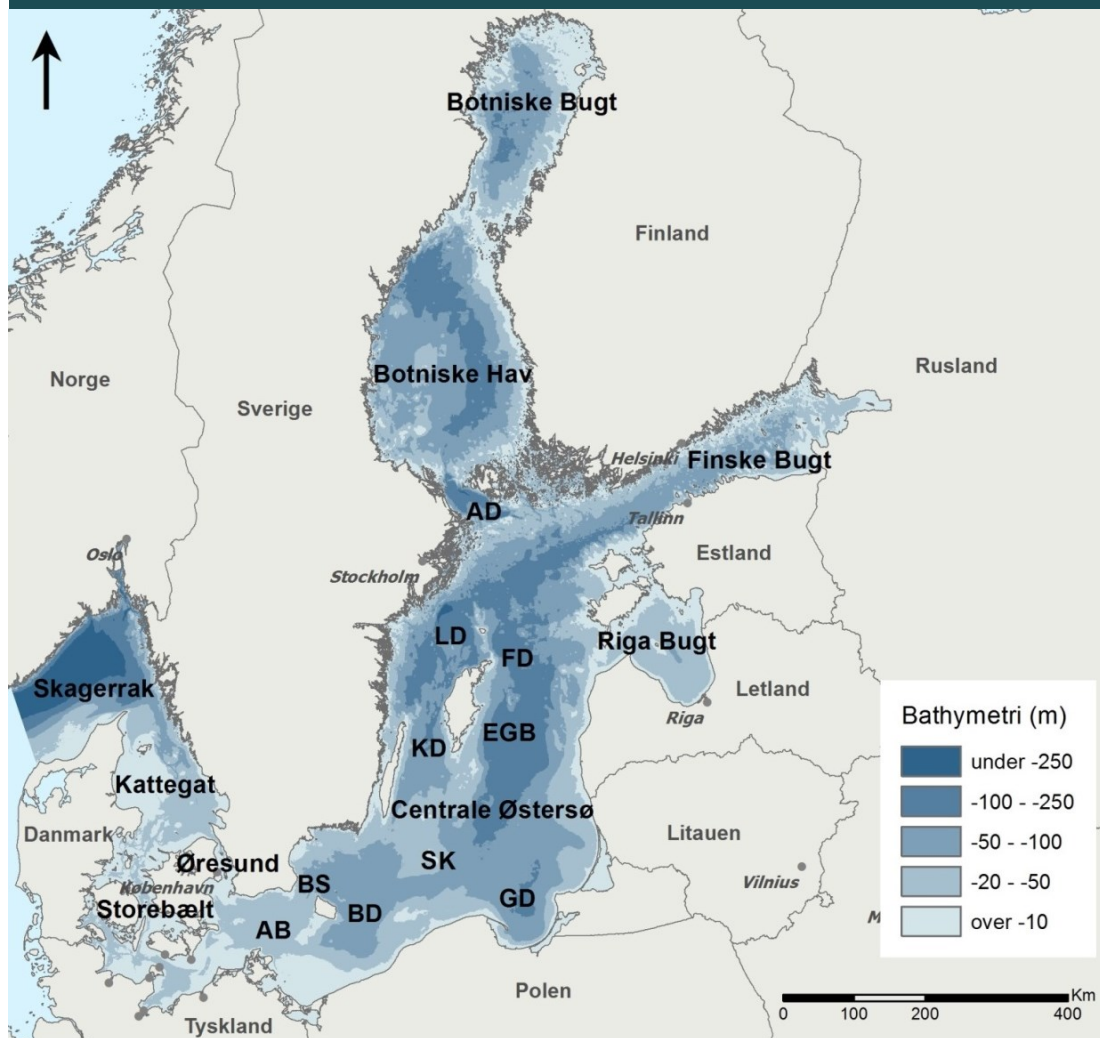
Datagrundlag og metoder

Kortlægningen af vanddybden i Østersøen er baseret på information fra tilgængelige søopmålinger (fra søkort). Østersøens hydrografiske forhold er beskrevet på grundlag af litteratur, tidligere undersøgelser samt ekspertudsagn (FEHY 2013, FEHY 2013b).

Bathymetri

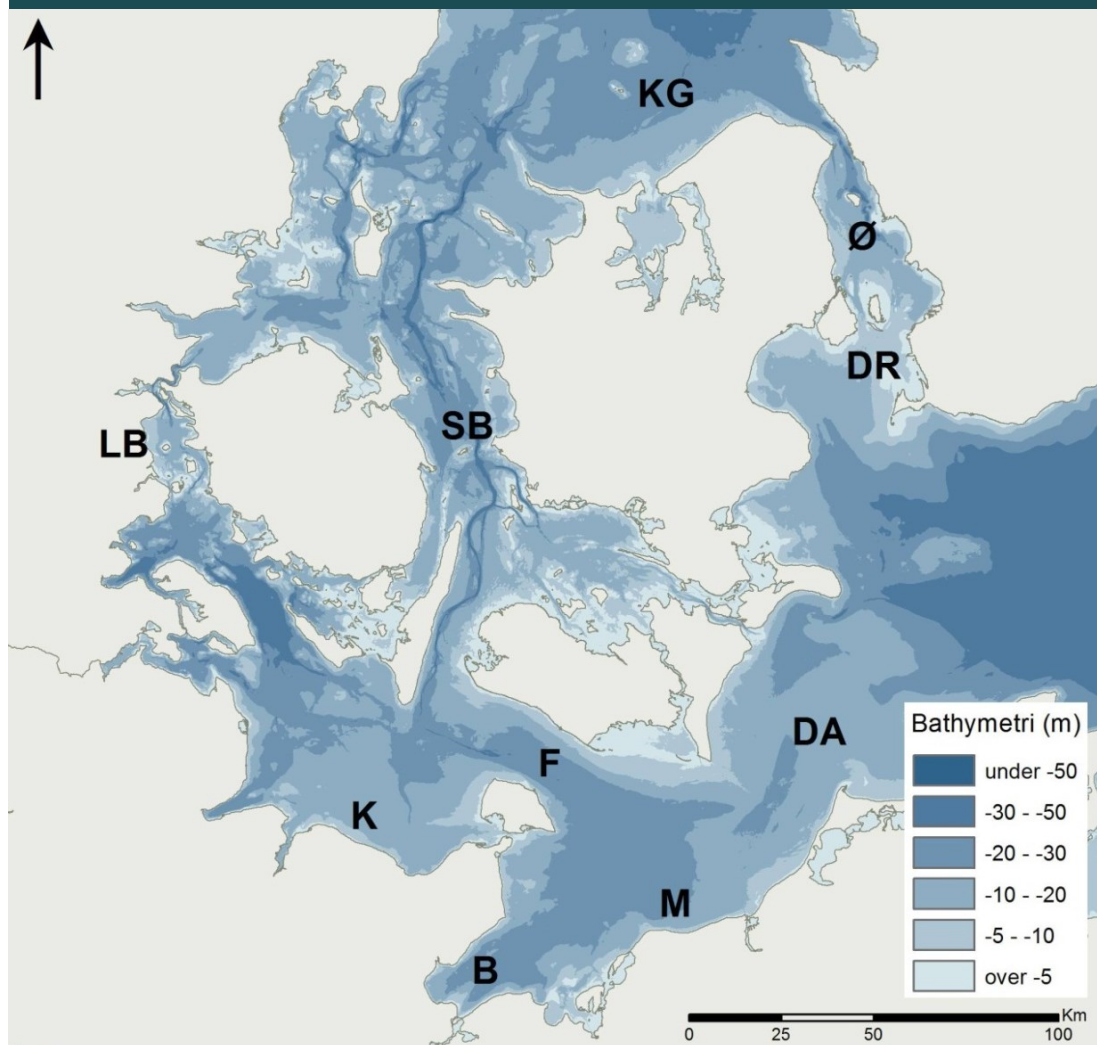
De miljømæssige undersøgelser kræver viden om områdets bathymetri. Det vil sige kystkonturer og variation i dybdeforhold. De forskellige dele af Østersøen er vist i figur 10.1.1-1 og figur 10.1.1-2.

FIGUR 10.1.1-1 Bathymetri og navne på anerkendte havområder i Østersøen



Note: Forkortelser angiver et dyb, et stræde eller en undersøisk kanal: Arkona Bassinet (AB), Bornholmer Strædet (BS), Bornholmer Dybet (BD), Gdansk Dybet (GD), Stolpe kanal (SK) Gotlands Dybet (EGB), Landsort Dybet (LD), Fårö Dyb (FD), Karlsö Dyb (KD) and Åland Dyb (AD). Bathymetrien er baseret på eksisterende data

FIGUR 10.1.1-2 Bathymetrien i Bælthavet og Øresund



Note: Navnene på anerkendte havområder og tærskler: Kattegat (KG), Øresund (Ø), Drogden Tærsklen (DR), Storebælt (SB), Lillebælt (LB), Kieler Bugten (K), Femern Bælt (F), Mecklenburg Bugten (M), Lübeck Bugten (B) og Darss-tærsklen (DA)

Kilde: Baseret på vanddybder fra Seifert et al. 2001

Østersøen er karakteriseret ved varierende dybdeforhold, indsnævring og tærskler, der begrænser og/eller påvirker strømmene, lavdelingen og blandingen mellem vandmasserne (figur 10.1.1-1).

Der er tre bassiner eller dyb i den sydvestlige Centrale Østersø: Arkona Bassinet, Bornholmer Dybet og Gotlands Dybet. Længere mod nord findes der: Landsort Dyb, Fårø Dyb og Karlsö Dyb. Den lavvandede tærskel ved grænsen til det Botniske Hav indeholder en lokal fordybning: Åland Dyb.

Østersøens munding til Nordsøen, Bælthavet, er relativt snæver og lavvandet (figur 10.1.1-2). Mundingen dækker over havområderne: Kattegat, den nordlige del af Øresund, Storebælt, Lillebælt og Femern Bælt. Grænsen mellem Østersøens munding og den Centrale Østersø er Darss- og Drogden-tærsklerne. Den maksimale dybde på de to tærskler er henholdsvis ca. 18 m og 9 m. Østersøens munding begrænser indstrømningen af højsalint vand fra Nordsøen til den Centrale Østersø.

Hydrologi

Den gennemsnitlige ferskvandsafstrømning fra land til Østersøen er $14,136 \pm 1,545 \text{ m}^3/\text{s}$ (figur 10.1.1-3). Forskellen mellem direkte nedbør og fordampning vurderes til at være $700 - 1.300 \text{ m}^3/\text{s}$, hvilket svarer til omkring 5 - 10 pct. af afstrømningen (Lindau 2002 og HELCOM 1986).

Ferskvandsafstrømning til Østersøen danner en vandmasse med lavt saltholdighed tæt på havoverfladen og forårsager dermed, at vandmasserne i Østersøen er lagdelt. Flodernes tilstrømning er derfor af afgørende betydning for forholdene i Østersøen.



Note: Mørkeblå pile indikerer specifikke afstrømninger fra floder, lyseblå pile angiver akkumulerede diffuse kilder
Kilde: Værdier fra Mikulski 1970 og Bergström & Carlsson 1994

Meteorologi

Høj- og lavtryksfelter over Skandinavien hæver og sænker vandstanden i Nordsøen på en ugentlig tidsskala. Forskellen i vandstanden og lufttrykket mellem Nordsøen og den Centrale Østersø

resulterer i en vandudveksling mellem de to områder gennem Bælthavet og Øresund. Strømningerne transporterer enten lav-salint vand fra den Centrale Østersø mod Nordsøen eller høj-salint vand fra Nordsøen ind mod den Centrale Østersø. Den vind- og lufttrykdrevne udveksling gennem de indre danske farvande er en størrelsesorden, der er større end de densitetsdrevne strømninger. Det er derfor vanskeligt at identificere og kvantificere de densitetsdrevne strømninger ved hjælp af målinger i Bælthavet og Øresund. Vindgenereret turbulens bidrager desuden til blanding af de lagdelte vandmasser.

Vinden kan hæve og sænke vandstanden i Nordsøen og Østersøen og i den sammenhæng skabe store bassinbølger (seiches), når vindstyrken og/eller -retningen ændres eller ophører. Bassinbølgerne giver forholdsvis store vandstandssvingninger inde i den halvlukkede Centrale Østersø. Derved forårsager bølgerne en udveksling gennem de indre danske farvande (FEHY 2013).

Vinden skaber en række hydrografiske fænomener i den Centrale Østersø og også i mindre grad i Bælthavet/Øresund:

- Ekman-strømme i de mere åbne havområder
- Jetstrømme tættere på kysten
- Kelvin-bølger på havets overflade
- Blanding af vandmasserne over og under springlagene

Alle disse strømninger har indflydelse på omfordelingen og blandingen af vandmasserne og dermed de biologiske forhold.

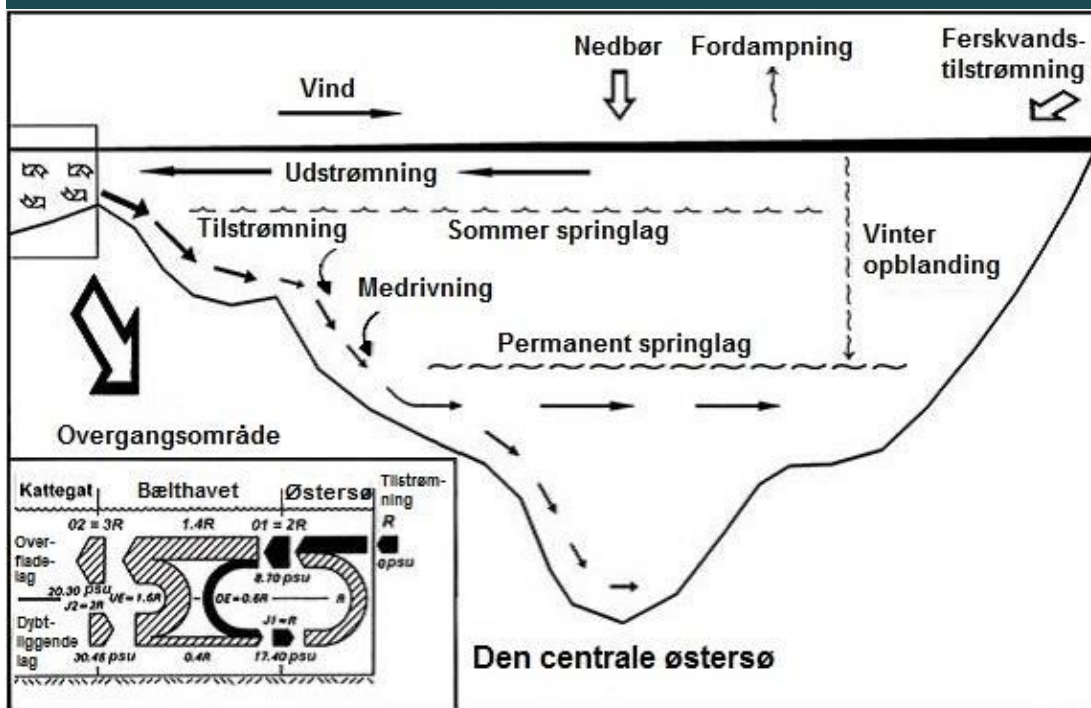
Om sommeren opvarmes vandmasserne nær overfladen, mens de om vinteren afkøles af varmeudveksling med atmosfæren. Opvarmningen om sommeren skaber en varm vandmasse med lavere densitet nær overfladen, og et springlag til de koldere dybere vandmasser udvikles i 20 - 30 m's dybde i Østersøen (FEHY 2013).

Vandstrømme

Den estuarine cirkulation er drevet af densitetsforskelle mellem vandmasserne i Nordsøen og i Østersøen. Den estuarine cirkulation er en forholdsvis langsom kontinuerlig udveksling af vandmasser, der kan begrænses af dybdeforholdene i mundingsområdet særligt ved Darss- og Drogden-tærsklerne.

Når saltholdigt vand fra Nordsøen strømmer ind i de danske farvande og passerer de to tærskler, så fanges det og fortsætter videre ind i den Centrale Østersø som en bundstrøm. Vandet i bundstrømmen kan kun forlade Østersøen igen ved at opblandes i de øvre lag og følge med disse ud af Østersøen igen. Det generelle cirkulationsmønster er skitseret i figur 10.1.1-4.

FIGUR 10.1.1-4 Skitse af vandudvekslingen i et langsgående snit gennem Østersøen



Kilde: Optegnet på baggrund af en figur vist i Lass og Matthäus, 2008

I den estuarine cirkulation indgår der kun to grundlæggende vandmasser:

- Vand fra floderne med en saltholdighed på 0 PSU
- Vand fra Nordsøen (Atlantehavet) med en saltholdighed på 35 PSU

Alle vandmasser i Østersøen er en blanding af disse to oprindelige vandmasser. Saltholdigheden af en vandmasse i Østersøen kan bruges til at bestemme forholdet mellem de to oprindelige vandmasser. En vandmasse med en saltholdighed på 17,5 PSU består f.eks. af lige store dele vand fra floder og fra Nordsøen.

Når vand fra Nordsøen strømmer ind i de danske farvande, dykker det ned under overfladelaget fra Østersøen i det nordlige Kattegat/sydøstlige Skagerrak og strømmer videre ind gennem Kattegat og stræderne langs havbunden. I dette område har det øverste lag en lavere salinitet end Nordsø vandet. Nedblanding gør, at saliniteten i vandet fra Nordsøen falder undervejs. I Femern Bælt er saliniteten i bundvandet faldet til omkring 21 PSU (FEHY 2013).

Vandet fra floderne bidrager til et øvre lag i Østersøen, der strømmer udad til Nordsøen (figur 10.1.1-4). Undervejs blandes det med det saltere nedre lag, hvorved både saliniteten og volumen stiger i det øvre lag. I Arkona Bassinet er saliniteten steget til 8 PSU (23 pct. Atlantehavsvand) (FEHY 2013). I Kattegat stiger saliniteten af overfladevandet yderligere til omkring 25 PSU (71 pct. Atlantehavsvand), inden vandmassen forlader Kattegat og fortsætter langs den norske kyst i det nordlige Atlantehav (FEHY 2013).

Det nedre lag, og typisk også det øvre lag i mundingsområdet nord for Drogden Tærsklen og vest for Darss-tærsklen, har en højere salinitet end det øvre lag i Arkona Bassinet. Når vandet i mundingsområdet strømmer over Darss og Drogden-tærsklerne og ind i den Centrale Østersø, så dykker det ned under det øvre lag i Arkona Bassinet og fortsætter langs bunden gennem bassinet (figur 10.1.1-4). Vandmassen følger bunden, indtil den møder et vandlag i den Centrale Østersø med samme densitet (FEHY 2013).

Når (eller hvis) dette sker, forlader vandmassen havbunden og forsætter som et mellemliggende lag. På grund af disse indstrømninger til den Centrale Østersø består vandsøjlen i den Centrale Østersø af adskillige nedre lag med varierende salinitet og temperatur (temperaturen viser, om vandmassen fra Nordsøen strømmede ind i Kattegat om sommeren eller om vinteren).

Ved de regelmæssige og relativt svage indstrømninger til den Centrale Østersø er det kun det øvre lag i mundingsområdet, der passerer tærsklerne og fortsætter gennem Arkona Bassinet og videre ind i Østersøen. Disse indstrømmende vandmasser bidrager kun til de mellemliggende lag i den Centrale Østersø og ikke til de dybest liggende lag.

Kun i sjældnere tilfælde med kraftig indstrømning vil højsalint vand passere hen over tærsklerne. Disse indstrømninger benævnes de store indstrømninger til Østersøen (Major Baltic Inflows eller MBIs) (Hille et al. 2005). Kun disse vandmasser fortsætter ind i de dybeste dele af den Centrale Østersø, hvor det har mulighed for at fortrænge det dybeste lag ved havbunden.

Opholdstiden for det øvre lag i den Centrale Østersø er cirka 30 år. Vandsøjlen består af talrige lag under det øvre lag, som har forskellig salinitet, temperaturer og alder (regnet fra, da vandmassen passerede tærsklerne). Det er derfor sværere at definere en brugbar opholdstid for de dybereliggende vandlag i den Centrale Østersø. Opholdstider fra 1 og op til 10 år kan findes i videnskabelige arbejder (se f.eks. Döös et al. 2004, Meyer et al. 2006), men generelt gælder det, at jo højere salinitet en vandmasse har, når den passerer tærsklerne, jo længere er vandmassens opholdstid i den Centrale Østersø.

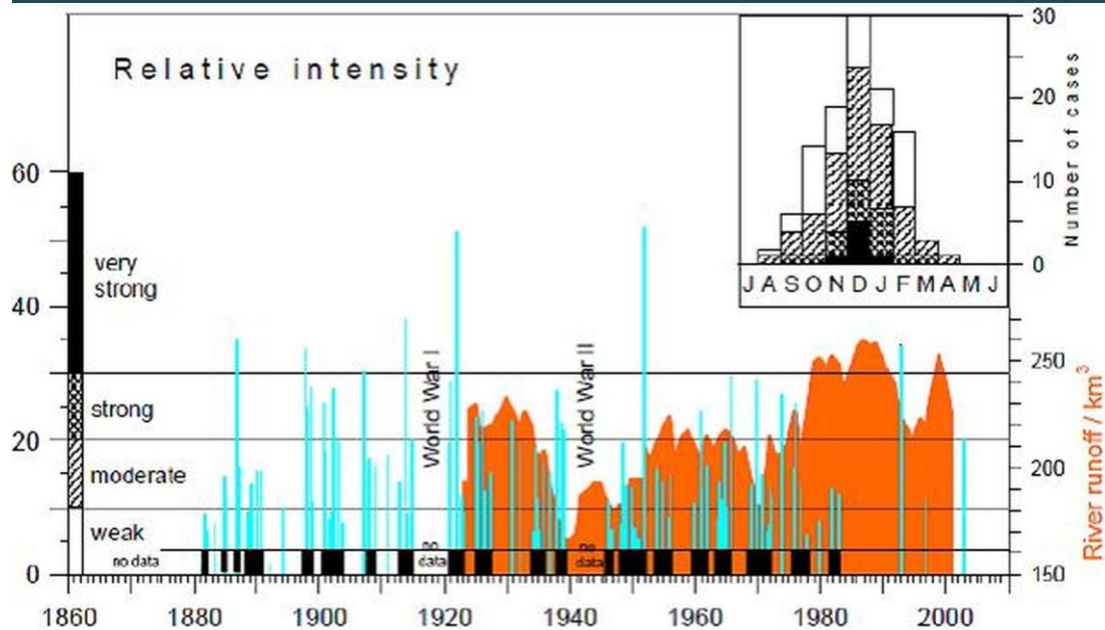
De regelmæssige ind- og udstrømninger til og fra Østersøen er i vid udstrækning bestemt af de meteorologiske forhold over Skandinavien. Typisk har en udstrømning en varighed på tre dage og en indstrømning en varighed på to dage, men varigheden kan variere betydeligt fra en hændelse til en anden. Varigheden er bestemt af de meteorologiske forhold, og et scenarie, der kan forårsage længere indstrømning, er f.eks.:

- Først et relativt stabilt højtryk over Skandinavien. Det vil presse vand ud af den Centrale Østersø og dermed sænke vandstanden i den Centrale Østersø
- Dernæst et relativt stabilt lavtryk over Skandinavien. Vinden vil her, sammen med den lave vandstand i den Centrale Østersø, presse en stor vandmængde ind i den Centrale Østersø

Jo større indstrømningen er, jo større vil den efterfølgende udskiftning af bundvandet i den Centrale Østersø være. Store indstrømninger siden år 1880 er vist i figur 10.1.1-5. I løbet af de seneste 25 år har der kun været seks store indstrømninger (Matthäus et al. 2008). På grund af den kraftige vind under de store indstrømninger opblandes vandmasserne betragteligt allerede i Arkona Bassinet (FEHY 2013).

I år 1993 fandt en stor indstrømning sted, hvor indstrømningerne gennem både Storebælt og Øresund blev målt i detaljer. Dataanalyserne viste efterfølgende, at mængden af de højsaline vandmasser ($S > 17$ PSU), der transporteres gennem Bælthavet og over Darss-tærsklen var 88 km^3 , mens den mængde, der transporterendes gennem Øresund, havde en volumen på 66 km^3 . Transporten gennem Øresund bidrager således væsentligt til den samlede indstrømning (43 pct.) og dermed kraftigt til udskiftningen af de dybeste vandlag i den Centrale Østersø som følge af en højere saltholdighed (Jakobsen 1995). Også i 2003 var der en større indstrømning (Nauch et al. 2005, 2006).

FIGUR 10.1.1-5 Store indstrømninger til Østersøen i årene fra 1880 - 2007 og deres sæson variation



Note: (Øvre højre kurve) vist som indstrømningens relative intensitet og fem års glidende middel af flodernes indløb til den Centrale Østersø midlet fra september - marts (skraveret). Sorte kasser på tidsaksen viser: Store indstrømninger i grupper (Matthäus et al., 2008). Intensitet: 0 svarer til en indstrømning med fem dages varighed med en salinitet $S = 17$ PSU, hvorimod en intensitet på 100 svarer til en indstrømning med 30 dages varighed med en salinitet på $S = 24$ PSU

Medrivning og opblanding af vandmasserne i Østersøen er bestemt af:

- Vinddreven strømning og afkøling af havoverfladen
- Interne strømninger og deraf følgende forskydningsspændinger mellem lagene eller mod havbunden
- Interne bølger og deraf følgende forskydningsspændinger mellem lagene eller mod havbunden
- Dobbelt diffusion, som forårsages af enten af en ustabil temperaturfordeling eller en ustabil salinitetsfordeling

Menneskeskabte bygningsværker og gøremål, i denne sammenhæng ikke mindst broer og skibe, kan bevirke en vis opblanding af vandmasserne. Opblandingen fra færgerne i Femern Bælt er dog fundet at være af mindre betydning (FEHY 2013b).

Salinitet

Den Centrale Østersø

I den Centrale Østersø har overfladelaget ned til den første haloklin (salinitetsskilteflade) en lav densitet og en gennemsnitlig salinitet på omkring 7 PSU, hvor densiteten også er overlejret af en mindre sæsonvariation på grund af variationerne i lufttemperaturen. Mere saltholdig og tungere vand findes nær bunden i de dybe bassiner (FEHY 2013).

Saliniteten i Østersøen falder fra Bælthavet og mod øst til den Centrale Østersø og når sin laveste værdi i Den Botniske Bugt (figur 10.1.1-6).

Kattegat

En klar tolags lagdeling forekommer i den østlige del af Kattegat med en skilleflade i omkring 15 m dybde. Overfladesaliniteten varierer fra 18 PSU til 26 PSU, mens saliniteten i bundlaget kan være op til 34 PSU (Leppäranta and Myrberg 2009). I modsætning hertil har den vestlige del en gennemsnitlig dybde på kun 10 m, hvilket er lavere end det øverste lags tykkelse, og vandet er derfor oftest uden lagdeling.

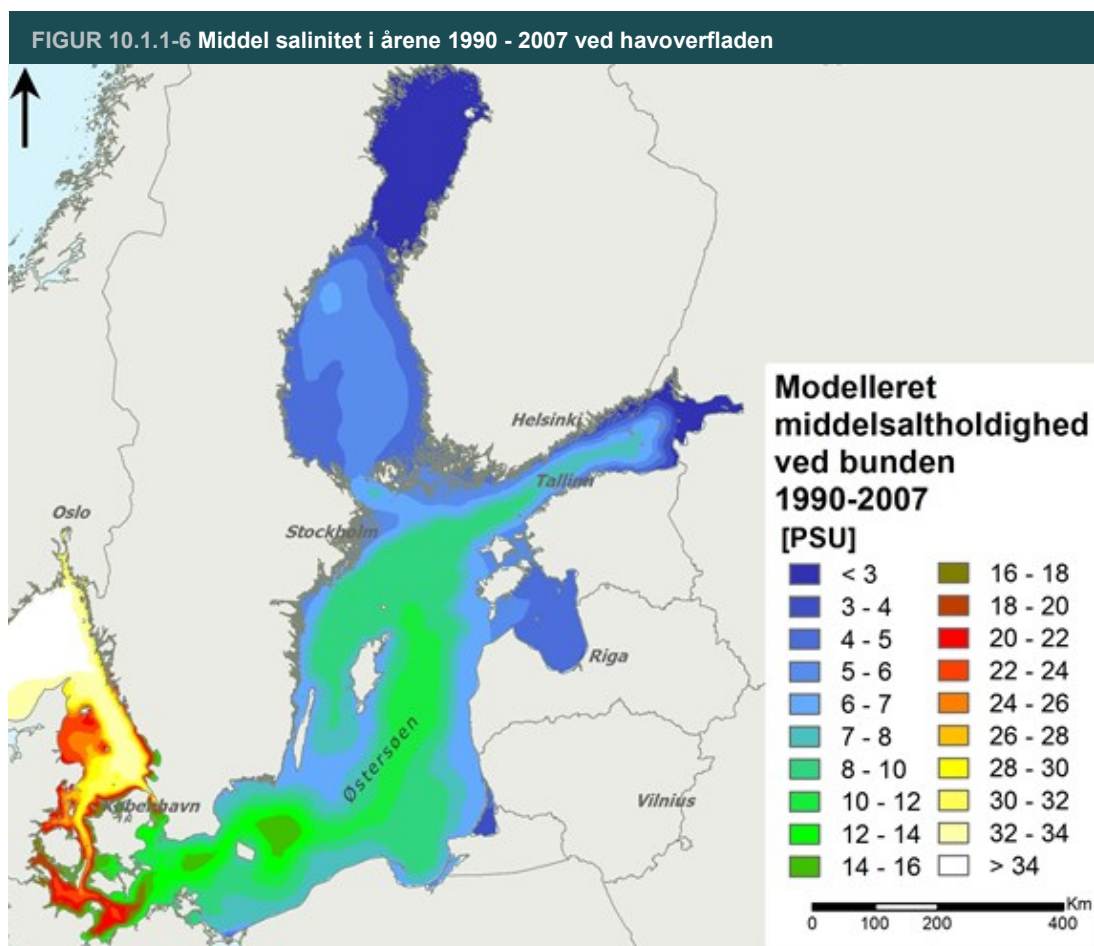
Bælthavet og Øresund

En tolags lagdeling findes også i Bælthavet, som svarer til lagdelingen i den østlige del af Kattegat. Det øverste lag består af udstrømmende vand fra Østersøen med en salinitet på mellem 8 PSU og 12 PSU. I det nedre lag kan saliniteten i det nordlige Bælthav nå op på 34 PSU, men det fortyndes til under 28 PSU i Femern Bælt (König 2004).

I Øresund kan der optræde tre vandmasser: Overfladevand fra Arkona Bassinet (7 - 8 PSU), overfladevand fra Kattegat (18 - 26 PSU) og bundvand fra Kattegat (32 - 34 PSU).

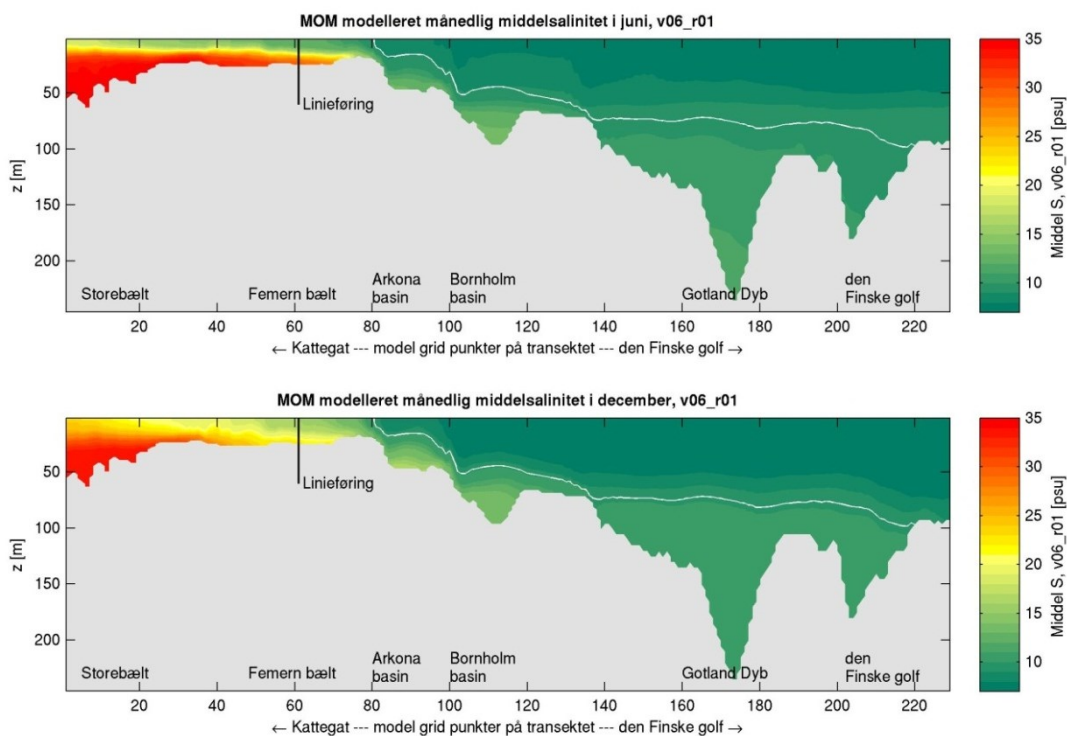
Arkona Bassinet

Saliniteten nær overfladen i Arkona Bassinet er omkring 8 PSU, haloklinen ligger i 20 - 30 m dybde, og øvre lags tykkelse udgør dermed 2/3 af hele vandsøjlen. Ved havbunden kan saliniteten nå op på 22 PSU (FEHY 2013).



Note: Beregnet ud fra simuleringresultater fra MIKE model af Østersøen

FIGUR 10.1.1-7 Salinitetsfordeling i et langsgående tværsnit gennem Østersøen i juni og december måned



Note: Beregnet ud fra simuleringresultater fra MOM model af Østersøen. Placering af Femern Bælt-forbindelsen er indikeret på fordelingerne

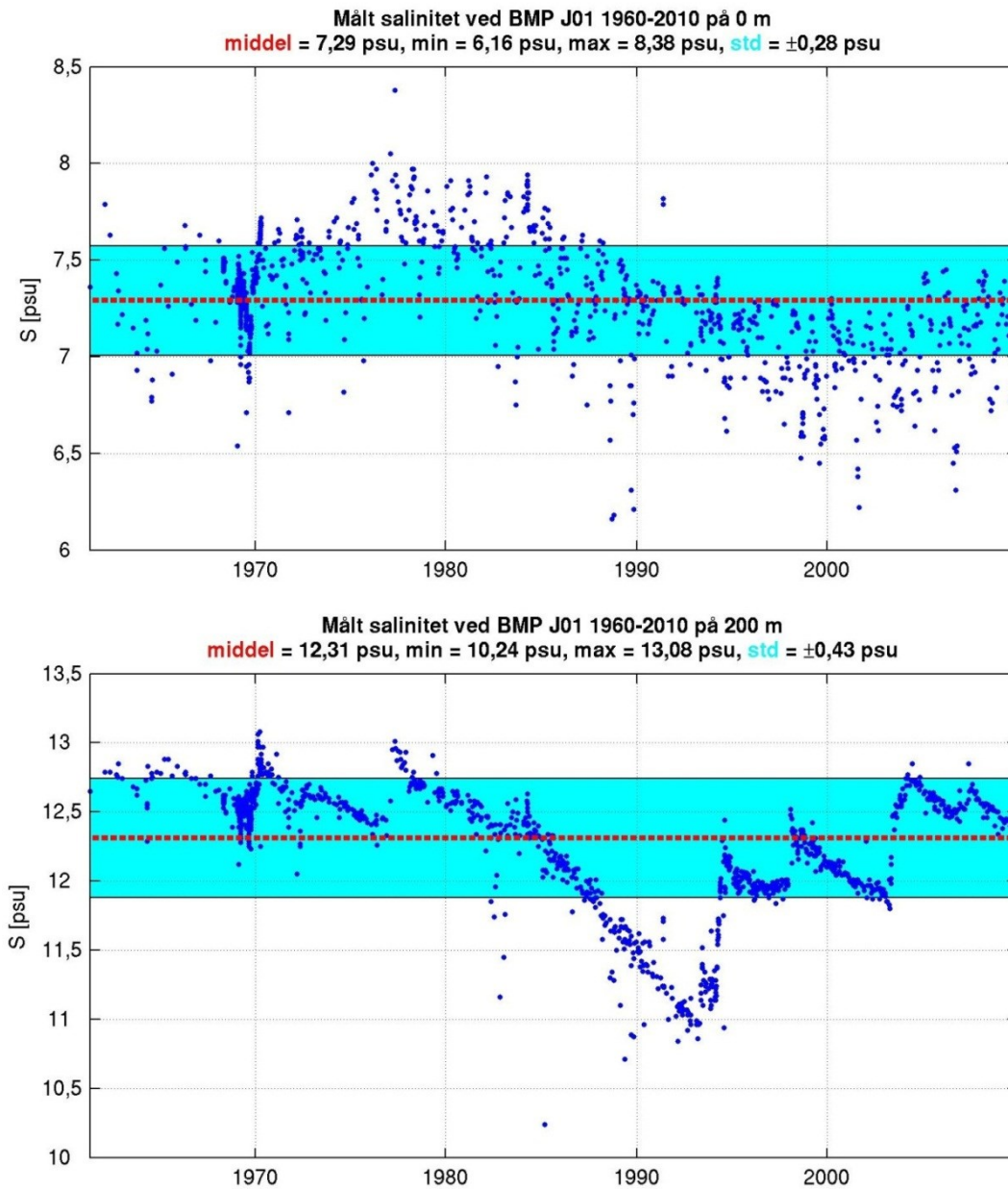
Bornholmer Dybet

I overfladelaget varierer saliniteten mellem 7 PSU - 9 PSU, og øvre lags tykkelse kan nå op på 60 m dybde. Saliniteten i de dybeste lag kan være fra 13 PSU - 17 PSU afhængigt af forholdene under den seneste store indstrømning og periodens længde siden seneste store indstrømning. I perioder uden store indstrømninger falder saliniteten i de dybe områder af Bornholmer Dybet (Matthäus et al. 2008).

Gotlands Dybet

Gotlands Dybet med dets østlige og vestlige bassiner udgør en stor del af den Centrale Østersø. Dette dyb indeholder omkring halvdelen af den samlede vandmængde i hele Østersøen (Leppäranta & Myrberg 2009). I den østlige del af Gotlands Dybet ligger skillefladen i 60 - 80 m's dybde. Saliniteten i det øvre lag er fra 6,5 - 8 PSU. Under skillefladen er der en næsten lineær stigning i saliniteten op til 9 - 12 PSU i 100 m's dybde og 11 - 13 PSU i 200 m's dybde (figur 10.1.1-7).

FIGUR 10.1.1-8 Målt salinitet i den østlige del af Gotlands Dybet



Note: Salinitet ved havoverfladen (øvre) og i 200 m's dybde (nedre) BMP J01 er en HELCOM-station

Cyklusser med perioder på op til 20 - 30 år er observeret i overfladens salinitet, men variationen er ganske lille (standardafvigelse på 0,28 PSU) (FEHY 2013). I løbet af de seneste 50 år har svingningerne i bundlaget været større end i overfladelaget (standardafvigelse på 0,43 PSU) (FEHY 2013). Dette skyldes blandt andet de få store indstrømninger fra midten af 1980'erne til midten af 1990'erne. I kystområderne er saliniteten lavere end længere væk fra land på grund af tilstrømningen af ferskvand med floderne. I den nordlige del af Gotlands Dybet er overfladevandets salinitet lavere end mod øst på grund af en vinddreven cirkulation ved Gotland. Overfladevandet i Gotlands Dybet blandes her med vand fra den Finske Bugt og det Botniske Hav, hvilket resulterer i salinitet på 6 - 7 PSU nær overfladen og en salinitet på omkring 11 PSU nær bunden.

Nordøstlige bugter

De øvre lag i de nordøstlige bugter, Botniske Bugt og Finske Bugt, indeholder vandmasser med saliniteter ned til 0 - 5 PSU. Disse vandmasser er kraftigt påvirket af afstrømningen fra lokale floder, mens overfladevand fra det østlige Gotlands Dyb udgør de nedre lag i området.

Det øvre lag i den Finske Bugt er domineret af ferskvand fra floden Neva. En skilleflade findes kun i den dybere vestlige del af bugten i 60 - 80 m dybde. Saliniteten under skillefladen er fra 7 - 9 PSU i de vestlige dele, 5 - 8 PSU i den centrale del af bugten og 0 - 3 PSU i den østlige del nær munden af floden Neva (FEHY 2013). Den østlige Finske Bugt er dækket af is om vinteren og kan være isdækket helt frem til og ind i april måned.

Vandmasserne i Botniske Hav og Bugt dannes ved udveksling med det nordlige Gotlands Dyb og flodernes indstrømning. En svag skilleflade findes i 60 - 80 m's dybde i det Botniske Hav og i 50 - 60 m's dybde i den Botniske Bugt.

Vandstand

Vandstanden i Nordsø – Østersø-systemet er bestemt af:

- Tidevand fra Atlanterhavet, som udbredes i Nordsøen og fortsætter videre ind i Østersøen
- Flodernes indstrømning til Østersøen
- Densitetsvariation mellem Nordsøen og Østersøen
- Vindforhold og lufttryk over Skandinavien
- Bassinbølger i Nordsøen og Østersøen på grund af skiftende vindstyrke og retning.
- Klimaændringer

Tidevandet udbreder sig fra Atlanterhavet til Nordsøen og derfra videre ind i Østersøen. Undervejs øges tidevandets amplitude, da vanddybden mindskes og falder på grund af energitab undervejs (på grund af friktion mod havbunden). Ved Hornbæk i Kattegat er tidevands forskellen omkring 15 cm. Forskellen mellem høj- og lavvande aftager yderligere gennem Bælthavet og Øresund og er kun omkring 7,5 cm ved Gedser. Inde i den Centrale Østersø er forskellen mindre end 5 cm, og tidevandet er der kun af mindre betydning (FEHY 2013).

Ferskvandsafstrømningen til den Centrale Østersø hæver vandstanden i den Centrale Østersø. Vandstandsstigningen er næsten konstant inde i den Centrale Østersø, men varierer kraftigere gennem de danske bæltter. Ferskvandsafstrømningen giver et bidrag til vandstanden på ca. 4 cm i den Centrale Østersø sammenlignet med i Kattegat (FEHY 2013).

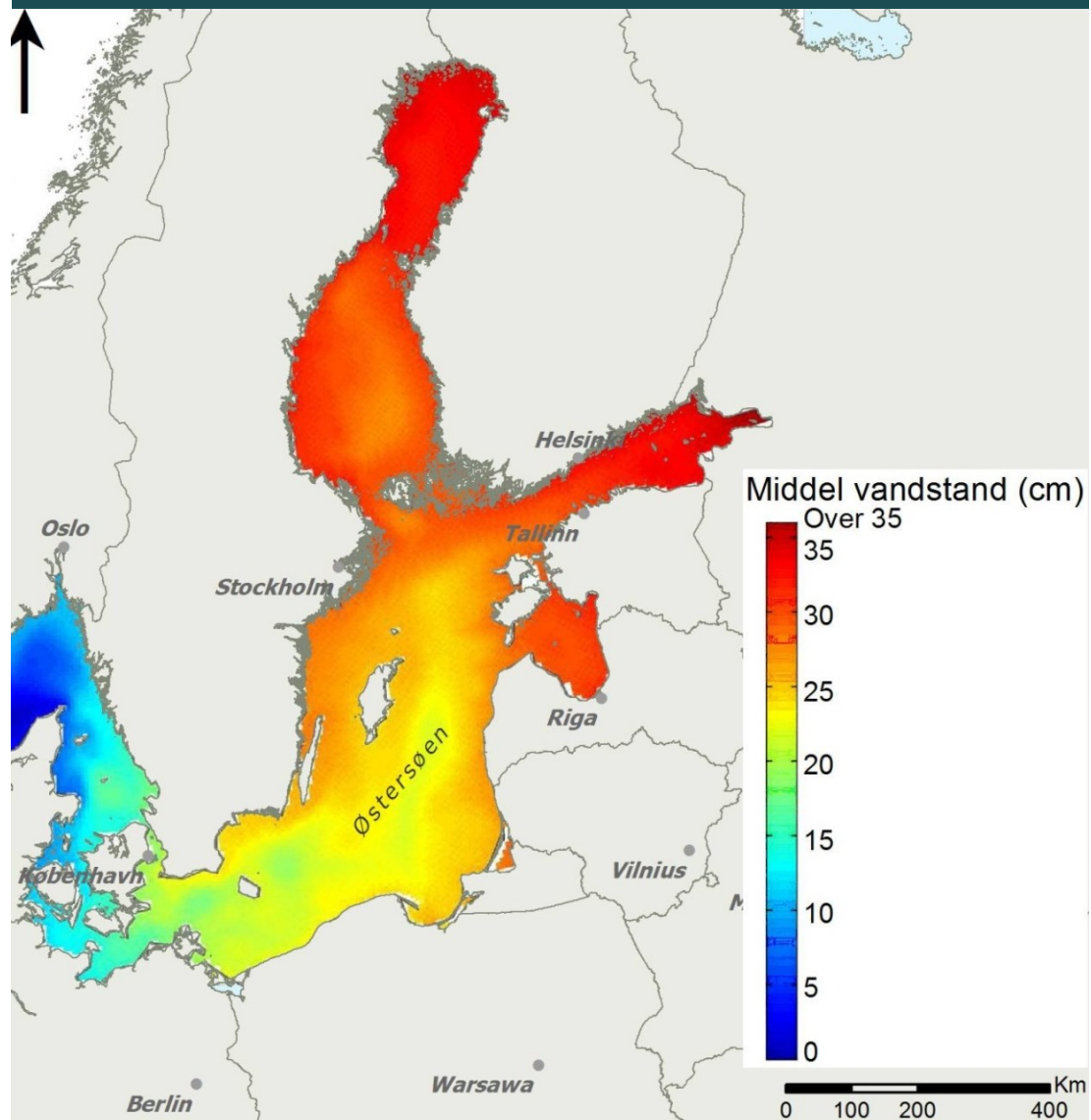
Densiteten af overfladevandet er lavest i det inderste af Østersøen og øges ud mod Nordsøen. Densitetsvariationen bevirker også en variation i vandstanden. Den største stigning findes i det inderste af Østersøen, hvorfra den aftager gradvist udad mod Nordsøen. Konsekvensen er ca. 4 cm højere vandstand i den sydvestlige Centrale Østersø end i Kattegat på grund af densitetsforskellen.

Den samlede vandstandsstigning fra Kattegat til Arkona Bassinet forårsaget af ferskvandsafstrømningen og den deraf følgende densitetsforskel er fra 4 - 8 cm (bidragene kan ikke umiddelbart adderes) (FEHY 2013).

Herudover bevirker de høj- og lavlufttryksfelter, der passerer Skandinavien ugentligt, til en hævnning og sænkning af vandstanden i henholdsvis Nordsøen og Østersøen. Ændringerne i vandstanden afhænger af lufttrykket og vindfelterne.

Figur 10.1.1-9 viser den gennemsnitlige vandstand i Østersøen og Skagerrak, som den er beregnet med en oceanografisk model (MOM). En klar variation ses fra den nordlige Østersø til Kattegat. Lokale variationer eksisterer på grund af store, lokale vinddrevne cirkulationsstrømme i de forskellige bassiner.

FIGUR 10.1.1-9 Middel vandspejlet i Østersøen i årene 1990 - 2007



Note: Beregnet med MOM modellen. Farverne viser forskel fra middelvandstand i Nordsøen
Kilde: (FEHY 2013c)

Femern Bælt

Femern Bælt er en del af overgangsområdet mellem den Centrale Østersø og det ydre område Kattegat, Skagerrak mv., og forholdene er således bestemt af den dynamik, der er beskrevet i det foregående. De faktorer, der påvirker hydrografien i Femern Bælt, kan kort opsummeres som følger:

- Bathymetrien påvirker strømmens retning og størrelse
- De meteorologiske forhold over Nordsøen og Østersøen er den altdominerende kraft i at drive strømmene igennem Femern Bælt. Se afsnit om hydrografien af Østersøen
- De lokale meteorologiske forhold over Femern Bælt har kun ringe effekt på strømmen gennem bæltet, dog bestemmer den lokale vind i området bølgeklimaet
- De indstrømmende vandmasser fra Kattegat og Arkona Bassinet gør, at vandmasserne i Femern Bælt er lagdelte

- Tidevandets amplituder er små

Ferskvandstilstrømningen til Bælthavet er lille og har kun helt lokalt indflydelse på forholdene (FEHY 2013).

Datagrundlag og metode

I afsnittet om Femern Bælt inddrages relevante informationer om de tilstødende farvande. Det dedikerede hydrografiske feltprogram i Femern Bælt i 2009 - 2010 dækker området fra Storebælt og Kiel Bugt vest for Femern Bælt til Darss-tærsklen øst for Femern Bælt. Området er vist i figur 10.1.1-12, som også viser målestationernes placering under de månedlige skibstogter.

Størstedelen af vand- og saltudvekslingen mellem Østersøen og Nordsøen passerer igennem Femern Bælt (8/11 af vandudvekslingen) (FEHY 2013). Af denne årsag er der gjort en stor indsats for at fastlægge den eksisterende hydrografi og vandkvalitet i Femern Bælt-området. Hydrografiske målinger er indsamlet i Femern Bælt og nærliggende tilgrænsende områder. Dels fra faste målestationer og dels gennem månedlige skibstogter. Tilsammen dækker disse målinger hele undersøgelsesområdet og giver samlet en god rumlig og tidslig opløsning af hydrografien i området (se også FEHY 2013, FEHY 2013b).

Bathymetri-opmåling

I Femern Bælt er en helt ny opmåling blevet gennemført i forbindelse med projektet med multibeam ekkolod-målinger på vanddybder over 5 m. Dataopsamlingen foregik langs linjer tilnærmelsesvis parallelt med Femern Bælt-forbindelsen. Afstanden mellem linjerne var 50 m. For at imødekomme behovet for mere detaljerede data til de arkæologiske vurderinger blev flere linjer tilføjet med fokus på marin magnetometri og overfladeseismik, og dermed indsnævres linjeafstanden til 25 m i disse områder. Den endelige bathymetri-opmåling ved Femern Bælt-forbindelsen har en horisontal opløsning på 2 m og en vertikal nøjagtighed på $\pm 0,2$ m (FEHY 2013, FEHY 2013b).

Et Reson SeaBat 8125 multibeam ekkolod blev anvendt til opmålingerne. Dette instrument udsender stråler i en vinkel på 60 grader, og det resulterer dermed i en bredde ved bunden på ca. tre gange vanddybden under transduceren. Nær kysten blev målingerne indsamlet med en singlebeam (i modsætning til multibeam på dybere vand), og linjeafstanden blev reduceret til kun 10 m.

Hydrografiske målinger fra faste stationer

Måleprogrammet indeholder tre faste hovedstationer på dybere vand og 10 kystnære stationer.

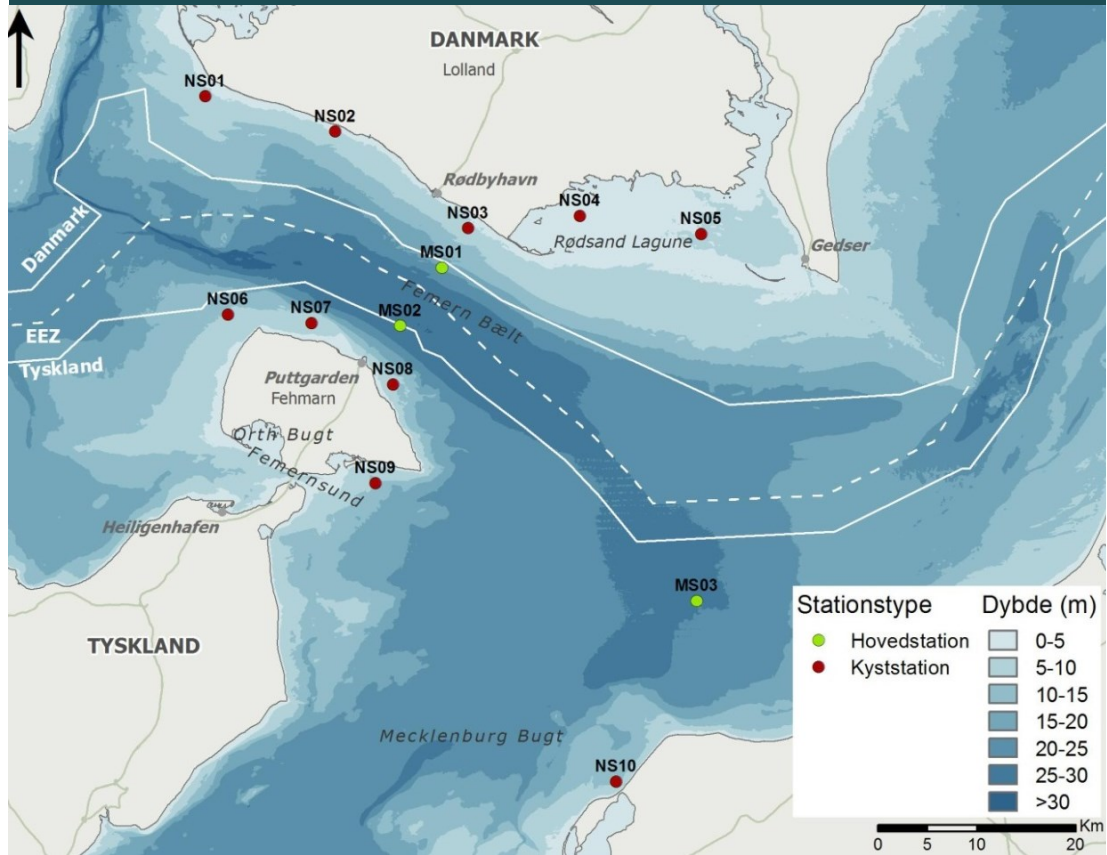
Hovedstationerne MS01 og MS02 er placeret i Femern Bælt-forbindelsens korridor omkring 6 km fra kysterne på begge sider. Målestationen MS03 er beliggende i Mecklenburg Bugt omkring 14 km fra den tyske kyst (figur 10.1.1-10). Data er indsamlet fra marts 2009 og frem til starten af 2011. Målestationernes udstyr er ens. Eneste forskel ligger i antallet af sensorer på grund af forskellige vanddybder.

På hovedstationerne overvåges følgende hydrografiske parametre:

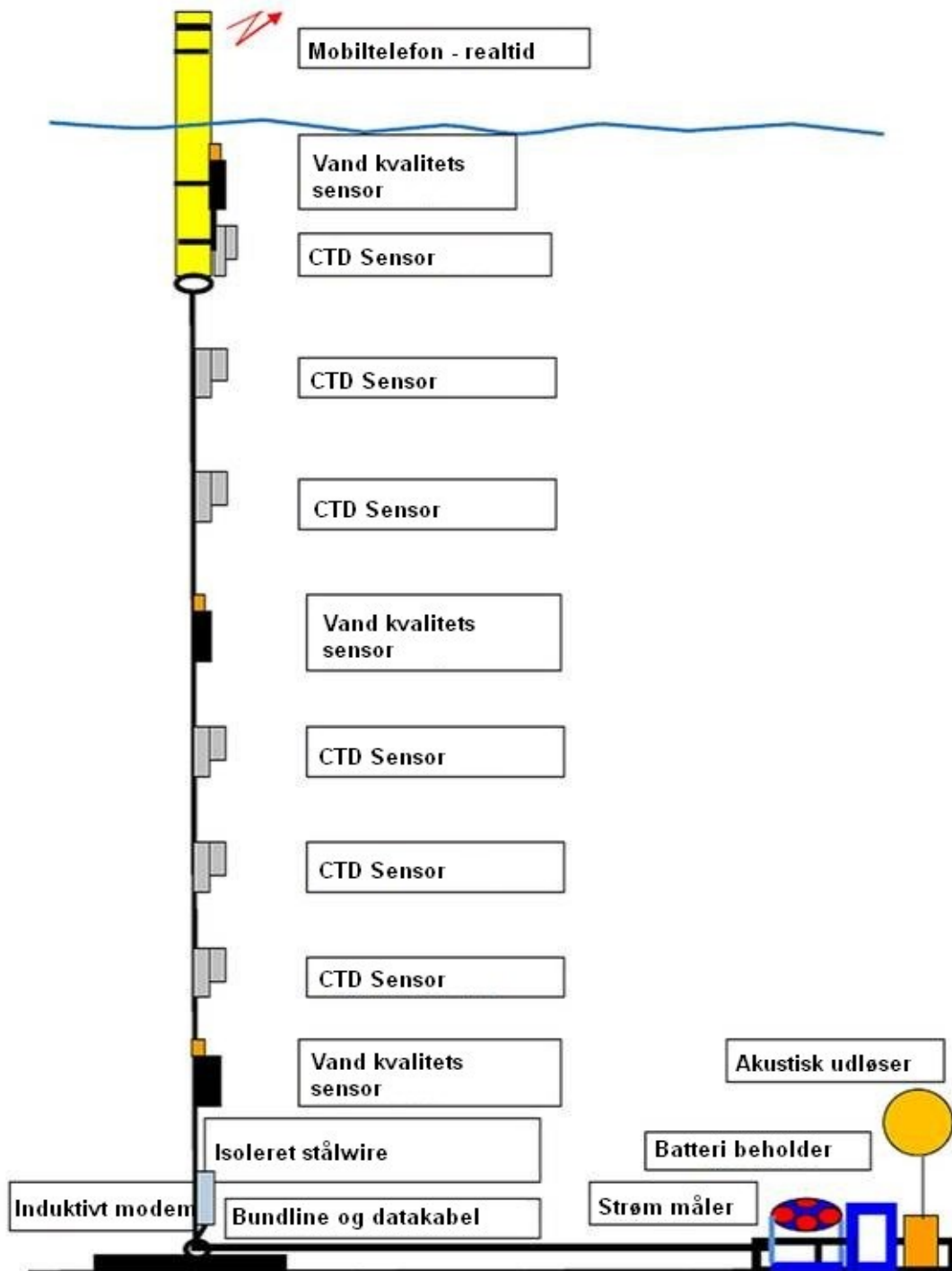
- Strømsprofil med en vertikal opløsning på 50 cm er foretaget med en ADCP-måler (Acoustic Doppler Current Profiler)
- Bølgehøjde, periode mv. (ADCP-måler)
- Vandstand (via ADCP-måler)
- Salinitet og temperatur for hver 2 m over vandsøjlen (sensorer)
- Turbiditet, iltindhold og klorofyl-a i tre dybder med sensorer: Nær bunden, midt i vandsøjlen og nær overfladen (figur 10.1.1-11)

På de 10 kystnære stationer måles kun turbiditet (midt i vandsøjlen).

FIGUR 10.1.1-10 Kort over faste målestationer i Femern Bælt og tilgrænsende områder



FIGUR 10.1.1-11 Skitse af målebøje med instrumentering ved en af de faste stationer



Note: CTD-sensorerne måler ledningsevne, temperatur og dybde

På alle stationerne registreres data hvert 10 minut, dog undtaget bølgedata, som kun registreres en gang hver time.

Månedlige togter

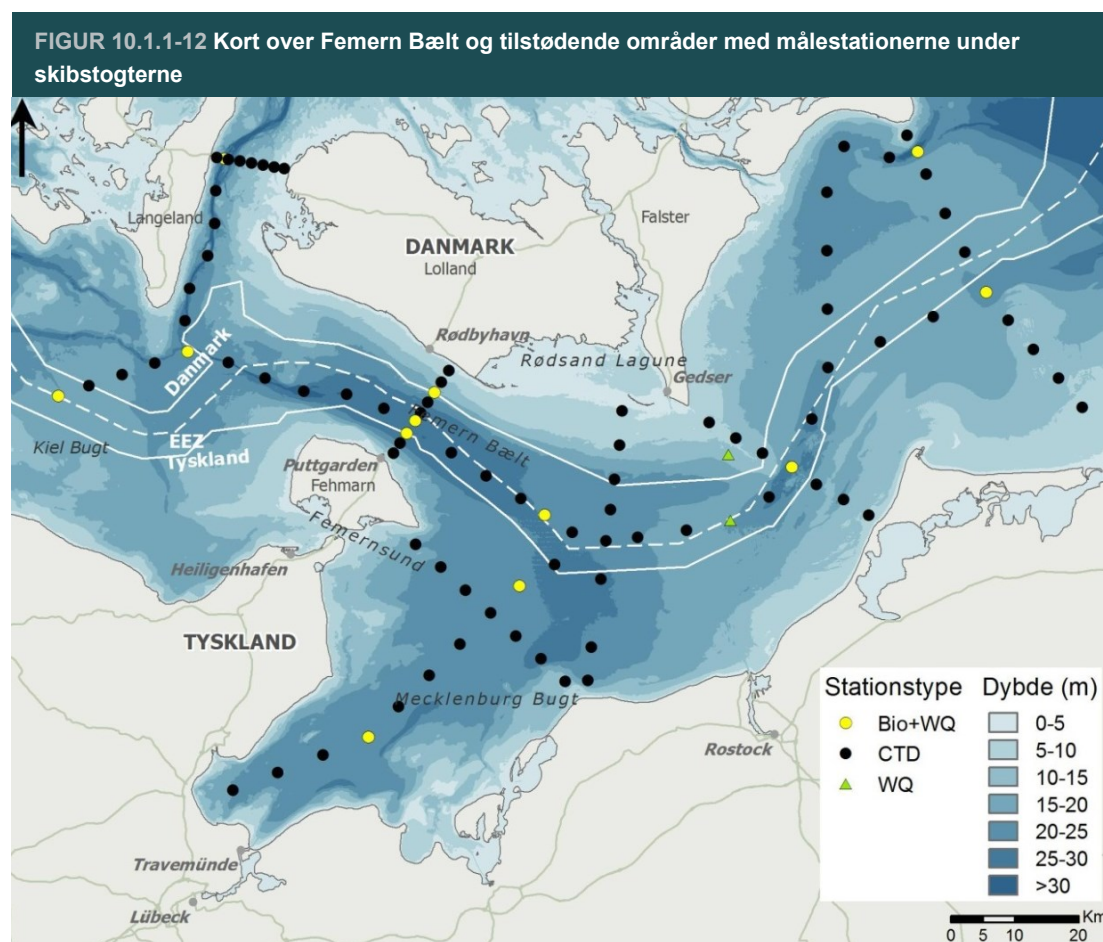
Skibstogter er gennemført for at få en bedre geografisk dækning af de hydrografiske og biologiske forhold. Togterne blev udført på månedsbasis og tog syv døgn. Efter det første års

togter blev det besluttet at reducere de månedlige togter til fem døgn. Togtruten og placeringen af målestationerne er vist i figur 10.1.1-12.

De månedlige togter blev gennemført i perioderne:

2009: 9 togter: Februar - april, juni - november

2010: 12 togter: Januar – december



Note: Forkortelser for prøvetagningsstationer: Bio+WQ – biologiske prøver og vandkvalitet, CTD – Ledningsevne, temperatur og dybde, WQ – Vandkvalitet. (tabel 10.1.1-1) for detaljer.

En oversigt over de målinger og prøvetagninger, der er foretaget i løbet af hver togt, er samlet i tabel 10.1.1-1.

TABEL 10.1.1-1 Oversigt over målinger indsamlet under togter

Måling og parameter	Kommentarer
Kontinuerlige målinger af strømprofil, dybde og meteorologiske parametre	På sejlstrækninger mellem alle stationer
Ca. 96 rene "CTD"-stationer	In situ-målinger af temperatur, salinitet, iltindhold, klorofyl-a fluorescens, lys dæmpning, lys som fotosyntetisk aktiv stråling (PAR).
To "WQ"-stationer	Som "CTD"-stationer, men yderligere vandprøvetagning i 5 - 7 dybder til analyse af næringsstoffer.
12 "BIO+WQ"-stationer (biologiske stationer)	Som "WQ"-stationer, men yderligere biologisk vandanalyser for primær produktion og prøvetagning med WP2-net, fytoplankton-net og et multinet til prøvetagning af gopler.
Faste stationer MS01, MS02 og MS03	Prøvetagning til kalibrering af ilt, salinitets- og turbiditets-sensorer. Bestemmelse af glødetab blev anvendt til at udregne koncentrationer af mineraler i suspenderet stof.

Andre datakilder

Historiske data samt data fra andre institutioner er benyttet i de hydrografiske undersøgelser (se FEHY 2013 og FEHY 2013b for en mere udførlig gennemgang af anvendelse af sekundære kilder). I denne sammenhæng er der indsamlet målinger fra:

- Meteorologi: Fra DWD, DMI, IOW og Rødsand Vindmøllepark
- Vandstand: Fra BSH og DMI
- Flodafstrømning: Beregnet med den svenske afstrømningsmodel HBV
- Forhold om havis: Fra Søværnets Operative Kommandos (SOK) istjeneste og BSH
- Historiske hydrografiske og vandkvalitetsdata fra BSH fyrskibe og HELCOM
- Femern Bælt-undersøgelsen fra 1998
- Anden litteratur

Bathymetri

Bathymetrien i Femern Bælt-området bestemmer fordelingen samt hastigheden af gennemstrømningen. I de dybe kanaler transporteres der højsalint vand fra Nordsøen mod Østersøen. Darss- og Drogden-tærsklerne begrænser mængden af saltholdigt og iltrigt vand, der når de dybere områder af Østersøen.

Resultatet af dataindsamlingen og analysen af vanddybderne for Femern Bælt-området er vist i figur 10.1-1-13. I den dybeste kanal i den vestlige del af Femern Bælt er den maksimale vanddybde målt til at være mere end 40 m (FEHY 2013, FEHY 2013b).

Tilbagetrækningen af isgletsjere fra den sydvestlige del af Østersøområdet har haft afgørende betydning for aflejringen af sedimenter i Femern Bælt-området (afsnit 10.5 Geologi).

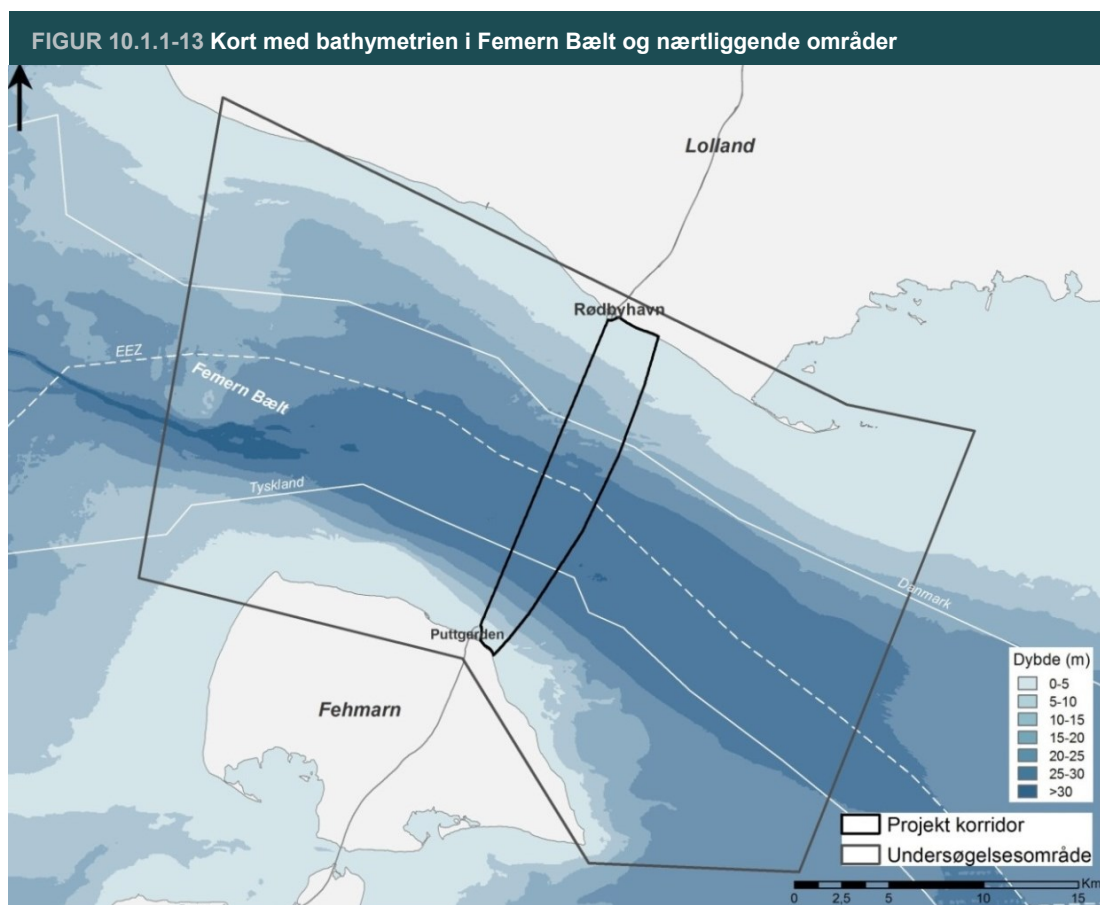
Der er sket en landhævning siden isen trak sig tilbage efter sidste istids ophør. Således har mundingsområdet mellem den Centrale Østersø og Nordsøen gennem de sidste 4.000 år ændret både position, form og dybdeforhold.

Resterne af et tidligere flodsystem, der dræned Ancylos søen (den nuværende Centrale Østersø), kan ses på bunden af Femern Bælt (figur 10.1.1-14). Dette tidligere flodsystem indeholder bundformer og strukturer, der er kendt fra floder.

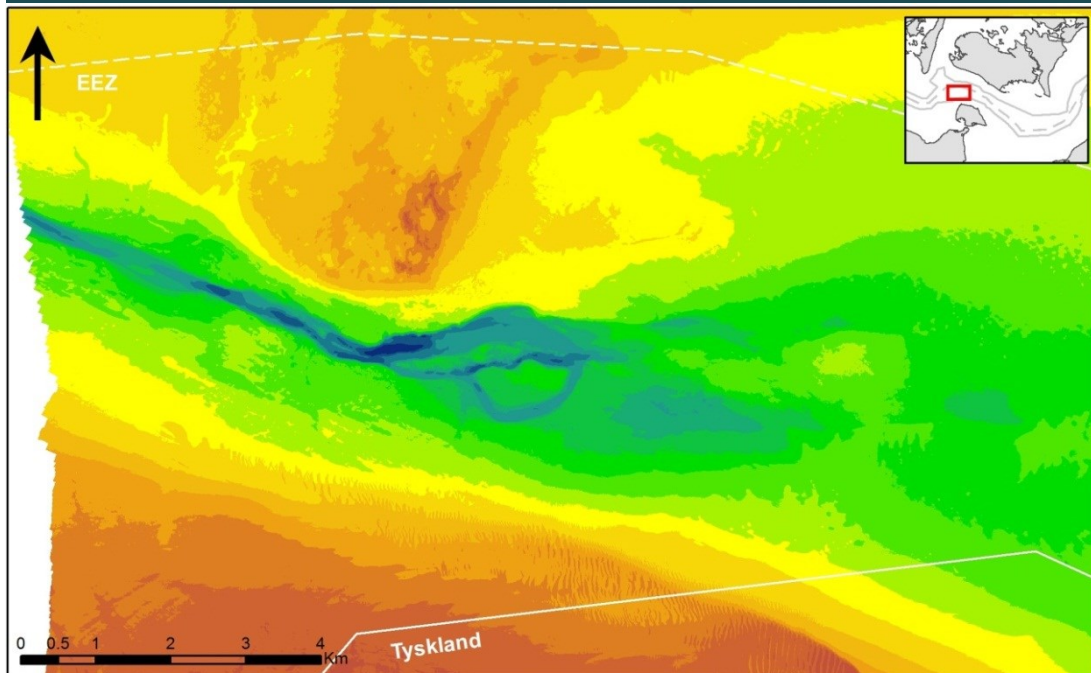
Et andet særligt kendetegn i området er dets bundformer. De optræder hovedsagelig som store sandbølger på havbunden i de områder, hvor der er 10 - 20 m's vanddybde, og som mindre sandbølger i de dybere områder. Bundformerne er beskrevet i detaljer i afsnit 10.1.3 om marine sedimenter.

Figur 10.1.1-15 viser et dybdeprofil på tværs af Femern Bælt i linjeføringen. Den maksimale vanddybde er her 30 m. Profilet kan inddeles i tre forskellige områder:

- Et nordligt område, der over en afstand på ca. 9 km skrånede fra Lollands kyst og ud til 24 m's vanddybde. I dette område består havbunden af hårdt moræneler, der kan være dækket af relativt tynde lag af postglacial marint sand
- Et centralt bassin. Dette bassin var tidligere dybere, end det er i dag. I de dybeste dele er der sedimenteret op til 14 - 18 m post-/senglaciale aflejringer
- Et sydligt område, der over en afstand på ca. 3,2 km skrånede fra Fehmarns kyst og ud til 24 m's vanddybde. I dette område findes der ler af palæogen oprindelse. Leret findes enten direkte ved havbunden eller er kun dækket af tynde lag af postglacialt marint sand (FEHY 2013, FEHY 2013b)



FIGUR 10.1.1-14 Resterne af et tidligere flodsystem, der dræned Ancyclus søen

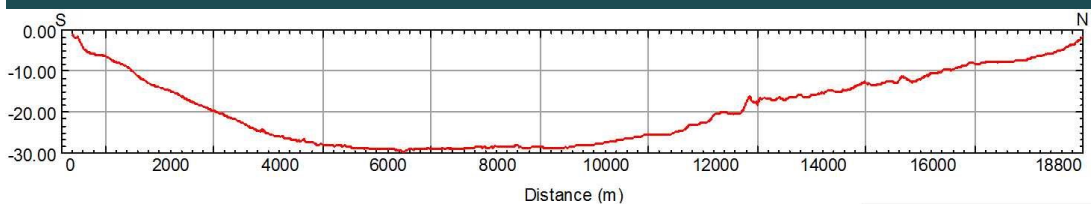


Bathymetrisk model 2m

Dybde (m)

10-12	18-20	26-28	34-36
12-14	20-22	28-30	36-38
14-16	22-24	30-32	38-40
16-18	24-26	32-34	> 40

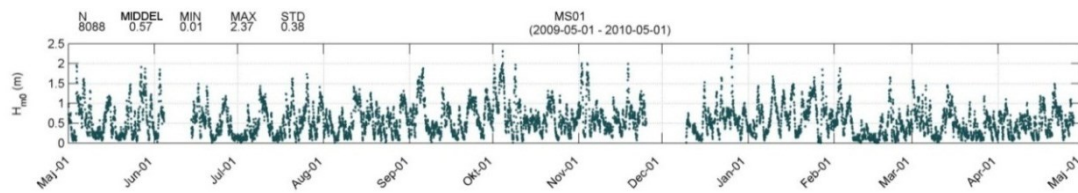
FIGUR 10.1.1-15 Dybde profil tværs over Femern Bælt langs med Femern Bælt-forbindelsens rute



Vindbølger

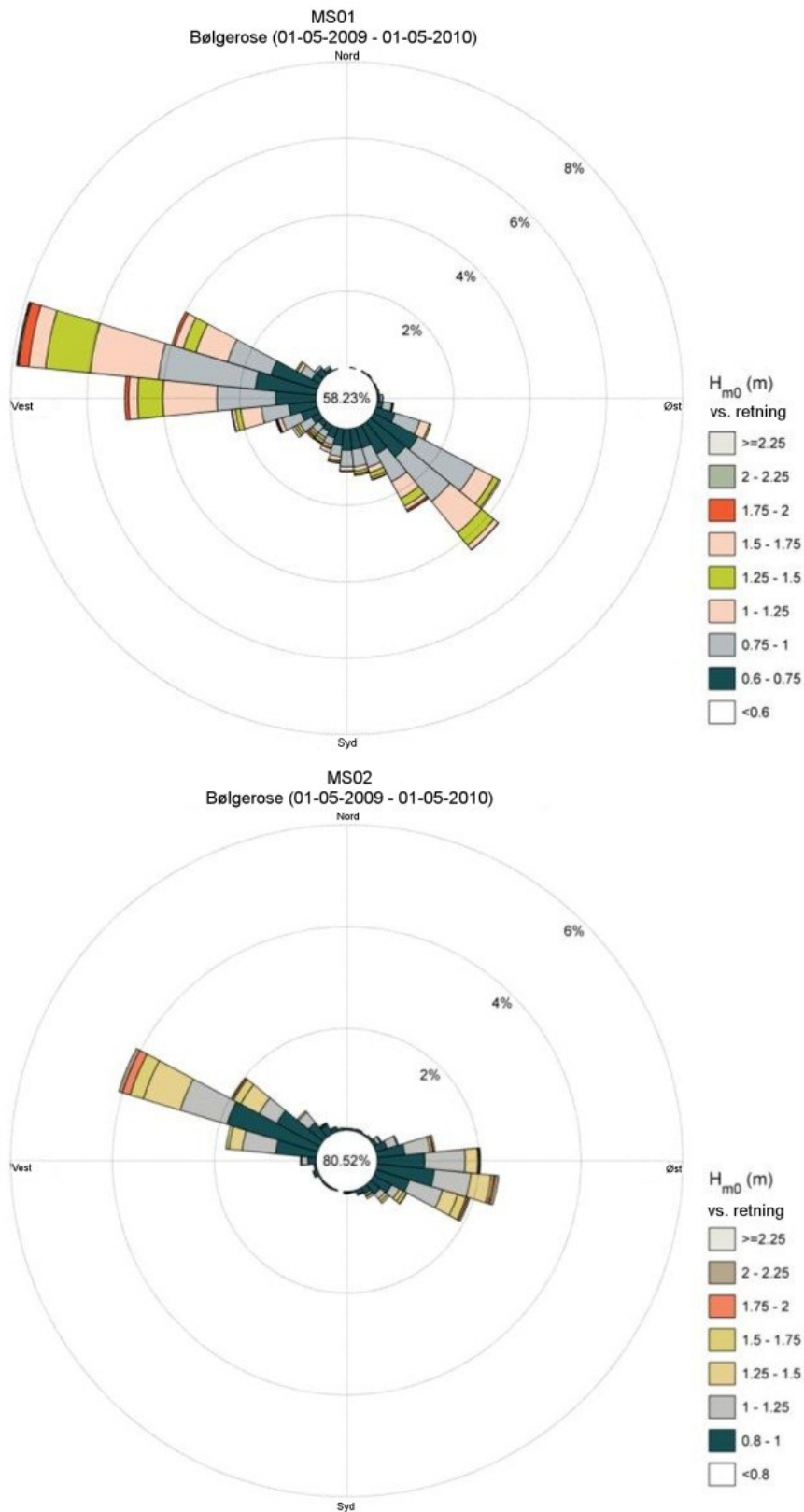
Bølgerne i Femern Bælt-området genereres hovedsageligt lokalt og begrænses kun af lokale forhold så som den lokale vindstyrke, vanddybden og afstanden fra kyst i vindens retning (FEHY 2013). Bølgemålinger er indsamlet på de faste hovedstationer, hvilket vil sige MS01, MS02 og MS03. Et eksempel på målinger fra MS01 er vist i figur 10.1.1-16. Det ses, at bølgerne generelt er små. De gennemsnitlige signifikante bølgehøjder er 0,57 m og 0,52 m ved henholdsvis MS01 og MS02, og de maksimale signifikante bølgehøjder er 2,37 m og 2,49 m. I almindelighed er 25 pct. af bølgerne under 0,5 m og 98 pct. under 2 m. En undersøgelse af den maksimale bølgehøjde viser, at bølgehøjden i Femern Bælt kan blive op til 4 m nær kysterne og op til 5 m i de dybere centrale områder. Disse kan kun opnås, hvis vestenvinden har en hastighed på 24 - 28 m/s (FEHY 2013, FEHY 2013b).

FIGUR 10.1.1-16 Målt bølgehøjde ved MS01 i perioden fra 1. maj 2009 til 1. maj 2010

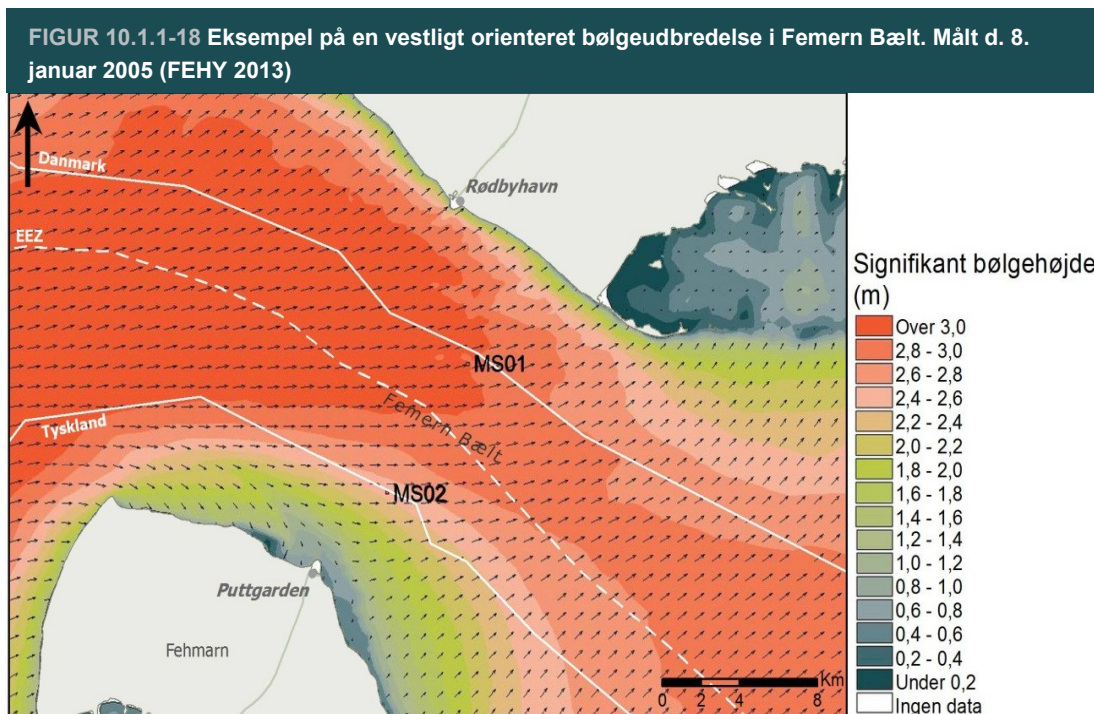


Bølgeroser ved MS01 og MS02 er præsenteret i figur 10.1.1-17. Figuren viser, at den dominerende bølgeretning ved MS01 er vest - vestnordvest, det vil sige mere eller mindre vinkelret på projektkorridoren. Imidlertid findes der en betragtelig del af bølgerne, der kommer fra sydøstlig retning. Forholdene ved MS02 er meget lig dem ved MS01, bortset fra, at de dominerende retninger er henholdsvis vestsydvest og østsydøst. Bølger fra nordnordøst og sydsydøst har en lav amplitude og forekommer kun sjældent (FEHY 2013, FEHY 2013b).

FIGUR 10.1.1-17 Bølgerose ved MS01 (Signifikant bølgehøjde, $H_{m0} > 0.6\text{m}$) øverst og ved MS02 ($H_{m0} > 0.8\text{m}$) nederst



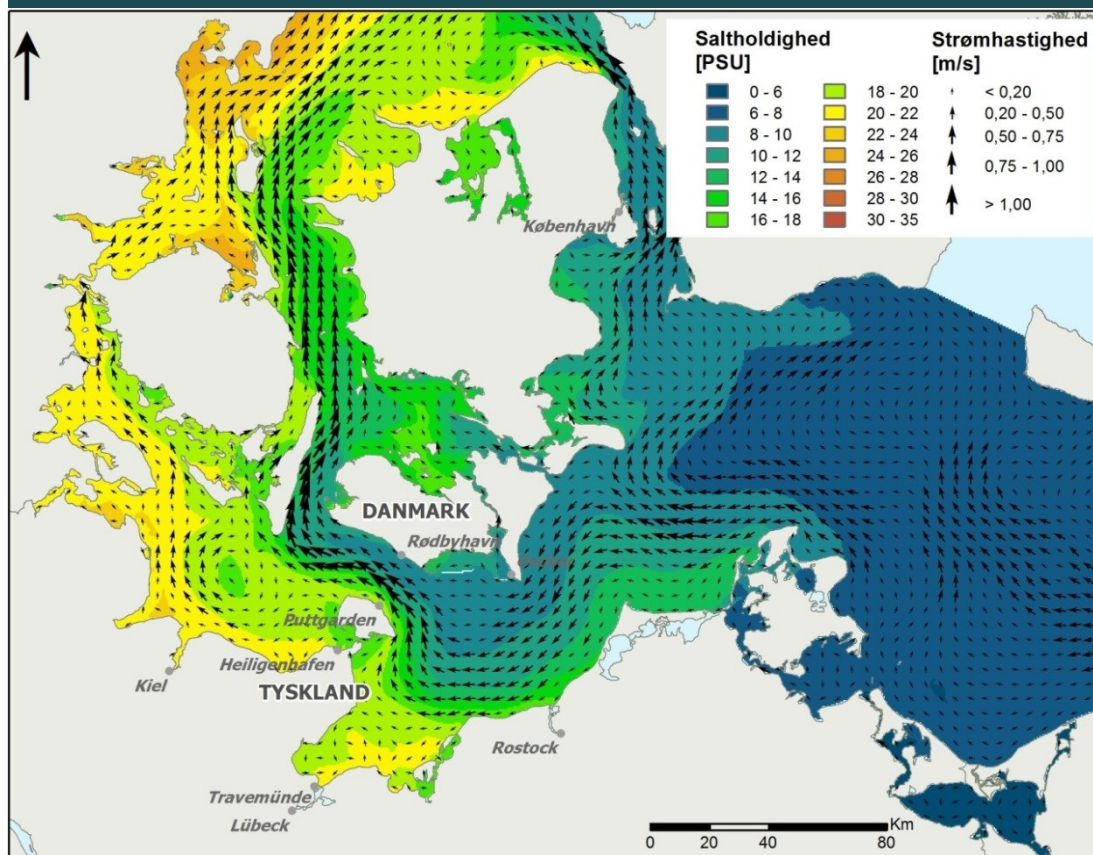
Et eksempel på bølgeudbredelsen i Femern Bælt for den vestlige af de to dominerende retninger er vist i figur 10.1.1-18. Bølgerne går fra dybt vand til lavt vand og drejes ind mod kysten. Amplituden stiger på grund af den faldende vanddybde og falder derefter på grund af energitab.



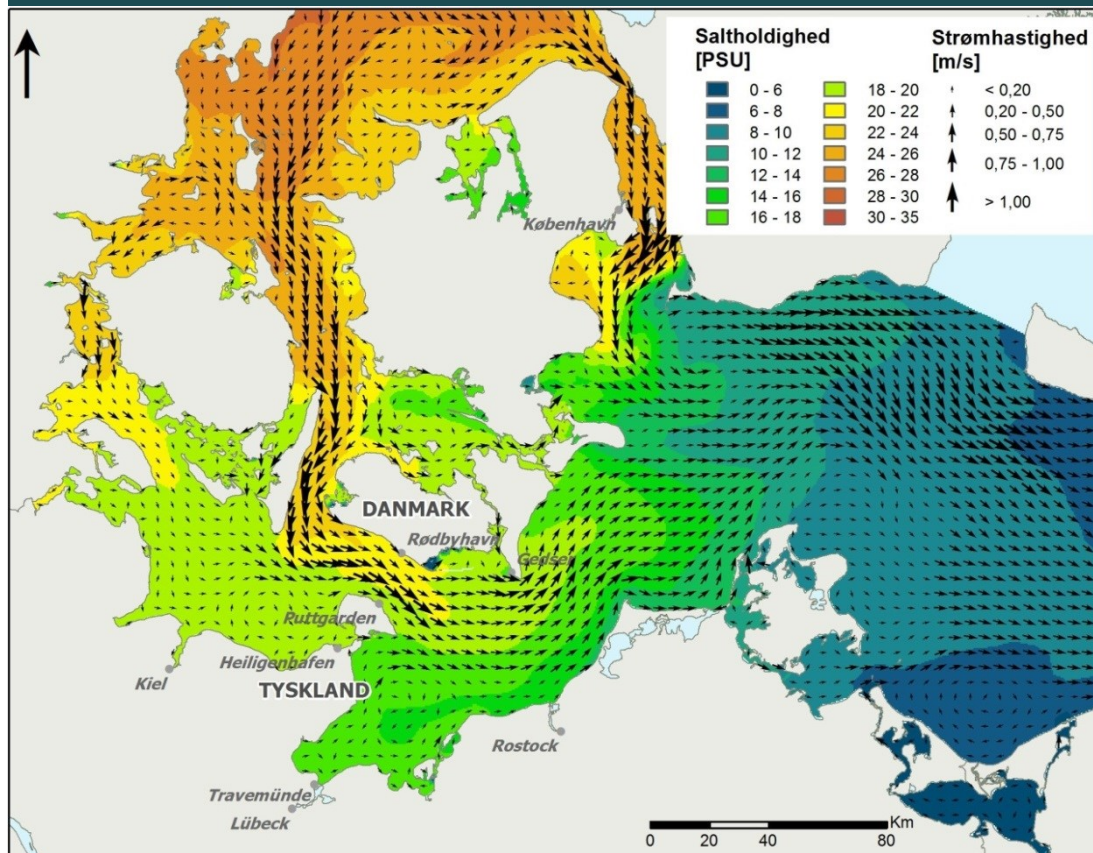
Strømme

Den væsentligste drivende kraft for strømningerne gennem Femern Bælt er de regionale meteorologiske forhold, som er beskrevet i afsnittet ovenfor om Østersøen. Figur 10.1.1-19 og figur 10.1.1-20 illustrerer de to vigtigste strømningmønstre i Femern Bælt: Udstrømning af overfladevand fra Østersøen samt indstrømning til Østersøen (MIKE modelbeskrivelse i afsnit 13.1.2 Hydrografi og FEHY 2013). Den største transport til og fra Østersøen sker gennem Femern Bælt og Storebælt.

FIGUR 10.1.1-19 Beregnet udstrømning og salinitet i 5 m's dybde den 14. oktober 2004 klokken 15:00 UTC



FIGUR 10.1.1-20 Beregnet indstrømning og salinitet i 5 m's dybde den 9. januar 2005 klokken 00:00 UTC



Strømmene i de nedre lag er oftest svagere og kan strømme enten indad eller udad uafhængigt af, om det er en indstrømnings- eller en udstrømnings-situation. I middel er strømmen i det nedre lag ind mod Østersøen, mens den er udad i overfladelaget.

Opgjort på langtidsbasis er de udadgående vandmasser gennem Femern Bælt i saltholdigheds-intervallet op til 14,5 psu og har en nettovandføring på ca. 630 km³/år, mens vandmasser over 14,5 psu generelt er indadgående med en samlet nettovandføring på ca. 300 km³/år (FEHY 2013b). Bruttovandføringen i Femern Bælt er meget større.

Fordelingen af strømhastigheder og retninger, målt ved stationen MS02 i den dybeste kanal i Femern Bælt, er vist i figur 10.1.1-21. Udstrømning dominerer nær overfladen, også selvom de højeste hastigheder registreres under indstrømninger. Årsagen er, at indstrømningshændelserne er kortere og mere intense end udstrømningshændelserne (FEHY 2013, FEHY 2013b).

Modsat dominerer indstrømningerne i det nedre lag, og hastighederne er lavere. Det er vigtigt at bemærke, at det kun er i den dybeste del af Femern Bælt (30 m), at indstrømningen af relativt højsalint vand fra Nordsøen dominerer. Ved målestationen MS01 på den nordlige side af bæltet, hvor dybden kun er 21 m, er udstrømningen dominerende over hele vandsøjlen (FEHY 2013).

Historiske målinger fra perioden 1950 - 1986 er tilgængelige fra et Femern Bælt fyrskib vest for linjeføringen. På 6 - 10 m's dybde er der indstrømning i 46 pct. af tiden, mens der er udstrømning i 54 pct. af tiden. Nær havbunden (24 - 28 m's dybde) er der indstrømning i 67 pct. af tiden og udstrømning i 33 pct. af tiden, hvilket vil sige, at indstrømning er hyppigere i det nederste lag (FEHY 2013b).

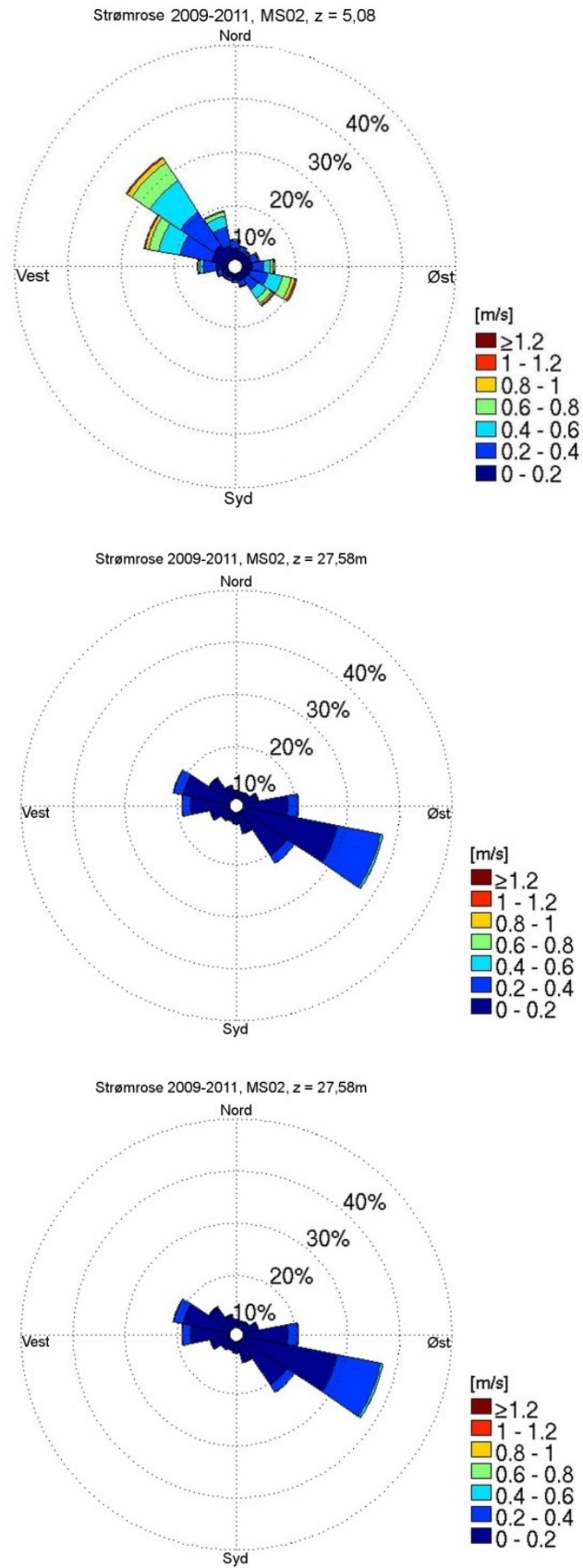
De fleste af indstrømningshændelserne ved overfladen har typisk en varighed på mindre end 3-5 dage, mens udstrømningshændelserne varer en eller to dage længere. Den længste indstrømningshændelse varede 14 dage, mens den længste udstrømningshændelse varede 17 dage. Nær

havbunden har indstrømningen typisk en varighed på 3 - 5 dage, men den længst observerede hændelse varede i hele 21 dage. Udstrømning langs havbunden er sjældnere, men forekommer dog med varigheder på op til 5 - 7 dage (FEHY 2013b).

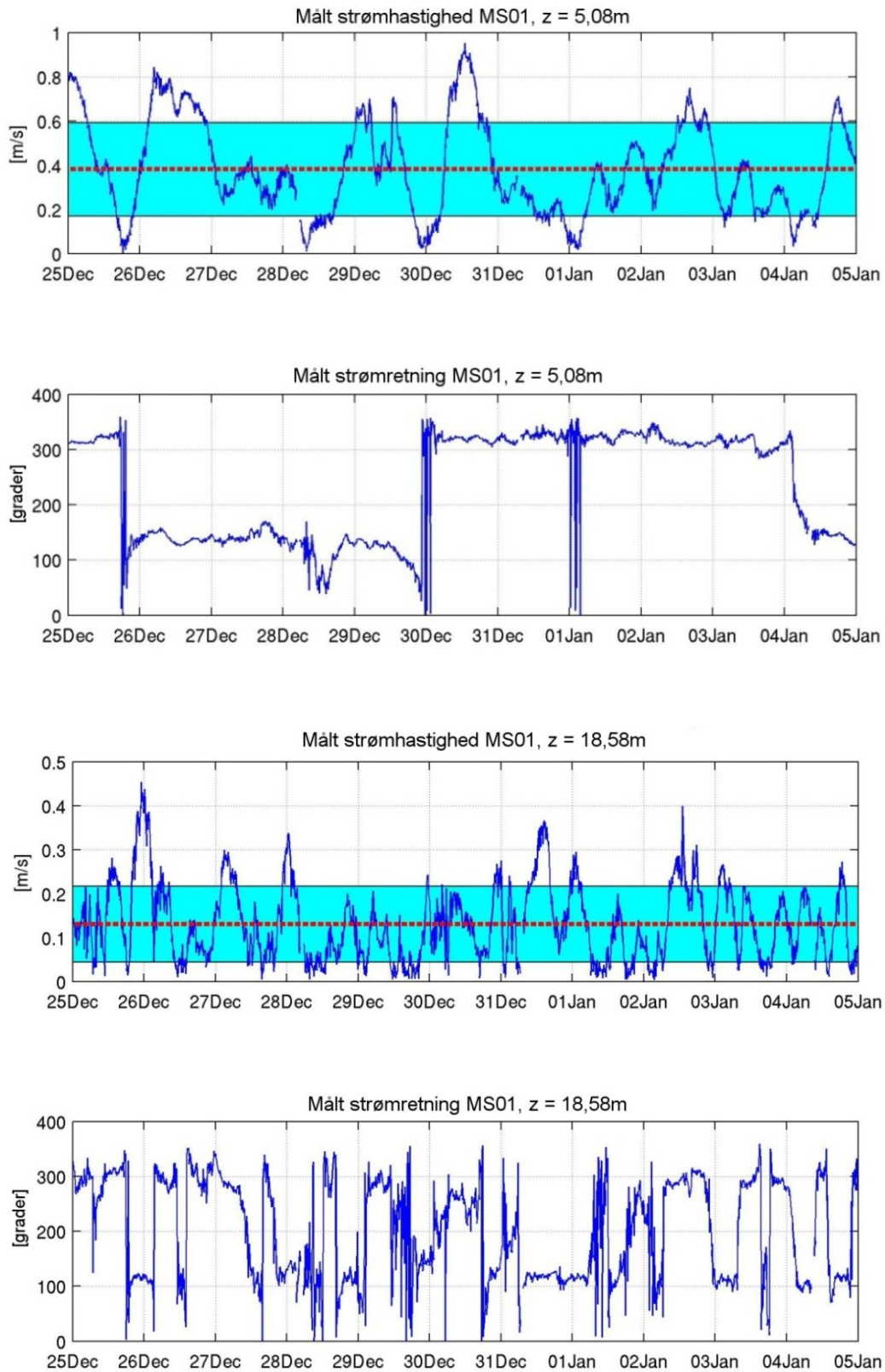
På figur 10.1.1-22 er der vist et eksempel på en tidsserie af målt strøm ved MS01 i Femern Bælt. I det øvre lag er der udstrømning i en dag og den efterfølges af fire dage med indstrømning, som så afløses af fem dage med udstrømning. Ved afslutningen af denne udstrømningssituation er der tegn på, at strømmingen er ved at vende endnu en gang (FEHY 2013b).

Disse strømme drives til dels af en forskel i vandstanden mellem Arkona Bassinet og Kattegat, og til dels af tidevand fra Kattegat. Tidevandet påvirker særlig synligt de nedre lag. I det øverste lag mindskes tidevandets betydning af en stærkere strømning, der drives af aktuelle lokale vind-drevne strømninger med hyppige retningskift (FEHY 2013b).

FIGUR 10.1.1-21 Strømroser baseret på målinger ved MS02 i dybderne 5 m, 16 m og 28 m



FIGUR 10.1.1-22 Målt strømstyrke og retning ved MS01 i 5 m's (øverst) og 19 m's (nederst) dybde



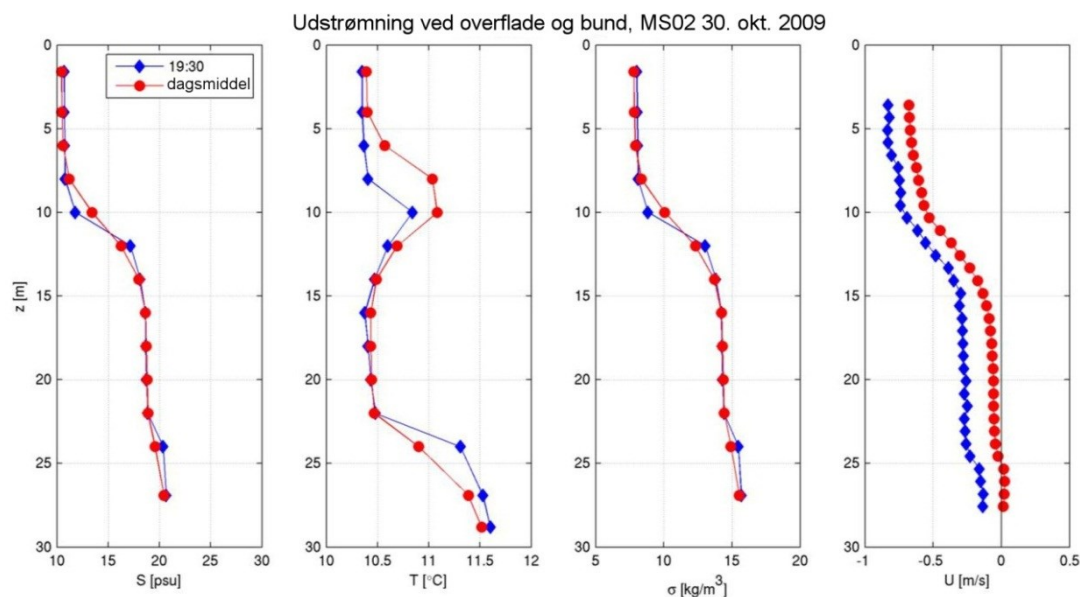
Note: Strømretningen er målt i perioden fra 25. december 2009 - 5. januar 2010 i 5,08 m's dybde (øvre) og i 18,58 m's dybde (nedre). Middelstrøm er vist med rød linje og standardafvigelse med blåt

Kilde: (FEHY 2013)

Variationen af strømningssforholdene i Femern Bælt er illustreret ved en sammenligning af forskellig salinitet, temperaturer, densitets- og strømprofiler målt ved MS02. De valgte strømningseksempler dækker følgende forhold:

- Udstrømning i hele vandsøjlen – barotropisk strøm dominerer (høj vandstand i Arkona Bassinet og lav i Kattegat) (figur 10.1.1-23)
- Udstrømning ved overfladen og indstrømning ved havbunden. Her er både barotropisk og baroklin strømning vigtige. Dette er den mest hyppige situationen ved denne station og forekommer i ca. 50 pct. af alle observerede tilfælde (figur 10.1.1-24)
- Indstrømning i hele vandsøjlen - barotropisk strømning dominerer (lav vandstand i Arkona Bassinet og høj i Kattegat) (figur 10.1.1-25)
- Indstrømning ved havoverfladen og udstrømning ved havbunden - hurtig ændring af strømningssforhold (figur 10.1.1-26)
- Tre-lags strømninger – intrusion mellem det øverste og nederste lag (figur 10.1.1-27)
- En kontinuert salinitetsændring fra overfladen til bunden. F.eks. forårsaget af kraftige vindforhold om vinteren (figur 10.1.1-28)

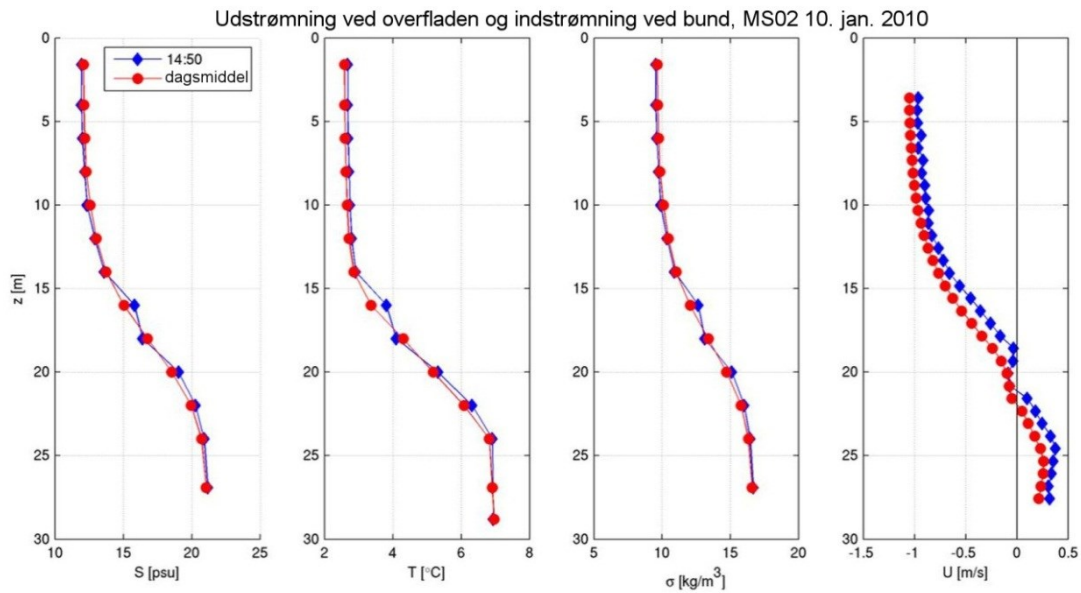
FIGUR 10.1.1-23 Udstrømning over hele vandsøjlen ved MS02



Note: Målinger fra den 20. oktober 2009 klokken 19:30 (blå linje) og daglig middel (rød linje). Bemærk, at den daglige middel stadig viser en svag indstrømning nær bunden

Kilde: FEHY 2013, FEHY 2013b

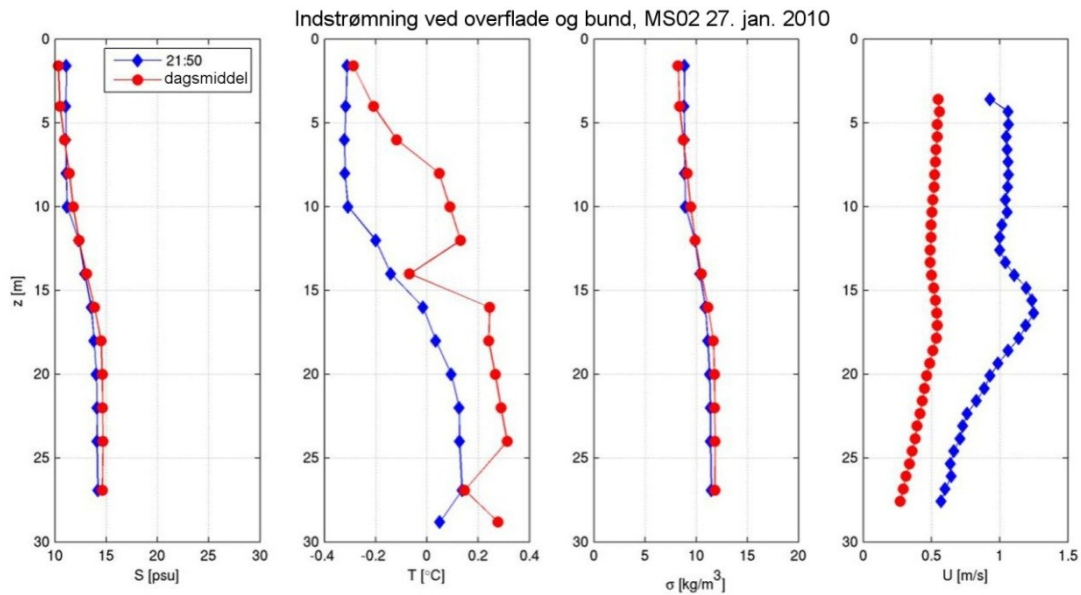
FIGUR 10.1.1-24 Udstrømning ved overfladen og indstrømning nær bunden ved MS02



Note: Målinger fra den 1. oktober 2010 klokken 14:50 (blå linje) og daglig middel (rød linje). På denne dag er der ikke nævneværdig forskel på de to profiler, hvilket indikerer, at det er en stabil lagdelingssituation

Kilde: FEHY 2013, FEHY 2013b

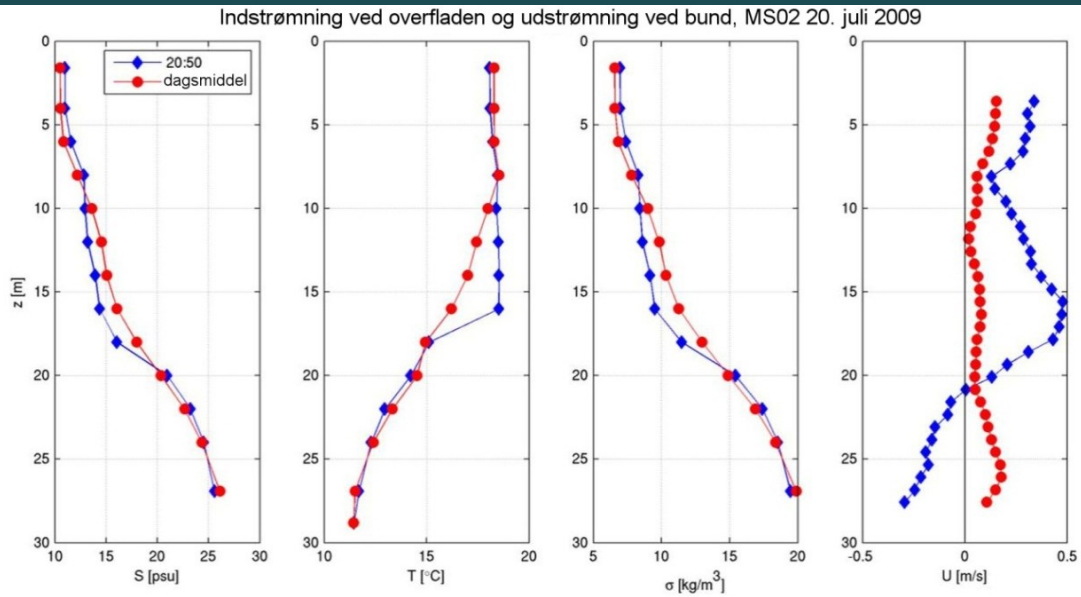
FIGUR 10.1.1-25 Indstrømning over hele vandsøjlen ved MS02



Note: Målinger fra den 27. januar 2010 klokken 21:50 (blå linje) og daglig middel (rød linje). Temperatur lagdelingen er mere udtalt for den daglige middel end i det øjeblikkelige profil. Dette forhold påvirker dog ikke densiteten

Kilde: FEHY 2013, FEHY 2013b

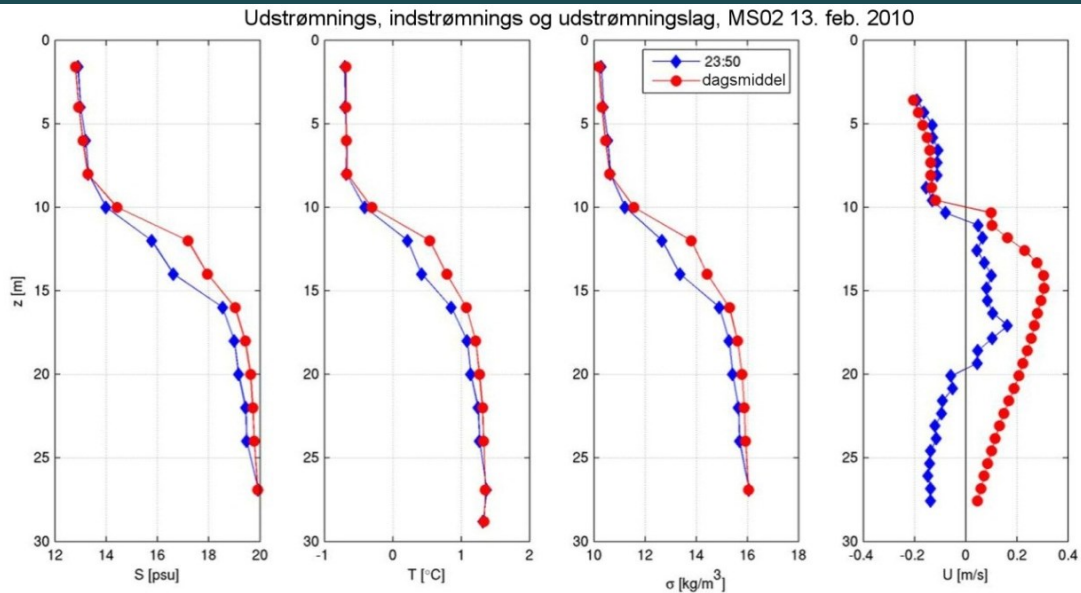
FIGUR 10.1.1-26 Indstrømning ved overfladen og udstrømning nær havbunden ved MS02



Note: Målinger fra den 20. juli klokken 20:50 (blå linje) og daglig middel (rød linje). Den daglige middelstrøm er meget lavere end den øjeblikkelige strøm, der indeholder højfrekvente bidrag fra tidevand og interne bølger, og den viser kun indstrømning over hele vandsøjlen. Densitetslagdelingen forbliver stabil den dag, og det indikerer to svingende vandmasser i de to lag

Kilde: FEHY 2013, FEHY 2013b

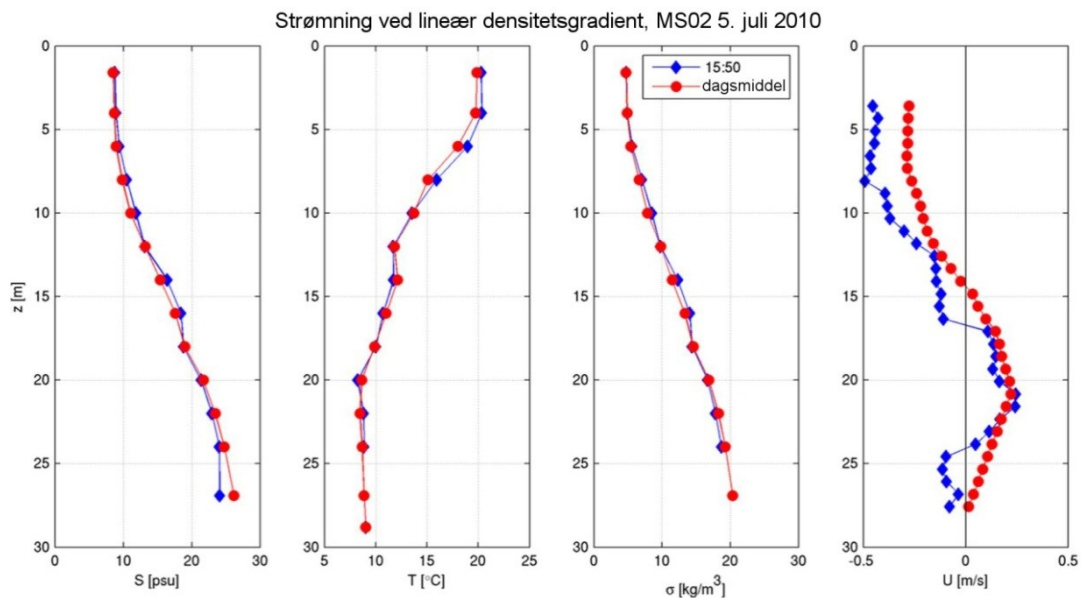
FIGUR 10.1.1-27 Tre-lags strømning ved MS02



Note: Målinger fra den 13. februar 2010 klokken 23:50 (blå linje) og daglig middel (rød linje). Den øjeblikkelige strømprofil viser tre lag, mens der i middel kun er to lag den pågældende dag. Dette er reflekteret i den stabile densitetslagdeling

Kilde: FEHY 2013, FEHY 2013b

FIGUR 10.1.1-28 Kontinueret lagdeling fra overflade til bund ved MS02



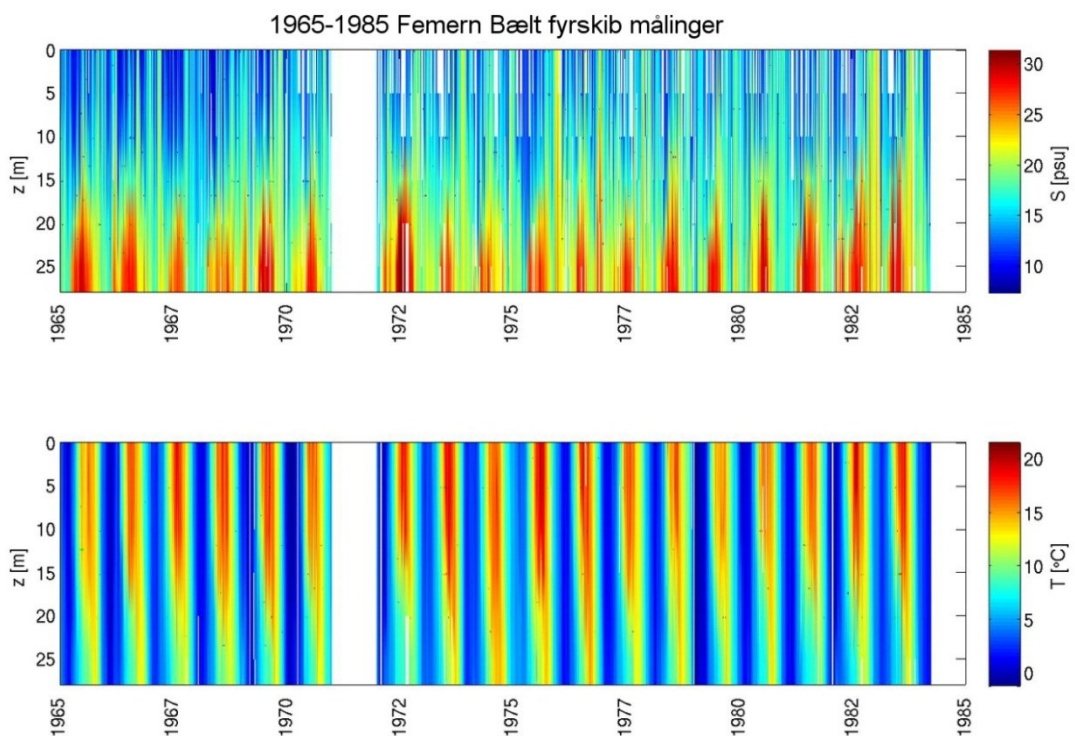
Note: Målinger fra den 5. juli 2010 klokken 15:50 (blå linje) og daglig middel (rød linje). I modsætning til tilfældet i figur 10.1.1-25 er der en øjeblikkelig tre-lagstrømning, men en konstant densitetsgradient. Den daglige middelstrømprofil viser kun to lag, men med udstrømning i de øvre 15 m og indstrømning derunder

Kilde: FEHY 2013, FEHY 2013b

Salinitet og temperatur

En lang tidsserie af salinitet- og temperaturvariationer ved Femern Bælt fyrskib vest for linjeføringen er vist i figur 10.1.1-29. Der findes oftest en kraftig lagdeling i løbet af sommeren og en mindre stærk lagdeling i løbet af vinteren. Dette passer godt sammen med de roligere vejrforhold i løbet af sommeren og stormene i løbet af vinteren, der forårsager en kraftig opblanding. Tre store indstrømninger finder sted i denne periode: En i 1976 og to i 1983, hvor salinitetsmålingerne viser en konstant salinitet over dybden på ca. 22 PSU (FEHY 2013).

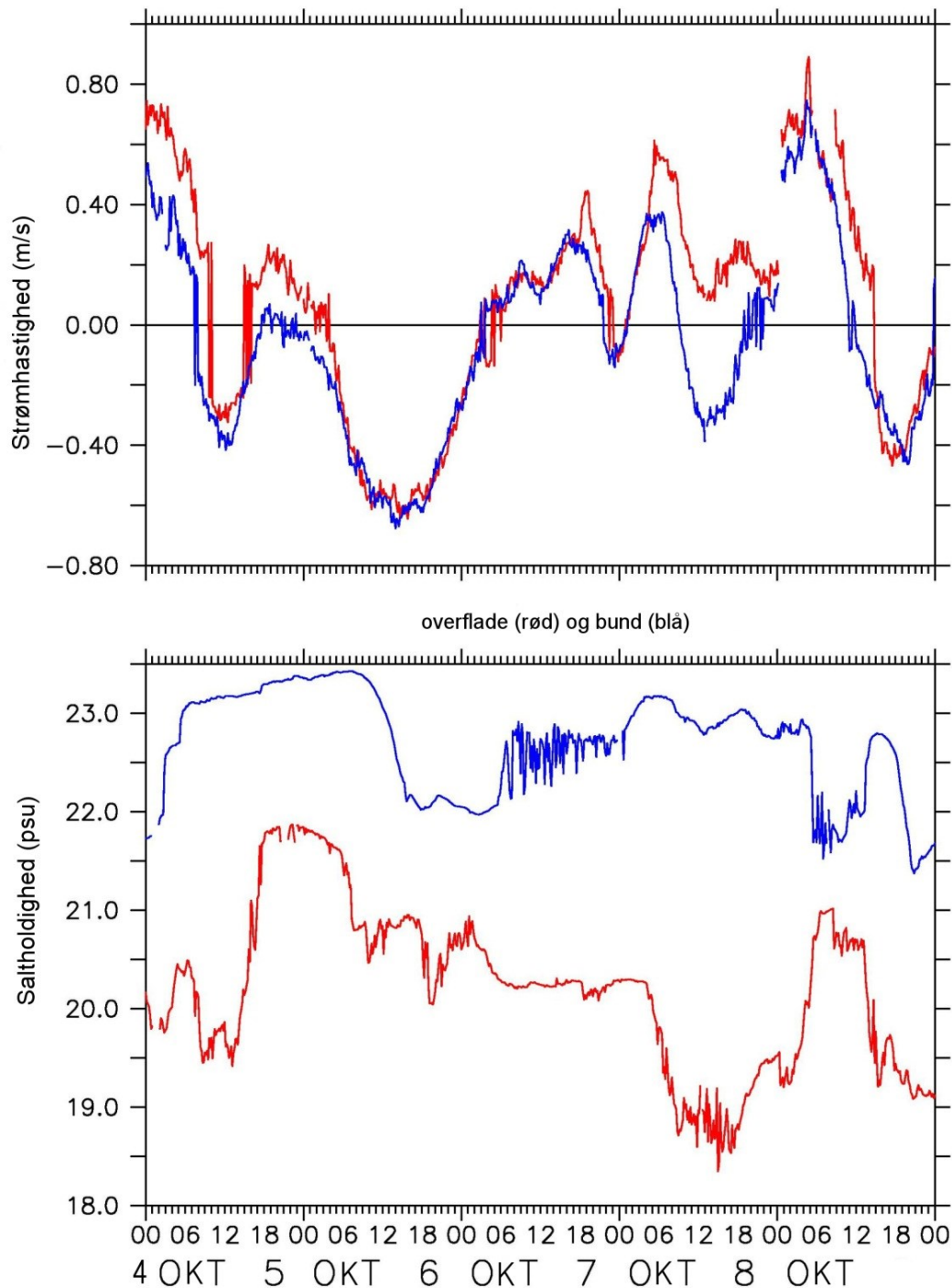
FIGUR 10.1.1-29 Målt salinitet og temperatur ved Femern Bælt fyrskib fra 1965 – 1985 (FEHY 2013b)



Strømmens og salinitetens variation er på kortere tidsskalaer bestemt af de aktuelle forhold. Figur 10.1.1-23 - figur 10.1.1-28 viser sammenhængen mellem saltholdighed, temperatur og strøm, hvor også den kraftige variabilitet kan identificeres.

En udstrømningsperiode resulterer i lave saliniteter i Femern Bælt, og en indstrømningsperiode giver højere saliniteter. Vandmasserne skal transporteres fra enten Arkona Bassinet eller fra Kattegat, og det tager nogle dage. Derfor varierer saliniteten i et langsommere tempo end strømmene. Dette er illustreret i figur 10.30, som viser den aktuelle salinitet ved station MS02 i løbet af fem dage. Den øjeblikkelige strøm varierer hurtigt på en daglig tidsskala. Salinitetens variation kan ikke følge med de hurtige variationer, som strømningerne foretager. Saliniteten øges eller mindskes kun væsentligt, hvis en ind- eller udstrømningsbegivenheden varer i mere end en dag (FEHY 2013).

FIGUR 10.1.1-30 Målt strøm og salinitet tæt ved overflade og bund ved MS02 gennem en femdags-periode i oktober 2009

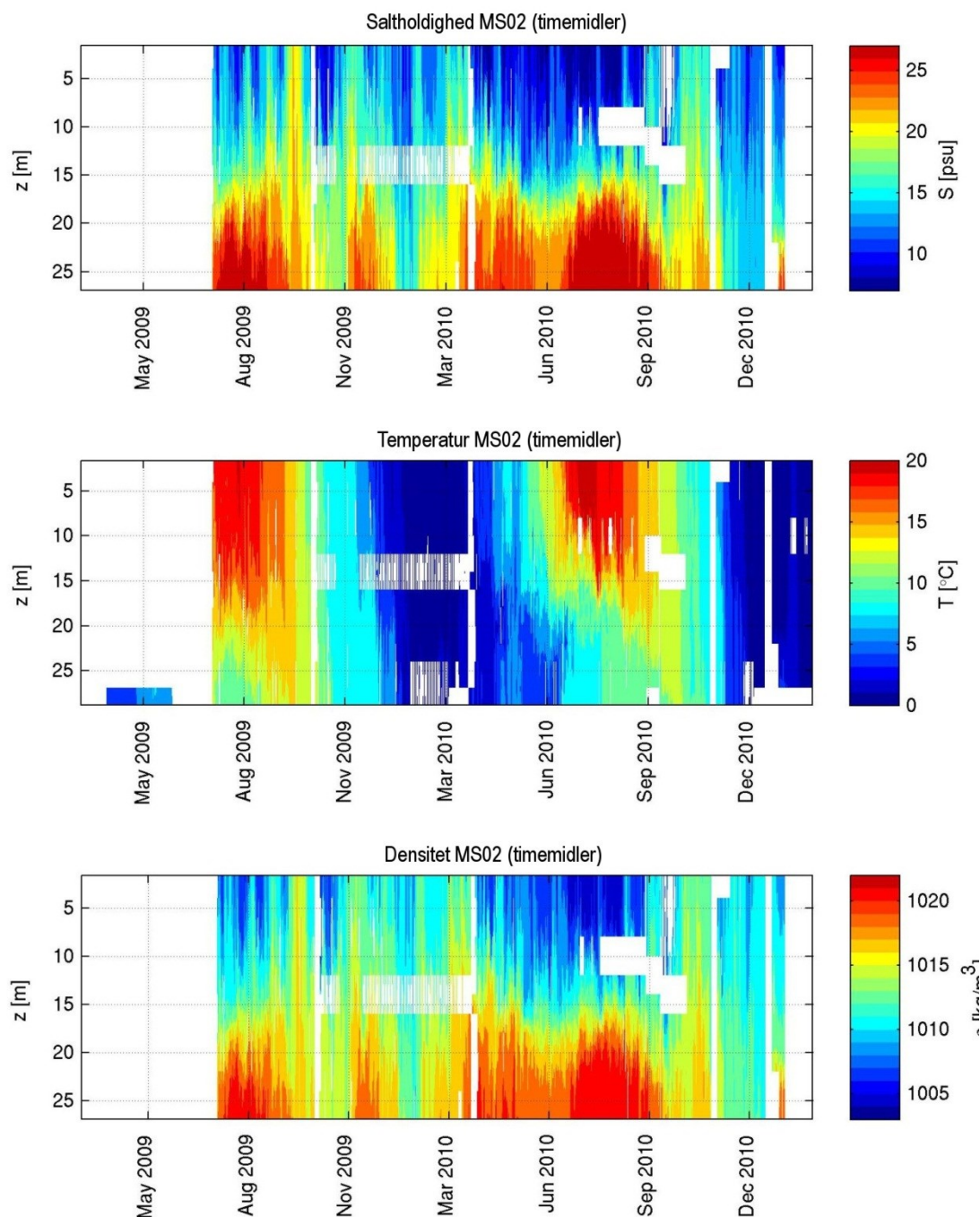


Fordelingen af salinitet, temperatur og densitet ved station MS02 er vist i figur 10.1.1-31. Lag-delingen udvikles og bliver kraftigere i de rolige perioder, og det sker derfor oftest i foråret og om sommeren, men der findes også et eksempel på en sådan udvikling i efteråret (november 2009) (FEHY 2013, FEHY 2013b).

Kraftig storm kan blande lagene, så der opstår en næsten fuldt opblandet vandsøjle uden densitetsgradient. Eksempler på dette ses i oktober 2009, januar 2010 og december 2010 i figur

10.1.1-31. Ved stormen i oktober 2009 blev vandmasserne i korridoren fuldt opblandet med en gennemsnitlig salinitet på 22 PSU i tværsnittet (FEHY 2013, FEHY 2013b).

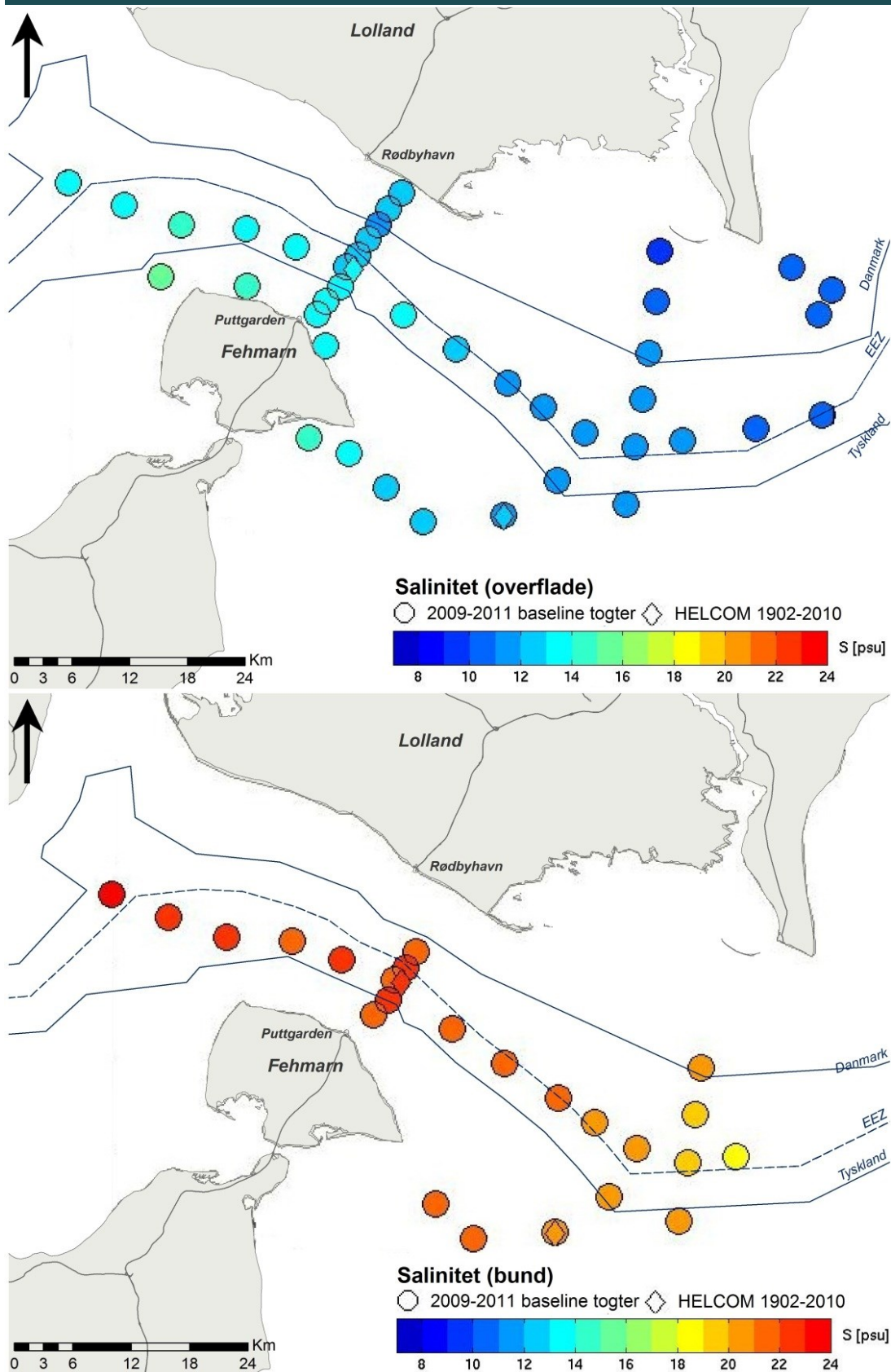
FIGUR 10.1.1-31 Målt salinitet og temperatur og beregnet densitet ved MS02 i Femern Bælt (FEHY 2013, FEHY 2013b)



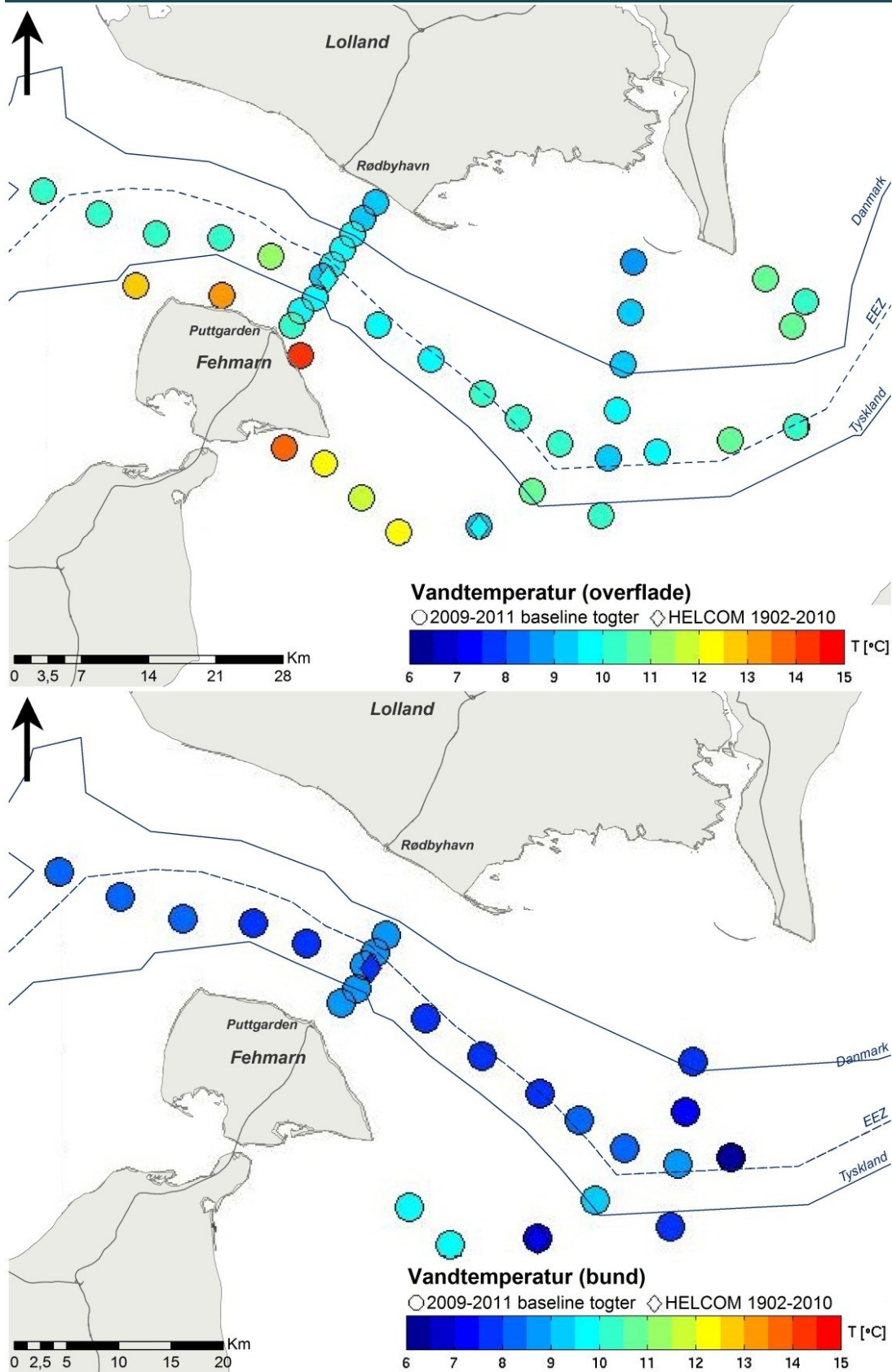
Fordelingen af overflade- og bundsalinitet i Femern Bælt-området er vist på figur 10.1.1-32. Der ses en gradient i overflade- og bundsaliniteten med en faldende salinitet fra Femern Bælt og mod Darss-tærsklen. Sammenlignet med langtidsmidlet af observationer (1902 - 2010) ved HELCOM-stationer er vandet i overfladen i Femern Bælt lidt mindre salt i baseline-perioden, men matcher langtidsmidlet for overfladen og ved bunden i den vestlige del af Mecklenburg Bugt (FEHY 2013).

De gennemsnitlige temperaturer ved overflade og bund i monitoringsperioden stemmer fint overens med gennemsnit fra HELCOM-observationerne (figur 10.1.1-33). Den gennemsnitlige temperatur ved havbunden i Femern Bælt er op til 1 °C højere end gennemsnittet fra HELCOM-data. Stationerne ligger på tværs af indsejlingen til Lübeck-bugten, og målingerne omkring Fehmarns kyst blev målt primært i løbet af sommeren og efteråret i 2009 og 2010, så de viser en højere temperatur end de andre stationer (FEHY 2013, FEHY 2013b).

FIGUR 10.1.1-32 Middel overflade- (øverst) og bund- (nederst) salinitet observeret under undersøgelsestogter i 2009 - 2011

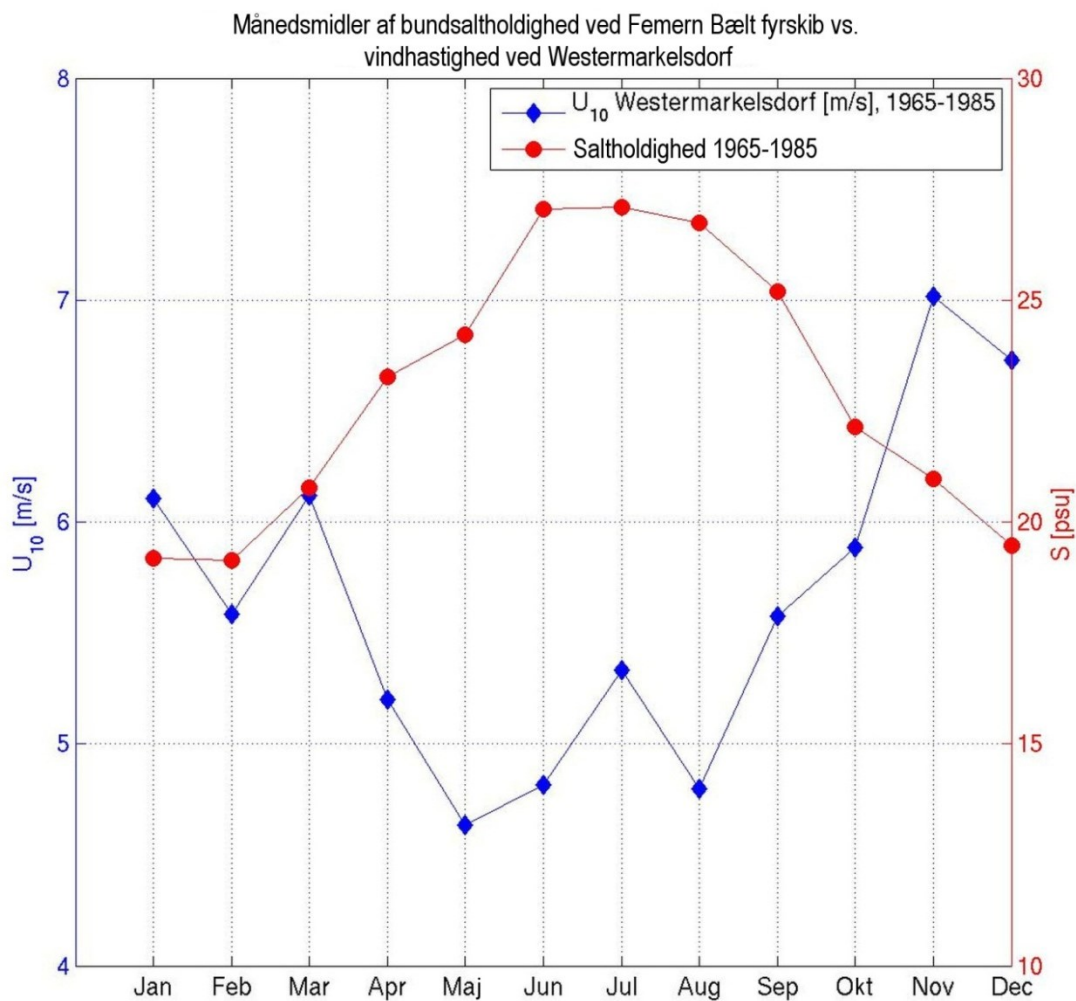


FIGUR 10.1.1-33 Middel overflade- (øverst) og bund- (nederst) vandtemperatur observeret under baseline-togter i 2009 - 2011



Det nederste vandlag i Femern Bælt viser en markant sæsonvariation, der kan kædes sammen med lavere vindhastigheder om sommeren og højere vindhastigheder i løbet af vinteren (figur 10.1.1-34). I perioder med lave vindhastigheder er blandingen af vandmasserne begrænset, hvilket resulterer i, at der er lav salinitet ved overfladen og høj salinitet ved bunden. I perioder med kraftige vinde blandes de øvre og nedre vandmasser, hvorved saliniteten stiger ved overfladen og falder ved bunden i sammenligning med de vindstille perioder (FEHY 2013, FEHY 2013b).

FIGUR 10.1.1-34 Middel salinitet nær bunden (28 m's dybde) ved Femern Bælt fyrskib og middel vind ved Westermarkelsdorf på Fehmarn

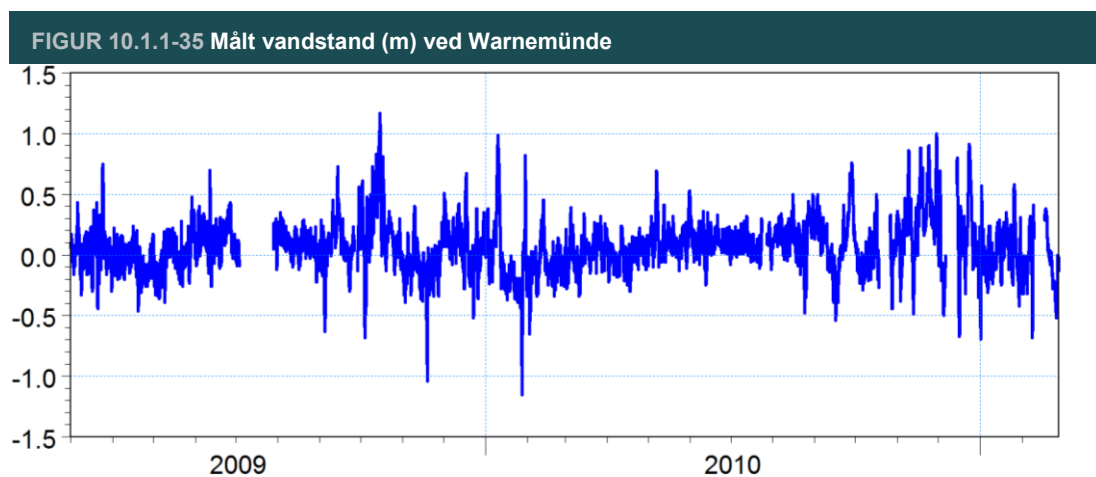


Vandstand

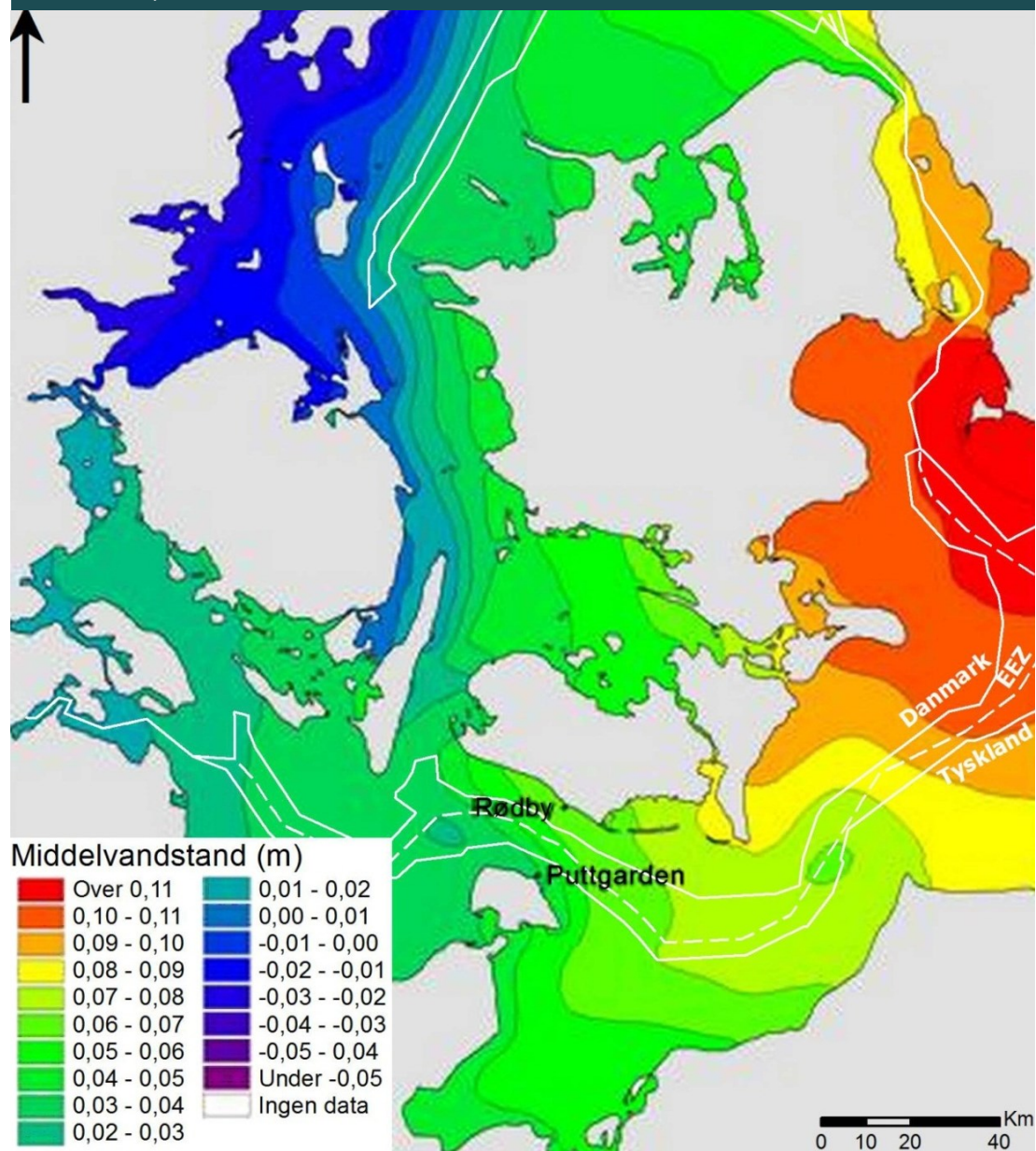
Langtidsobservationer af vandstande i Femern Bælt-området findes fra tre stationer: Warnemünde, Gedser og Kiel-Holtenau. Et eksempel på målinger ved Warnemünde er vist i figur 10.1.1-35. De hurtige variationer skyldes de skiftende vindretninger og tidevand. Vandstanden varierer på samme tidsskala som lufttrykfelterne og tidevand, hvilket vil sige fra 12 timer til flere dage.

De målte vandstande holder sig typisk i intervallet fra -0,5 m - +0,5 m. Tidevandet har en amplitude på 7,5 cm ved Gedser og bidrager derfor kun lidt til de observerede variationer.

Figur 10.1.1-36 viser den gennemsnitlige vandstand i Bælthavet som beregnet med en oceanografisk model. Den høje vandstand i Arkona Bassinet afspejler den gennemsnitlige udstrømning fra Østersøen, og gradienten fra vest mod øst viser effekten af de fremherskende vestenvinde.



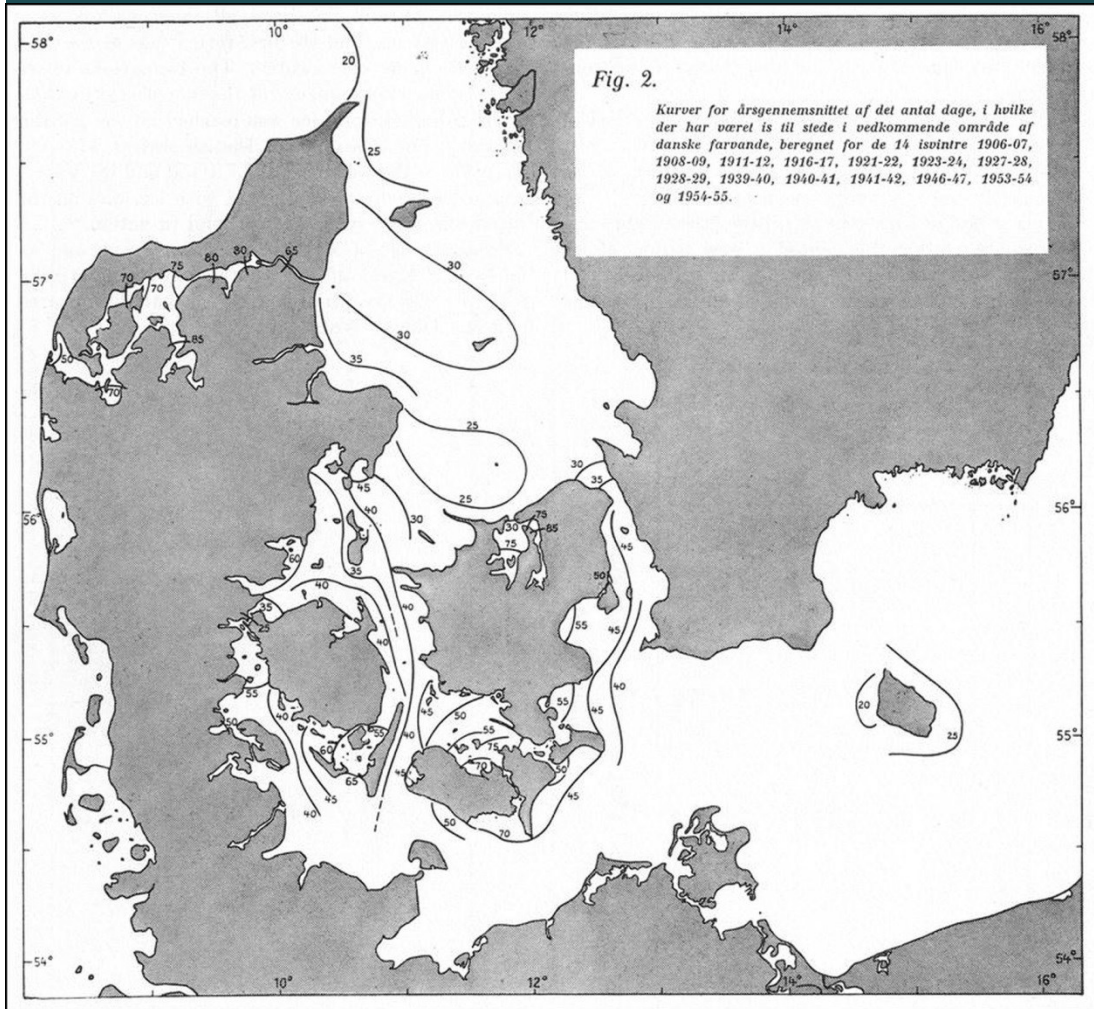
FIGUR 10.1.1-36 Middelvandstand i Bælthavet beregnet ud fra simuleringresultater af hydrografiske forhold i perioden fra 1. januar 2009 til 30. september 2009 (model beskrevet i afsnit 13.1.2)



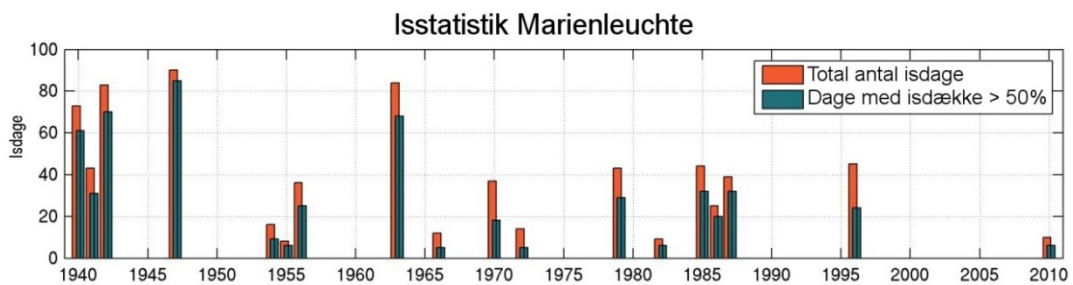
Havis

Mængden af havis, der dannes om vinteren, afhænger af den lokale afkøling ved overfladen og saltholdigheden af overfladevandet. Isen bygges typisk først op tæt på kysten og i delvist lukkede lavvandede områder og opbygges derfra ud mod større vanddybder. Femern Bælt er kun helt dækket af is i ekstremt kolde isvintre, så som f.eks. i 1939 - 1940 og 1940 - 41, hvor istykkelsen nåede op på 20 - 40 cm. Drivis findes oftere i de dybere områder og på sejlruterne. Figur 10.1.1-37 viser, at på grundlag af 14 isvintre i perioden 1906 - 1955, så er isen tilstede i Femern Bælt i gennemsnit 50 dage pr. isvinter. Ved Marienleuchte ved Fehmarns kyst er antallet af dage med is hver vinter i perioden 1940 - 2010 vist i figur 10.1.1-38. Det varierer mellem 10 - 90 dage under isvintrene.

FIGUR 10.1.1-37 Middel antal dage per vinter med havis baseret på 14 isvintre.
Fra Statens Istjeneste (1954 - 55)



FIGUR 10.1.1-38 Antal dage med havis pr. vinter nær Marienleuchte i årene 1940 - 2010/2011



10.1.2 Vandkvalitet

I dette afsnit beskrives den aktuelle tilstand af vandkvaliteten. I første halvdel af kapitlet beskrives forholdene i Østersøen, og i anden halvdel beskrives forholdene lokalt i Femern Bælt. Den eksisterende vandkvalitet beskrives på baggrund af følgende:

- Datagrundlag og metoder
- Næringsstoffer
- Suspenderet sediment (kun i afsnittet om Femern Bælt)
- Sigtdybde
- Iltforhold
- Miljøfarlige forbindelser (kun i afsnittet om Østersøen)
- Badevand (kun i afsnittet om Femern Bælt)
- Klimaændringer (kun i afsnittet om Østersøen)

Omfanget af de gennemførte miljøundersøgelser og anvendte metoder er fastlagt i Scoping-rapporten

Vandkvaliteten i Østersøen og Femern Bælt kan blive påvirket af sedimentspild under anlægsarbejdet og ved tilførsel af afløbsvand i driftsfasen. Ændringerne kan påvirke det marine økosystem.

Dette afsnit refererer til baggrundsrapporterne:

- FEHY 2013 Marine Water Baseline. Hydrography, Water Quality and Plankton of the Baltic Sea. Report No. E1TR0057 Volume I
- FEHY 2013 Marine Water Baseline. Suspended Sediment of the Fehmarnbelt Area E1TR0057 Volume III
- FEMA/FEHY 2013 Marine Water Baseline. Water Quality and Plankton of the Fehmarnbelt Area E2TR0020 Volume IV

Østersøen

Datagrundlag og metoder

Forholdene vedrørende vandkvalitet i Østersøen er beskrevet ud fra litteraturstudier, tidligere undersøgelser og ekspertudsagn.

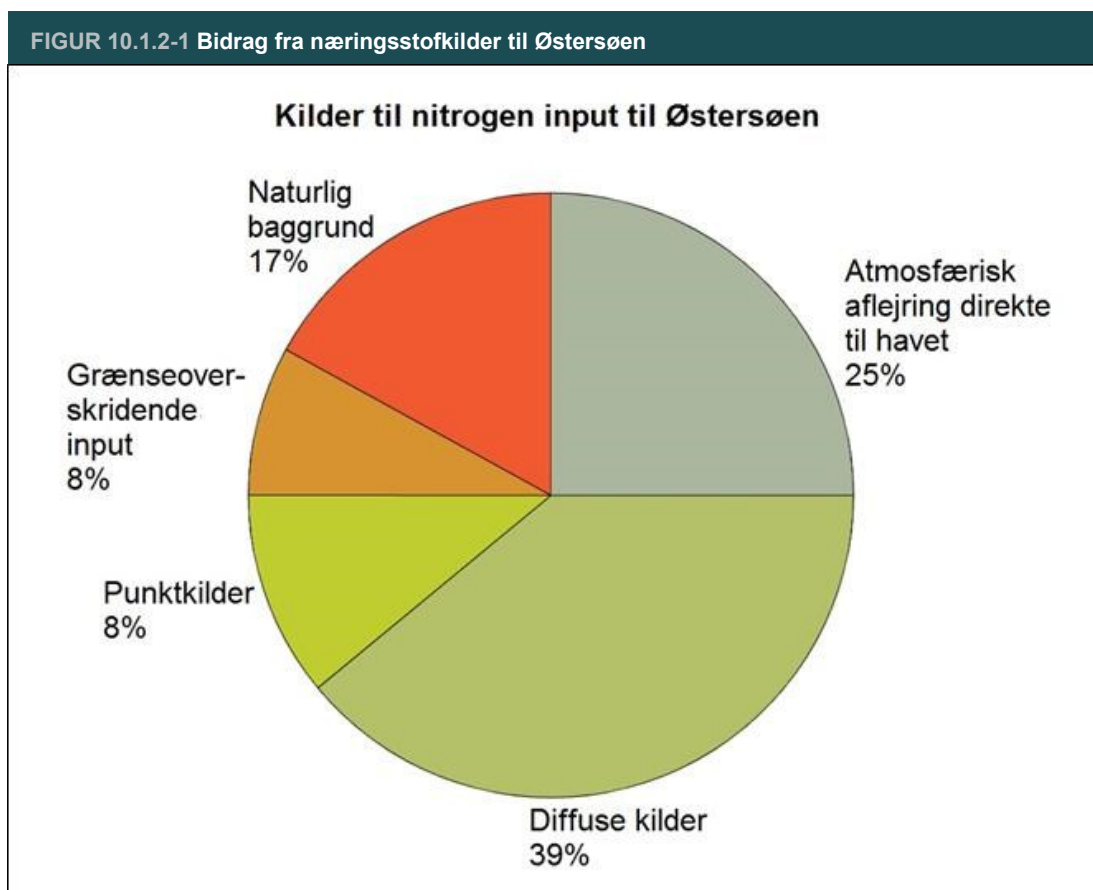
Næringsstoffer

Østersøen er i dag stærkt påvirket af menneskeskabt næringsstofftilførsel, der påvirker vandets sigtbarhed og iltvind samt strukturen og funktionen af økosystemet (Nixon, 1995, Aertebjerg et al., 2003). En høj tilførsel af næringsstoffer, grundet menneskelige aktiviteter i afstrømningsområderne, resulterer i en større produktion af alger og vandplanter, såkaldt eutrofiering. Den største trussel er den øgede tilførsel af kvælstof og fosfor. Projektets mulige påvirkning af områdets næringsstofstatus og virkninger heraf på øvrige dele af det marine økosystem vurderes derfor i lyset af et aktuelt højt næringsstofniveau, forårsaget af de eksisterende menneskeskabte belastninger.

Den samlede årlige tilførsel af kvælstof til Østersøen (inkl. Kattegat) udgør ca. 840.000 t, heraf kommer ca. 640.000 t fra floder, spildevand og diffuse kilder og ca. 200.000 t fra atmosfæren via nedbør og ved cyanobakteriers (blågrønalgers) fiksering (HELCOM 2010). Figur 10.1.2-1 giver et overblik af tilførslen fra forskellige kilder. Omtrent 80 pct. af de diffuse kilder skyldes landbrug, mens ca. 10 pct. skyldes tilførsel fra punktkilder, som f.eks. kommunalt spildevandsanlæg eller industri. Grænseoverskridende tilførsler fra lande, der ikke grænser op til Østersøen, kommer fortrinsvist fra Hviderusland og Ukraine. Det skal nævnes, at ca. 17 pct. kvælstoffet stammer fra naturlig tilførsel (det vil sige udvaskning fra naturarealer).

Tilførslen af fosfor udgør ca. 30.000 t med et ringe bidrag fra atmosfæren. Omtrent 20 pct. af tilførslen kommer fra punktkilder, hvoraf andelen fra spildevandsanlæg udgør de 90 pct. Landbruget bidrager med ca. 80 pct. af de diffuse kilder. Naturlig tilførsel fra landområder står for 16 pct. af det totale input af fosfor til Femern Bælt.

De fem største kilder til fosfor og kvælstof er floderne Vistula, Neva, Oder, Daugava og Nemunas. Således er der størst næringsstofbelastning i den centrale Østersø, den Finske Bugt og Riga Bugten (HELCOM 2010a).

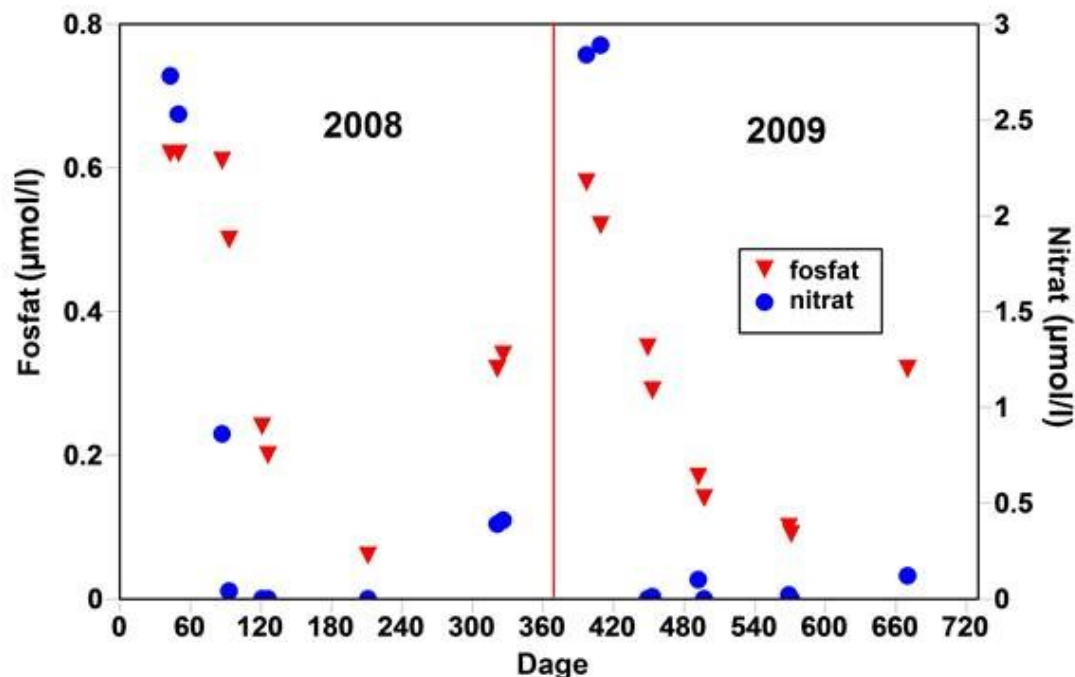


Note: Punktkilder inkluderer både kystnære og indlandskilder. Grænseoverskridende tilførsler er ikke opdelt i punkt- og diffuse kilder

Kilde: HELCOM 2010a

Fordelingen af uorganiske næringsstoffer i overfladevandet i Østersøen viser en udtalt sæsonvariation. Der forekommer høje koncentrationer om vinteren, når den biologiske aktivitet er lavest (vinter er defineret som december - januar ifølge Helcom standarder). Koncentrationen af nitrat ligger under detektionsgrænsen i perioder med algeopblomstring (høj biologisk aktivitet), der begynder i det tidlige forår og ender sent på sommeren. I figur 10.1.2-2 vises den årlige variation for nitrat og fosfat.

FIGUR 10.1.2-2 Årlig cyklus i koncentrationen af nitrat og fosfat i overfladevandet i Arkona Bassinet



Note: Koncentrationer er målinger i 2008 og 2009 i 0 - 5 m dybde. Målestation 113/BMP K05, IOW

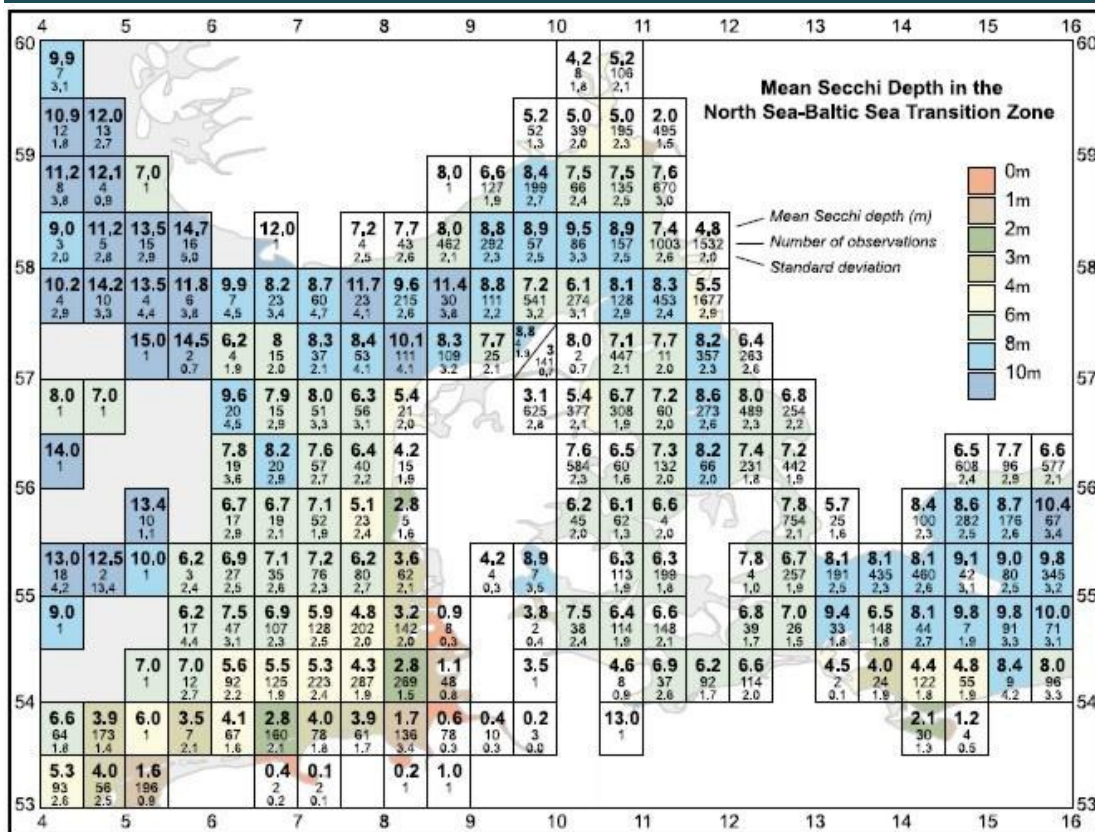
Koncentrationen af næringsstoffer i Østersøen har varieret betydeligt som følge af stigende (indtil omkring 1990) og faldende næringstilførsler og mobilisering af næringsstoffer fra Østersøens sedimenter, der afgiver fosfat og ammonium under perioder med iltsvind. I takt med at større områder påvirkes af iltsvind, øges mængden af fosfat – i første omgang i bundvandet – men også i overfladevandet drevet af forskellige hydrografiske processer så som medrivning under storme, konvektion om vinteren og opvæld af bundvand. De varierende koncentrationer af fosfat i Østersøens overfladevand påvirker også koncentrationen i Bælthavet og Kattegat.

Sigtdybde

Der findes en lang tidsserie for sigtdybder (>100 år) for den sydlige Østersø (figur 10.1.2-3).

Sigtdybden i Østersøens åbne dele varierer i dag mellem 5 - 10 m, mens sigtdybden i kystvandene ofte er lavere på grund af højere turbiditet drevet af bølgenes ophvirvling af havbundens sedimenter. For 50 - 60 år siden var sigtdybden 2 - 3 m større. Reduktionen tilskrives en større tæthed af planktonalger, der reducerer vandets gennemsigtighed. Den øgede produktion af planktonalger skyldes den forudgående større tilførsel af næringsstoffer og forringede iltforhold i de dybe områder og frigivelse af fosfor og kvælstof.

FIGUR 10.1.2-3 Middel sigtddybe i Nordsø – Østersø overgangszonen



Note: Middel sigtddybe (øverste tal) Antal observationer (midterste tal) og standardafvigelsen (nederst) for 0,5° x 0,5° kvadrater i overgangszonen for Nordsøen og Østersøen i perioden 1902 - 1999.

Kilde: Aarup (2002). Gengivet fra Oceanologia, Vol. 44, No. 4, Figur 2, s. 332, med udgivers tilladelse

Iltforhold

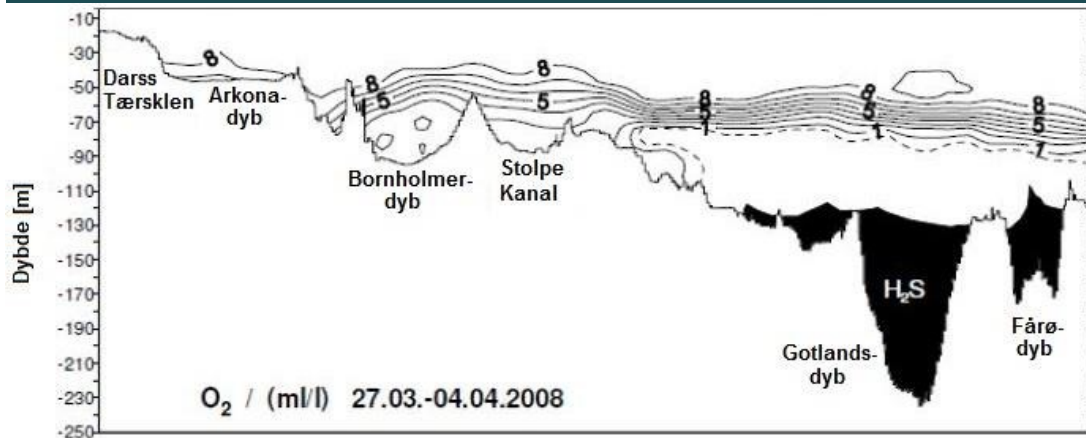
Iltindholdet i vandet afhænger af balancen mellem tilførsel af ilt fra atmosfæren, af vandstrømme, ved produktion som en del af planternes primærproduktion og tab af ilt ved forbrug ved respiration, nedbrydning af organisk stof og udveksling med atmosfæren.

Iltindholdet i overfladevandet er normalt altid højt, mens iltindholdet i bundvandet på større dybde ofte er lavt, fordi tilførslen fra overfladevandet hæmmes af springlag, og fordi lysintensiteten ved bunden er så lav, at planter ikke kan vokse og producere ilt.

I Østersøens dybe bassiner er iltforbruget højt, fordi de dybe områder virker som sedimentationsfælder for organisk stof, der nedbrydes under iltforbrug. Når iltten er opbrugt her, ophobes svovlbrinte (H₂S), der er slutproduktet ved "sulfatåndingen". Den menneskabte eutrofiering kan være med til at øge iltforbruget i de dybe bassiner, men iltforholdene og fornyelse af ilt i bundvandet og iltning af det ophobede svovlbrinte bestemmes alene ved store saltvandsindbrud, der sker uregelmæssigt. Der har været et "underskud" af store saltvandsindbrud de seneste 25 år. De ringeste iltforhold findes i de dybeste bassiner og områder, som ligger længst fra "salt- og iltkilden" i vest. Iltforholdene i bundvandet er derfor lavest i den centrale Østersø (figur 10.1.2-4).

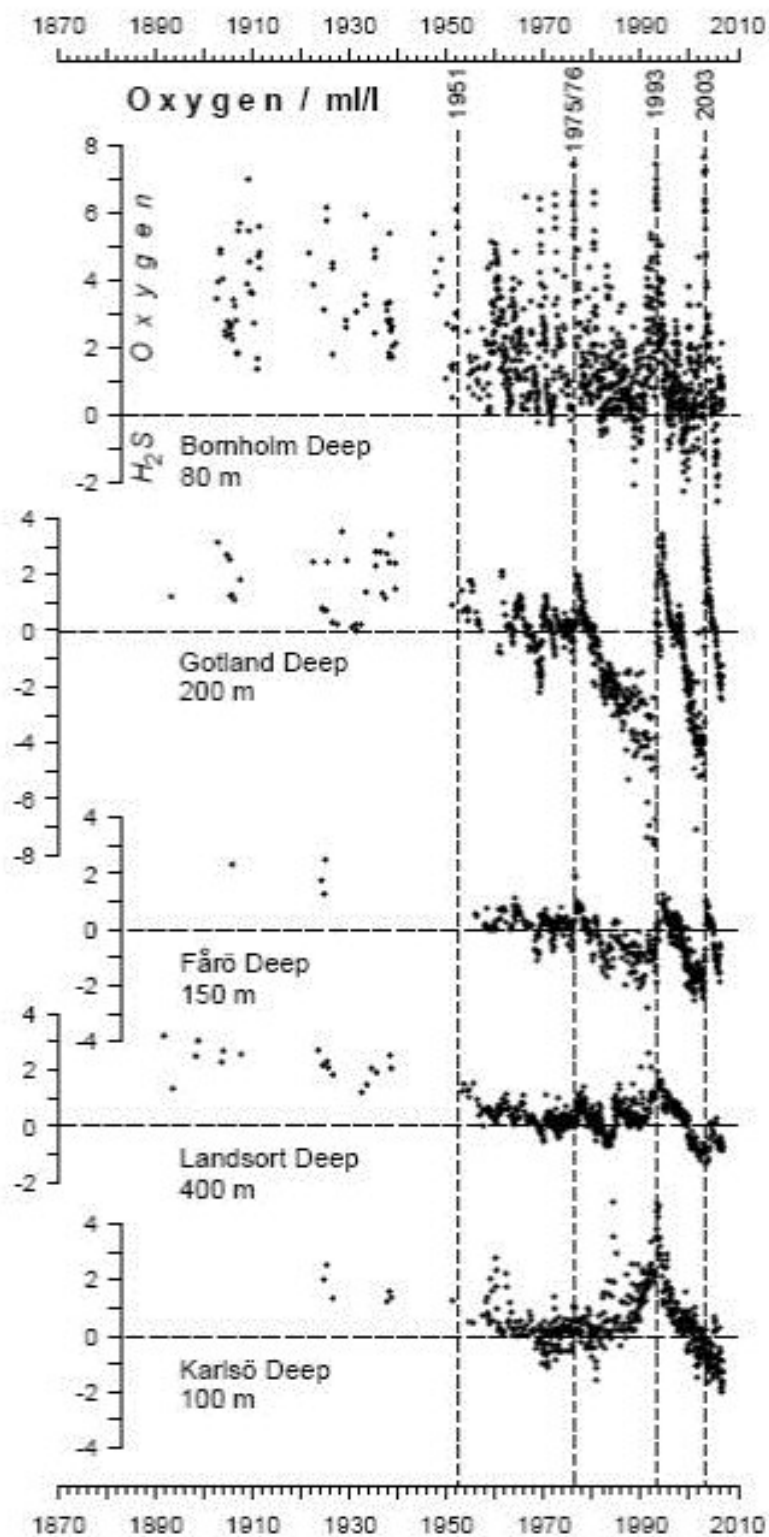
Sedimentanalyser har vist, at der også var langvarige iltsvind i den tidlige middelalder med varmt klima, mens der var gode iltforhold i den kolde periode i den sene middelalder (Kabel et al. 2012). Det er uvist, om klimaets betydning for iltforholdene skyldes ændret stabilitet af vandsøjlen eller cyanobakteriers opblomstring (og efterfølgende nedbrydning på bunden), som favoriseres af høje sommertemperaturer.

FIGUR 10.1.2-4 Fordeling af ilt og svovlbriente i et transekt fra Darss-tærsklen til Fårø Dyb i den centrale Østersø (fra Nausch et al., 2009)



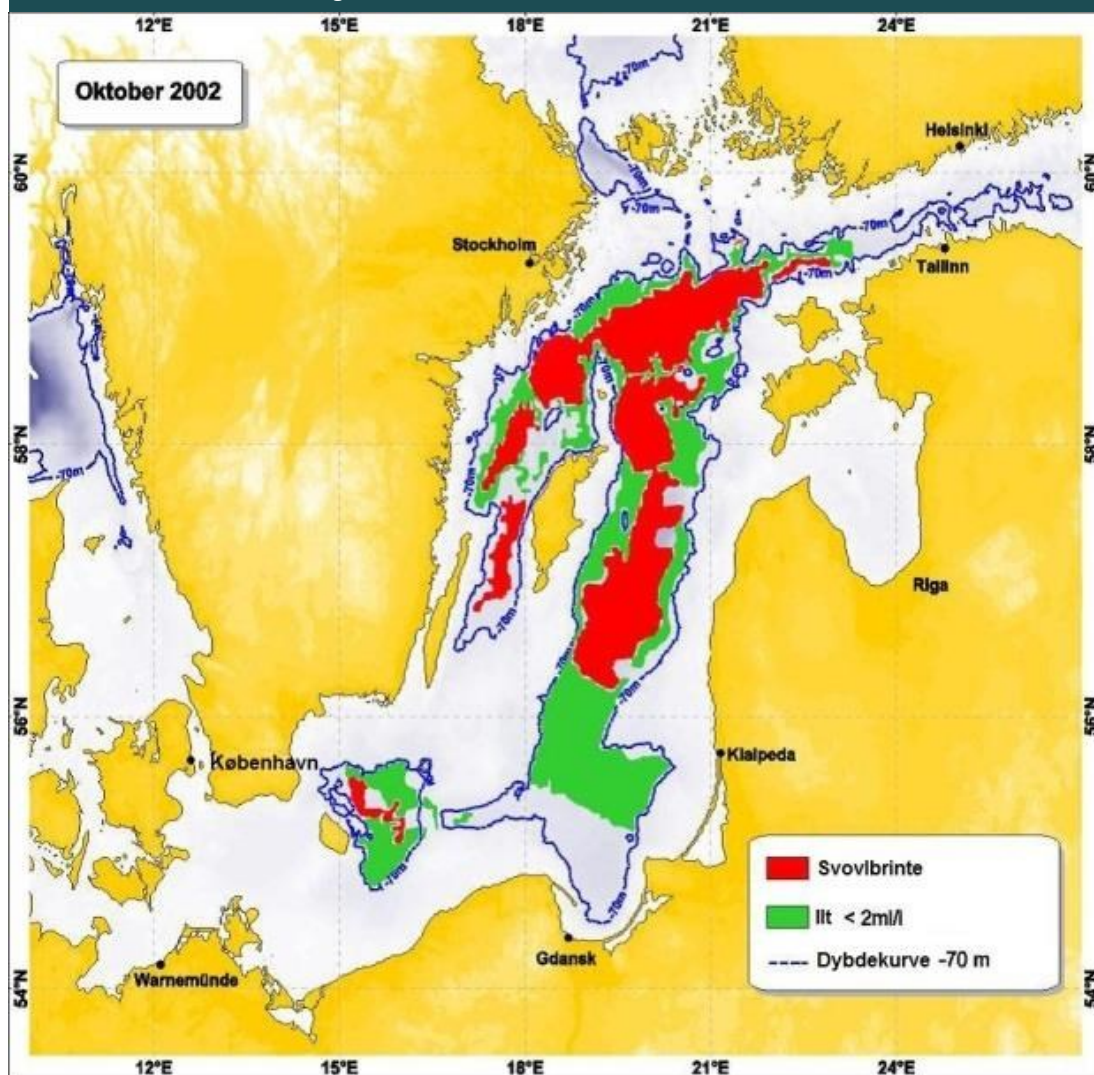
I de østlige bassiner i den centrale Østersø forekommer et permanent saltspringlag, som forhindrer vertikal opblanding med bundvandet. Både større og mindre indstrømninger af højsalint vand medfører en høj variation i temperatur, salinitet og iltkoncentration i disse dybe bassiner. Ved den store indstrømning til Østersøen i 1993 blev iltforholdene forbedret i hele den centrale Østersø, men havde kun begrænset effekt nord for Gotlands Dybet (figur 10.1.2-5). Effekterne af indstrømningen i 2003 kan ses på figur 10.1.2-6 og 10.1.2-7.

FIGUR 10.1.2-5 Variation i ilt og svovlbrente koncentrationer i de dybe dele af den centrale Østersø



Note: Svovlbrente-koncentrationer er omregnet til negative ilt-ækvivalenter
 Kilde: Fonselius 1969 fra Matthäus et al. 2008

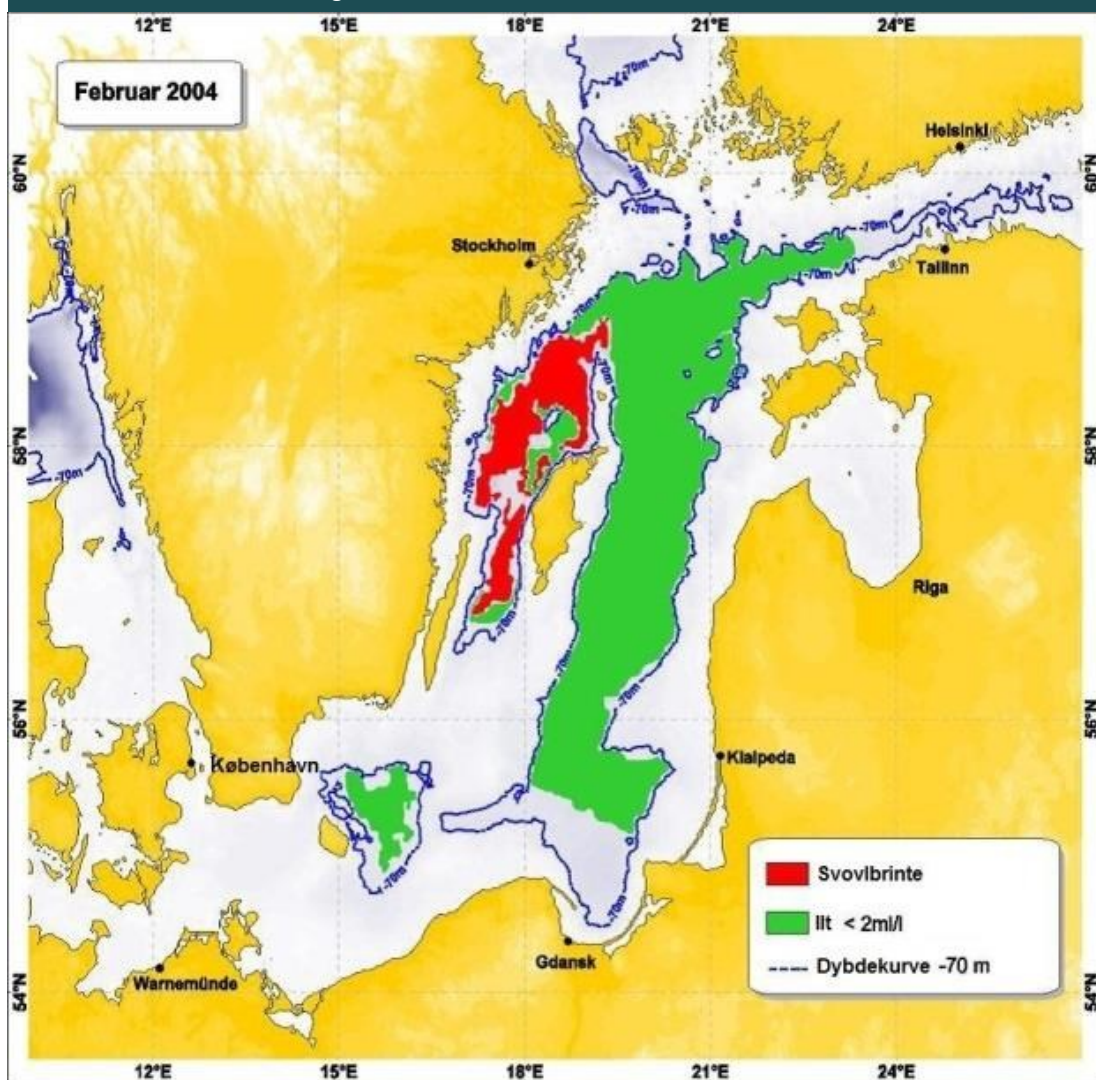
FIGUR 10.1.2-6 Suboxiske og anoxiske zoner nær bunden i den centrale Østersø



Note: Suboxiske (grøn) og anoxiske (rød) zoner før den store indstrømning i 2003

Kilde: Feistel (2010)

FIGUR 10.1.2-7 Suboxiske og anoxiske zoner nær bunden i den centrale Østersø



Note: Suboxisk (grøn) og anoxisk (rød) zoner efter den store indstrømning i 2003
 Kilde: Feistel (2010)

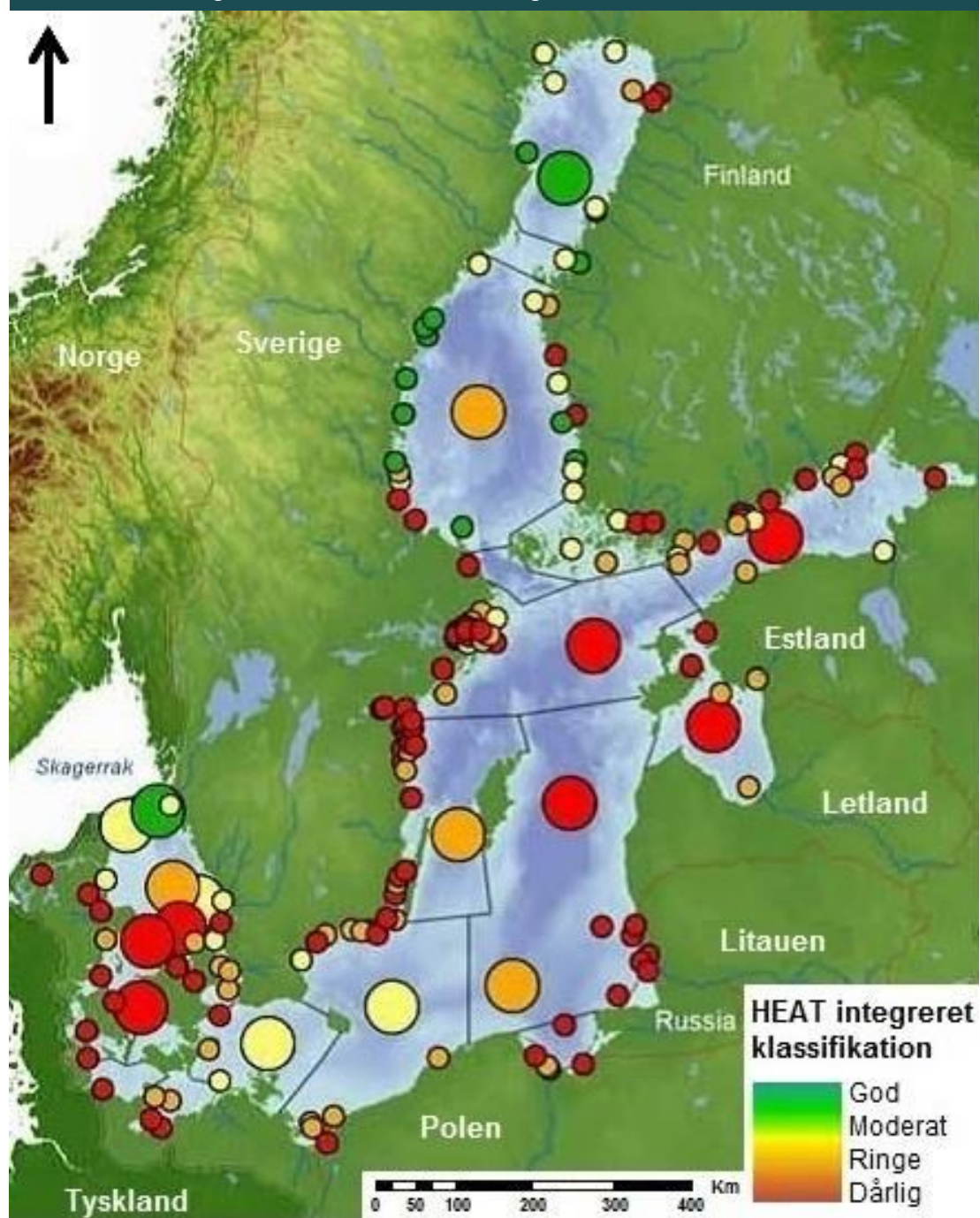
Eutrofiering

Koncentration af næringsstoffer, sigtdybde og iltforhold er med til at definere eutrofieringsforholdende af et farvand. Baseret på ovennævnte vandkvalitetsparametre og koncentration af klorofyl har HELCOM klassificeret 189 områder i Østersøen og Kattegat i forhold til eutrofiering, 172 kystnære områder og 17 områder i åbent hav (figur 10.1.2-8).

Det er kun områder med åbent vand i den Botniske Bugt og den svenske del af det nordøstlige Kattegat, der er klassificeret som "ikke påvirket" af eutrofiering.

De åbne områder af den Botniske Bugt vurderes almindeligvis som uberørte og det nordøstlige Kattegat som værende påvirket af atlantisk vand. I den kystnære zone viser 161 områder tegn på eutrofiering, og kun 11 har god økologisk status.

FIGUR 10.1.2-8 Integreret klassifikation af eutrofiering i Østersøen



Note: Store cirkler repræsenterer åbne havområder, små cirkler kystnære områder. Der er ingen områder med høj status (blå), god status (grøn) beskriver områder, der ikke er påvirket af eutrofiering, mens moderat (gul) til dårlig (rød) er områder, der er påvirket af eutrofiering

Kilde: HELCOM 2009a

Miljøfarlige forbindelser

Østersøen er beskrevet som et forurenede hav. Det skyldes store udledninger af miljøfarlige forbindelser kombineret med, at vandet i Østersøen udskiftes meget langsomt. Miljøfarlige forbindelser, også kaldet forurenende stoffer, kan ophobes i sedimentet og akkumuleres i det marine fødenet op til et niveau, der er toksisk for marine organismer, specielt rovdyr. De kan også udgøre en sundhedsrisiko for mennesker ved indtagelsen af fisk og skaldyr HELCOM (2010c) definerer stoffer som miljøfarlige, hvis de er giftige, svært nedbrydelige (persistente) og bioakkumulerende eller meget persistente og meget bioakkumulerende. Stoffer, der påvirker hormon- og/eller immunsystemet, er også vurderet som farlige. En række stoffer er i Vandrammedirektivet (bilag 10) angivet som prioriterede stoffer, for hvilke der skal ske en progressiv reduktion af udledninger og tab, og prioriterede farlige stoffer, for hvilke der skal ske en standsning eller udfasning af udledninger. 33 stoffer er angivet i Vandrammedirektivet, heraf er 11 stoffer prioriterede farlige stoffer og 14 stoffer mulige, prioriterede farlige stoffer.

Ifølge HELCOM (2010c) tilføres miljøfarlige stoffer til Østersøen fra fire hovedkilder:

- Punktkilder med forurening fra kystnære kilder eller indland i afstrømningsområdet inklusive industri og kommunale reneanlæg
- Landbaserede diffuse kilder såsom afstrømning fra landbrugsland, skove og anden arealanvendelse
- Aktiviteter på havet såsom skibsfart, gravearbejde og drift af olieplatforme
- Tilførsel fra atmosfæren fra alle kilder af forbrænding såvel som brandfarlige kemikalier (f.eks. pesticider) fra mange andre kilder. Nogle af disse miljøfarlige stoffer kan blive transporteret over store afstande

HELCOM (2010c) beskrev status for forurening på baggrund af især kemiske analyser i sediment, bundfauna og fisk indsamlet i perioden 1999 - 2007 og sammenlignede koncentrationerne med niveauer, som findes under ikke-forurenede forhold, nationale miljømål eller, om koncentrationer oversteg grænsen for sunde fødevarer. Jo højere koncentrationen lå over ikke-forurenede forhold, og jo flere forbindelser med høje koncentrationer jo ringere tilstand. Som udgangspunkt vil forekomst af syntetiske forbindelser veje tungt i vurderingen, fordi disse ikke forekommer naturligt og derfor vil have de højeste koncentrationer i forhold til ikke forurenede forhold.

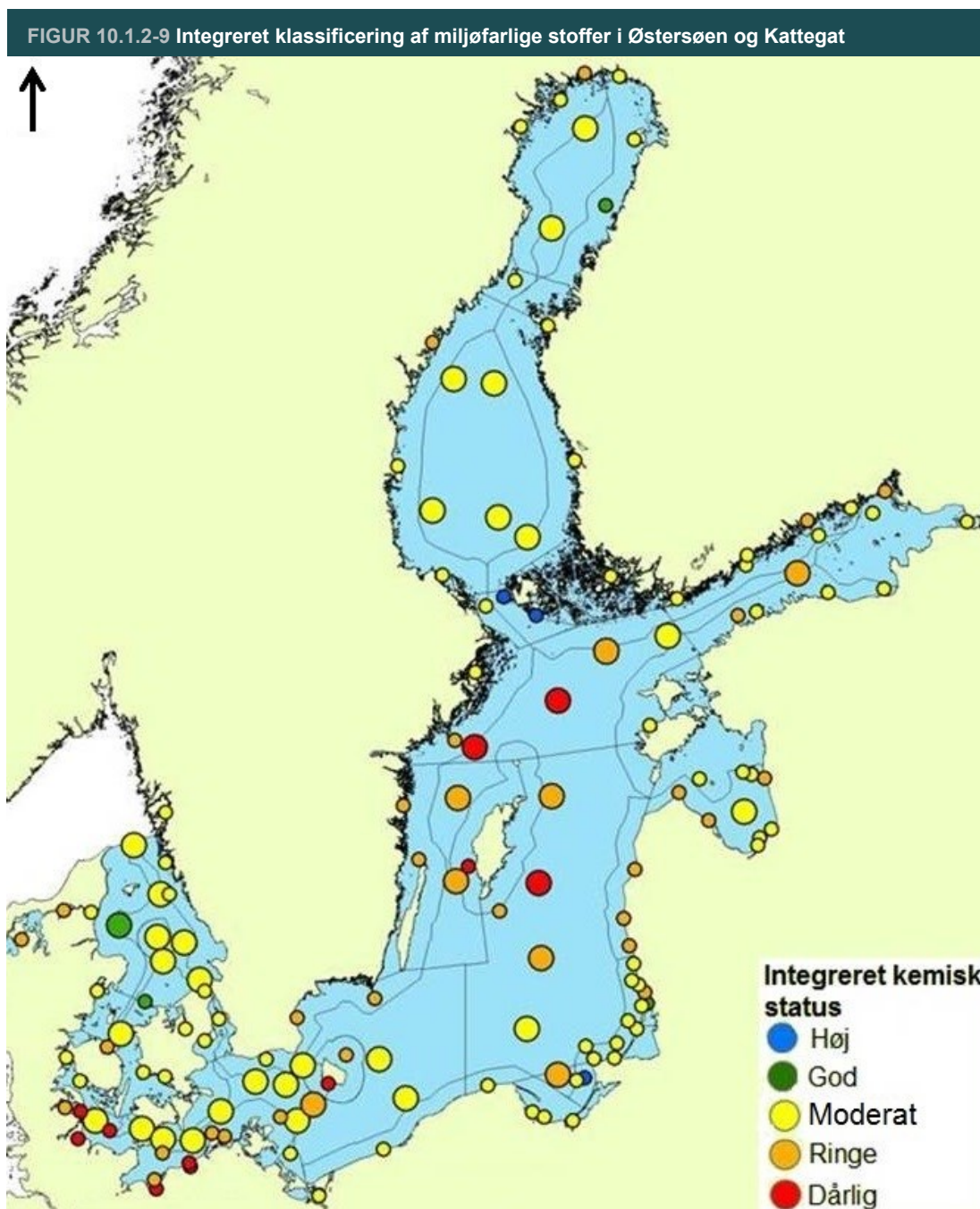
For Østersøen som helhed er det især forekomsten af PCB-forbindelser og PAH-forbindelsen benz(a)anthracen, der bidrager mest til forureningsvurderingen. 137 ud af 144 områder er blevet klassificeret som moderat, ringe eller dårlige og derfor "forstyrret af miljøfarlige stoffer". Dette indikerer, at hele Østersøen har været et område med høje forureningsniveauer i perioden 1999 - 2007. Med undtagelse af det nordvestlige Kattegat er alle åbne havområder blevet klassificeret som "forstyrret af miljøfarlige stoffer (HELCOM 2010b)". 98 ud af 104 kystnære områder er blevet klassificeret som "forstyrret af miljøfarlige stoffer". Der er tydelige tegn på en faldende koncentrationer for nogle miljøfarlige stoffer og en forbedring af sundhedstilstanden for flere top prædatorer (HELCOM 2010b).

Figur 10.1.2-9 viser resultaterne af HELCOM-undersøgelsen. Høj og god status svarer til "områder ikke forstyrret af miljøfarlige stoffer". Store prikker repræsenterer vurderingsområder i åbent hav. Små prikker repræsenterer kystnære områder, hvis afgrænsning er markeret af en grå linje. Andre grå linjer viser inddelinger af delområder.

Forholdene i de åbne dele af Femern Bælt blev beskrevet som "moderat" (figur 10.1.2-9) i HELCOM (2010c), mens forholdene i Mecklenburg Bugt blev karakteriseret som dårlig og ringe, især pga. høje koncentrationer af bly, tributyl-tin og PCB-forbindelser i sedimentet.

En detaljeret kortlægning af koncentrationer af forurenende stoffer i sedimentet på tværs af Femern Bælt langs linjeføringen viste lave koncentrationer af tungmetaller og organiske forurenninger både i overfladesediment og dybere i sedimentet (FEMA 2012). Sammenlignet med de laveste toksikologibaserede kriterier lå koncentrationen af organiske forurenninger 4 - 15 lavere (TBT: 6,5 gange lavere, PCB: 4 gange lavere; DDT: 5 gange lavere. PAH: 15 gange lavere), mens koncentrationen af visse tungmetaller (Cu og Ni) i enkelte prøver lå på grænseværdien for "uproblematiske koncentrationer". I én prøve oversteg koncentrationen af PCB den laveste

grænseværdi. Dette blev tolket som en lokal forurening antagelig fra udstyr tabt fra et skib. Koncentrationen af prioriterede stoffer i området, hvor projektets gravearbejde skal foregå, ligger således generelt under grænseværdierne.



Note: Status for 144 vandområder
Kilde: HELCOM 2010b

Klimaændringer

Globale og regionale ændringer i klimaet vil påvirke hydrografien og vandkvalitetsforhold i Østersøen. De mulige klimaændringer kan udgøre en belastning, da de kan forventes at medføre temperaturstigninger og øget tilførsel af ferskvand på grund af øget nedbør og højere havniveau.

Temperatur i vandet forventes at følge den atmosfæriske stigning på 1 - 4 °C med en forholdsvis lille tidsforskydning, da vanddybden er begrænset. De dybere vandlag under haloklinen vil blive opvarmet langsommere. Der er dog ingen estimater på reaktionstiden på nuværende tidspunkt.

Man kunne tro, at en øgning i tilførslen af ferskvand i overfladen og saltvand ved bunden vil resultere i en stærkere lagdeling med en reduceret udveksling mellem lagene. Den øgede tilførsel af saltvand vil bringe store mængder iltrigt vand til bundlaget, men den stærke lagdeling vil reducere transporten af ilt fra overfladen til havbunden. Som med salinitet er det derfor ikke klart, hvordan iltindholdet ved havbunden vil blive påvirket af klimaændringer.

Projektets mulige påvirkning af områdets næringsstofstatus og virkninger heraf på øvrige dele af det marine økosystem vurderes derfor i forhold til et aktuelt højt næringsstofniveau skabt af de eksisterende menneskeskabte belastninger.

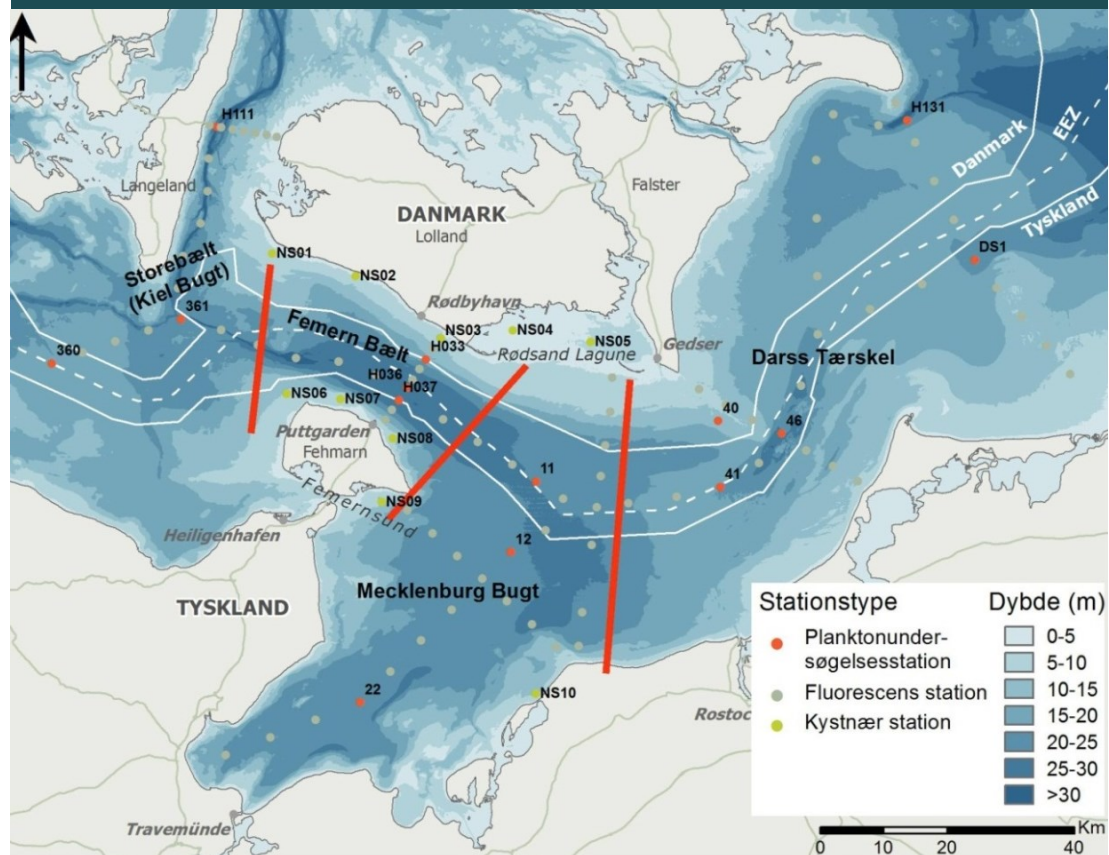
Femern Bælt

Datagrundlag og metoder

Vandkvalitetsdata

Analyserne af vandkvalitet er i Femern Bælt blevet opdelt i fire delområder, der også inddrager dele af de tilstødende farvande. Delområderne er vist i figur 10.1.2-10.

FIGUR 10.1.2-10 Prøvetagningsstationer for vandkvalitet og plankton i Femern Bælt



Note: Målinger af eksisterende forhold er foretaget ved 10 kystnære (NS-01 – NS-10, grøn), 12 ”vandkvalitet og plankton” (planktonundersøgelingsstation, orange) og 110 fluorescens- og ilt-stationer (grå). Røde linjer deler Femern Bælt regionen i fire delområder, brugt ved analyse af data: Storebælt, Femern Bælt, Mecklenburg Bugt og Darss-tærsklen. Indsamlingen af data dækkede vandkvalitetsparametre (næringsstoffer, ilt, og secchidybde) og plankton (fytoplankton (herunder chl-a), mesozooplankton og gopler). For nærmere detaljer vedr. prøvetagningsprogrammet, se tabel 10.1.1-1 i afsnit 10.1.1 Hydrografi

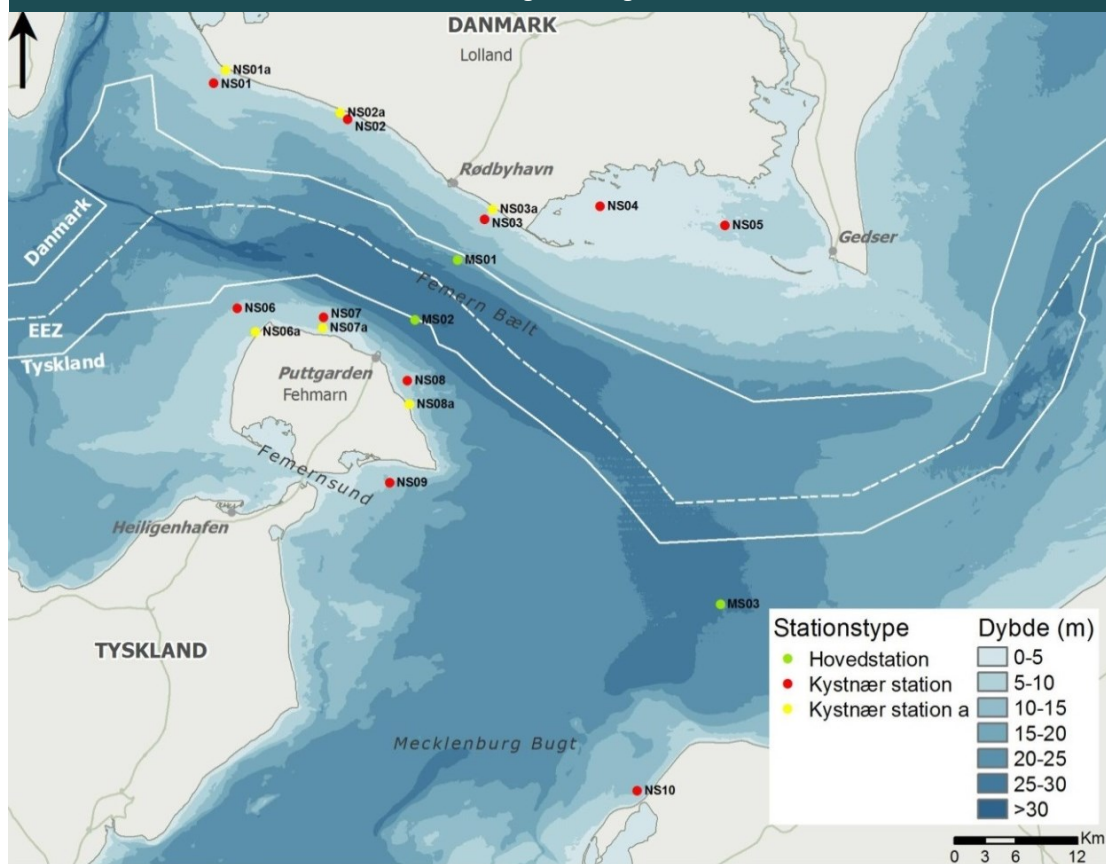
Vandkvalitetsdata er blevet indsamlet dels ved hjælp af i alt 13 sensorstationer placeret på i alt 19 forskellige positioner i perioden februar 2009 - maj 2011, dels ved prøvetagning og målinger udført fra skib på i alt 21 togter af 5 - 7 dages varighed, der hver har dækket området fra Langelandsbæltet til Arkona-Klintholm. Derudover er der foretaget målinger af sedimentation ved hjælp af sedimentfælder, analyser af suspenderet sediment i vandoverfladen på basis af billedoptagelser fra satellit og målinger af suspenderet sediment ved hjælp af en automatisk vandhenter i hårdt vejr.

Tidsserier målt på faste stationer

Tidsseriemålinger af turbiditet og ilt er udført i tre niveauer: Nær bunden, midt dybde og nær overfladen på de tre stationer MS01, MS02 og MS03. Målestationerne er beskrevet i afsnit 10.1.1 Hydrografi.

Kontinuerlige tidsserier af turbiditet er ligeledes målt langs Lollands kyst, langs Fehmarns kyst og i Rødsand Lagune. Målestationerne er beskrevet i afsnit 10.1.1. De kystnære stationer har været placeret på 6 - 8 m's vanddybde i hovedparten af perioden, men blev flyttet til 3 - 5 m's dybde i en del af perioden (stationer markeret gult på figur 10.1.2-11). Data er indsamlet fra marts 2009 og frem til starten af 2011. De faste målepositioner, hvor der er målt turbiditet, er vist i figur 10.1.2-11.

FIGUR 10.1.2-11 Positioner, hvor der er foretaget målinger af blandt andet tidsserier af turbiditet

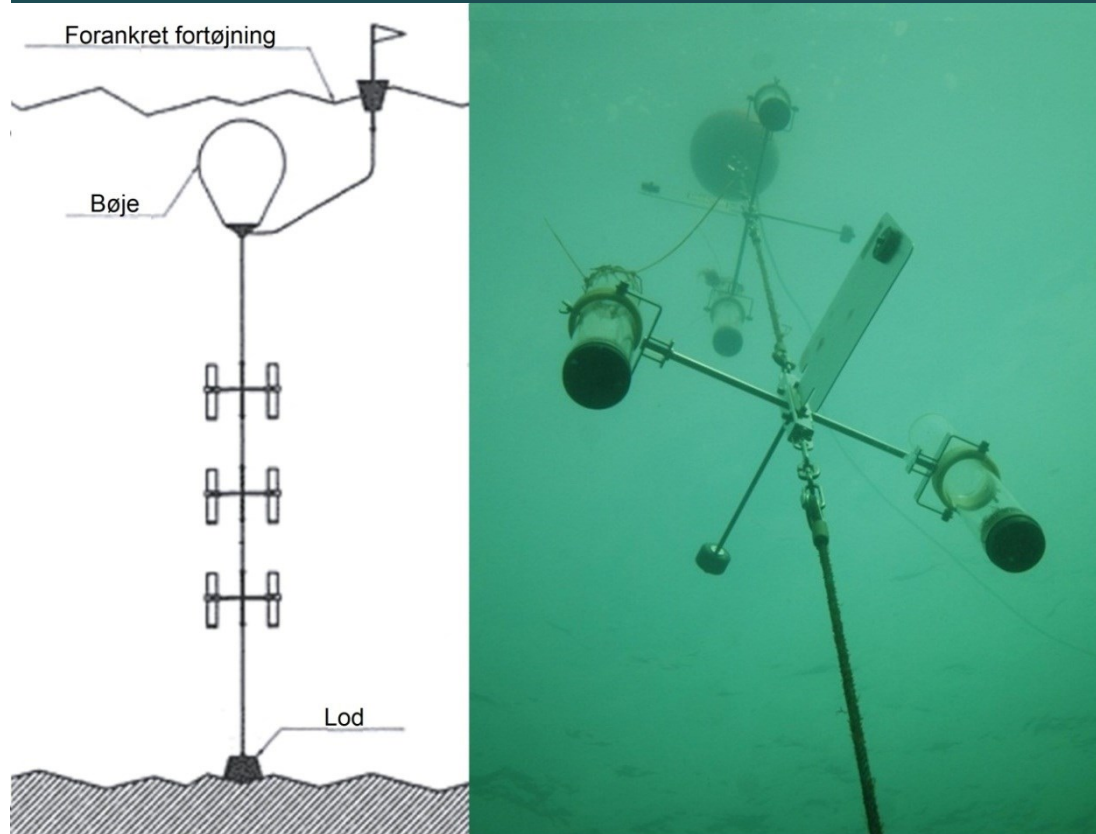


Sedimentfælder

Sedimentfælder har været udlagt ved målepositionerne NS02, NS04, NS06 og NS08. To fælder var monteret på en streng i forskellige måleniveauer i vandsøjlen, som vist på figur 10.1.2-12. Sedimentfældemålingerne blev foretaget i perioden fra 1. september - 15. december 2009. Fælderne blev tømt med intervaller på mellem 10 - 45 dage.

Sedimentet i fælderne er blevet analyseret i laboratoriet for glødetab, mængde af sediment og kornstørrelsesfordeling. Kornstørrelsesfordelingen er bestemt ved tørsigtning af sandfraktionerne. Størstedelen af sedimentet i fælderne havde kornstørrelser finere end 63 µm (silt og ler). Fire repræsentative prøver, en fra hver fældeposition, blevet analyseret med laser-diffraktion for at bestemme den primære kornstørrelsesfordeling.

FIGUR 10.1.2-12 Skitse og foto af en sedimentfælde



Note: Fotoet viser målestrengen set fra den nederste fælde

Suspenderet sediment i overfladen på basis af satellitbilleder

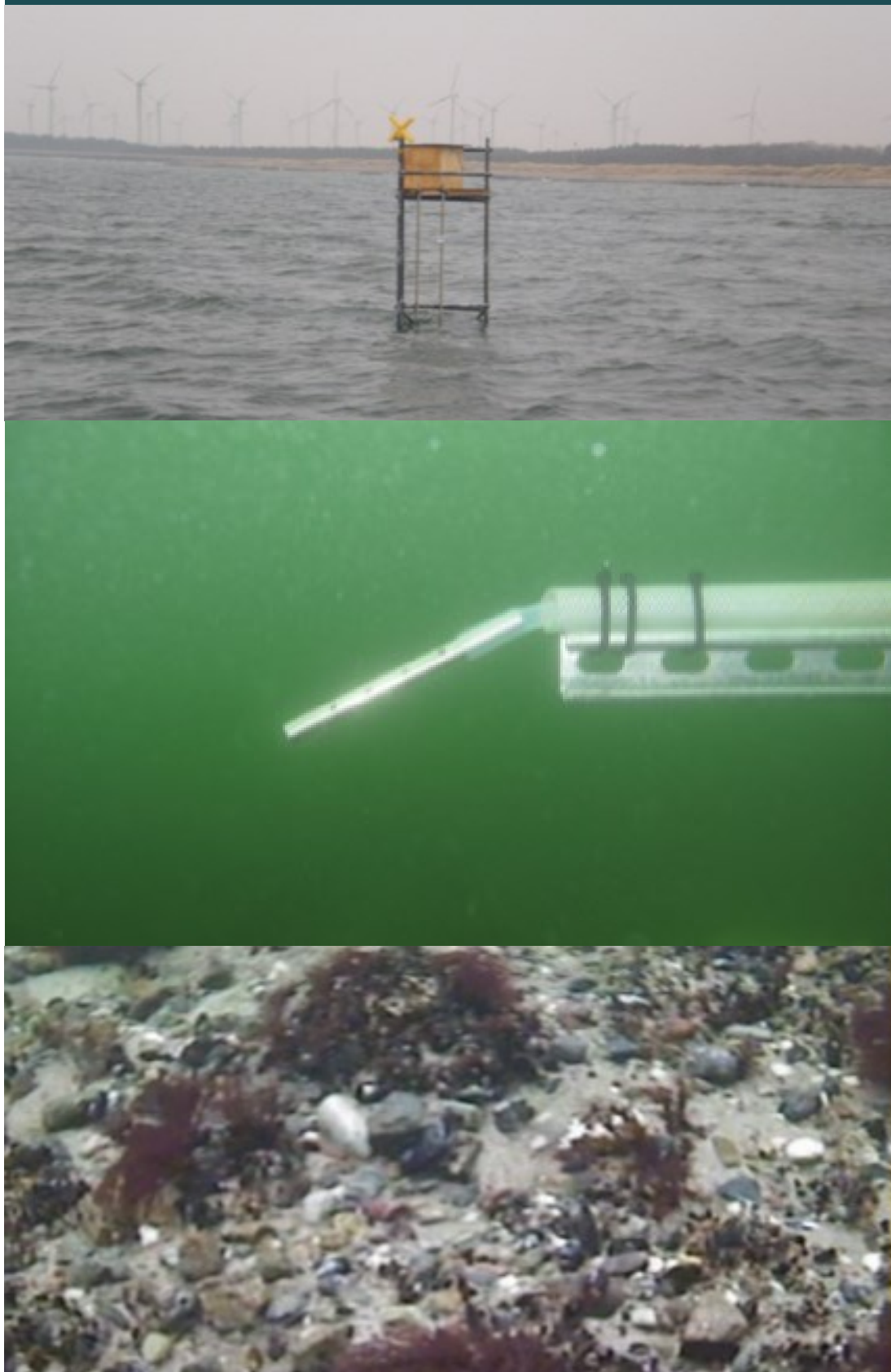
Der er anvendt billeder fra MERIS satellitten med en opløsning på 300 m. Satellitbilleder kan give fladedækkende information om mængden af suspenderet sediment nær havoverfladen. Kombineret med observationer fra de faste stationer kan informationen være nyttig til at forstå omfanget af den naturlige ophvirvling af bundmateriale (re-suspension).

Optagelser fra perioden maj - oktober 2009 er blevet gennemgået for at finde billeder fra tidspunkter med lavt skydække. I alt 11 billeder, optaget ved lavt skydække og med forskellige vind- og strømforhold, er blevet videreanalyseret for fordelingen af suspenderet stof nær havoverfladen.

Suspenderet sediment målt med automatisk vandhenter

Tidsseriemålinger af turbiditet på station NS03a blev i foråret 2011 suppleret med prøvetagninger ved hjælp af en automatisk vandhenter, der aktiveres fra en mobiltelefon. Vandhenteren var placeret på 3 m's vanddybde med et indtag 1 m over bunden (figur 10.1.2-13). Vandhenteren blev aktiveret i tre stormperioder. Prøverne blev analyseret for tørstofindhold, glødetab og kornstørrelsesfordeling.

FIGUR 10.1.2-13 Fra oven: Automatisk vandhenter ved station NS03a, vandindtag til vandhenter, havbunden ved NS03a



Månedlige målinger fra togter

Indsamling af data er foretaget på månedlige togter for at opnå en større rumlig dækning af hydrologiske og biologiske data. Togter og det indsamlede data er beskrevet i afsnit 10.1 1.

Procedurer ved prøvetagning og laboratorieanalyser

Prøvetagning og laboratorieanalyser har fulgt internationale standarder, specielt HELCOM Combine manualen (2007).

Der er blevet analyseret for følgende næringsstoffer:

- Opløst uorganisk nitrogen (DIN)
 - ”Ammonium NH₄”
 - ”Nitrit NO₂”
 - ”Nitrat NO₃”
- Fosfat PO₄
- Silikat SiO₂
- Total kvælstof N
- Total fosfor P

Målinger af lysintensiteten under vand er blevet konverteret til sigtddybder, hvilket er den traditionelle måde at beskrive den vertikale lysnedtrængen.

Andre datakilder

Ud over de i projektet indsamlede data er der anvendt historiske kilder og data fra andre undersøgelser. Yderligere datakilder omfatter:

- Tilførsel fra floder beregnet med den svenske afstrømningsmodel HBV (Graham 2002)
- Historiske vandkvalitetsdata fra BSH fyrtårnsskibe og HELCOM
- Femern Bælt Feasibility Study (1998)
- Relevant litteratur

Næringsstoffer

Som en del af Østersøen er også vandkvaliteten i Femern Bælt påvirket af forudgående menneskeskabte belastninger. En af dem er eutrofiering, som skyldes tilførsel af uorganiske næringsstoffer til vandmiljøet. Derfor er viden om tilførsel og koncentration af næringsstoffer og deres påvirkning af de biologiske systemer vigtig i forståelsen og vurderingen af miljøet i Femern Bælt.

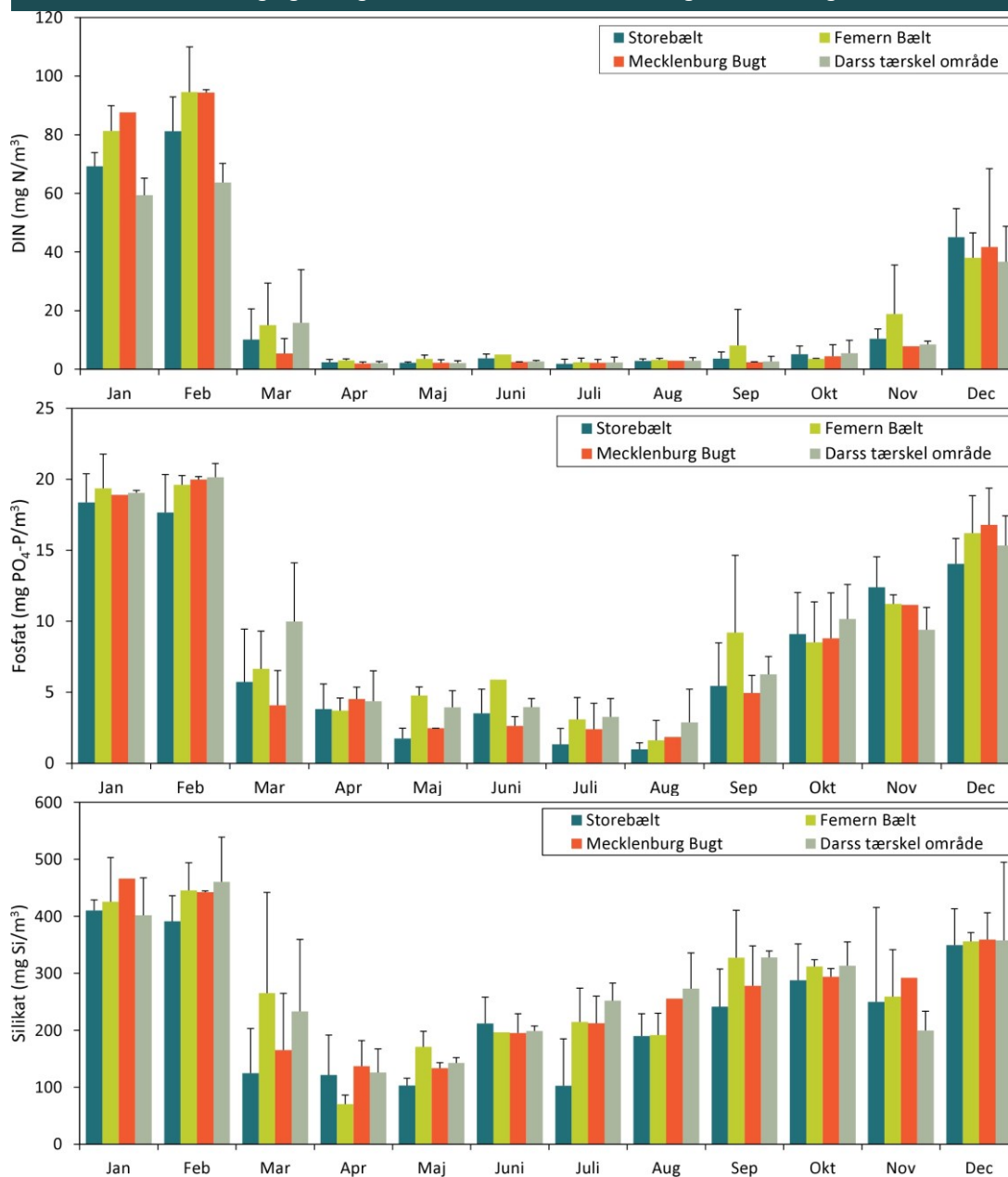
Koncentrationen af næringsstoffer bestemmes overordnet af tilførsler fra land, atmosfæren og især tilførslen fra Østersøen og Kattegat/Storebælt. Der transporteres ca. 220.000 t totalkvælstof gennem Femern Bælt med overfladestrømmen fra Østersøen, ca. 30.000 t totalkvælstof med bundstrømmen ind i Østersøen, mens de lokale landtilførsler til Bælthavet udgør 10.000 - 20.000 t. Det betyder, at ændringer i Østersøens koncentrationer også vil afspejles i Femern Bælt, næsten uanset variationen i lokale tilførsler. De lokale kvælstoftilførsler til Bælthavet sker primært som nitrat, der umiddelbart er tilgængelig for alger og bundplanter, mens en større del af kvælstoftilførslen fra Østersøen ikke kan omsættes under passage gennem Femern Bælt. Feltundersøgelserne i 2009 - 2010 viste en udpræget sæsonvariation i koncentrationen af uorganiske næringsstoffer, hvor sæsonvariationen var mest udpræget for kvælstof og mindst udpræget for silikat (figur 10.1.2-14). Koncentrationen af uorganisk kvælstof, fosfat og silikat var maksimal i januar og februar som følge af mineralisering og et lavt optag i plankton gennem vinteren (december – januar) og afstrømning fra land. Under forårsopblomstringen af planteplankton i marts faldt koncentrationerne brat. Dette gjaldt især kvælstof, der forblev på et lavt niveau indtil november. Til sammenligning var reduktionen i fosfat og silikat forholdsvis mindre, og koncentrationerne nåede ikke ned på koncentrationer, der kan begrænse væksten hos planktonalgerne. Forholdet mellem uorganisk kvælstof og fosfat varierede mellem 0,5 - 2,5 og var således langt

under det "optimale" N:P forhold på 7 (Redfield forholdet). Dette viser, at det blandt næringsstofferne især er kvælstof, som er begrænsende for planktonalgernes vækst.

Kiselalger, der især dominerer planteplanktonet under forårsblomsten men også på årsbasis udgør mere end halvdelen af planteplanktonet, kan i nogle områder blive begrænset af lave silikatkoncentrationer. Dette er ikke tilfældet i Femern Bælt, fordi koncentrationen er forholdsvis høj også om foråret.

Sammenlignet med årstidsvariationer er de rumlige variationer i næringsstoffernes koncentrationer meget lav. I Darss-tærskel-området er vinterkoncentrationer lavere end i Storebælt på grund af påvirkningen af den mere næringsfattige Østersø, mens koncentrationerne er højere i marts – april, fordi forårsopblomstring optræder ca. en måned senere i Femern Bælt og Darss-tærskel-området i forhold til Storebælt og Mecklenburg Bugt.

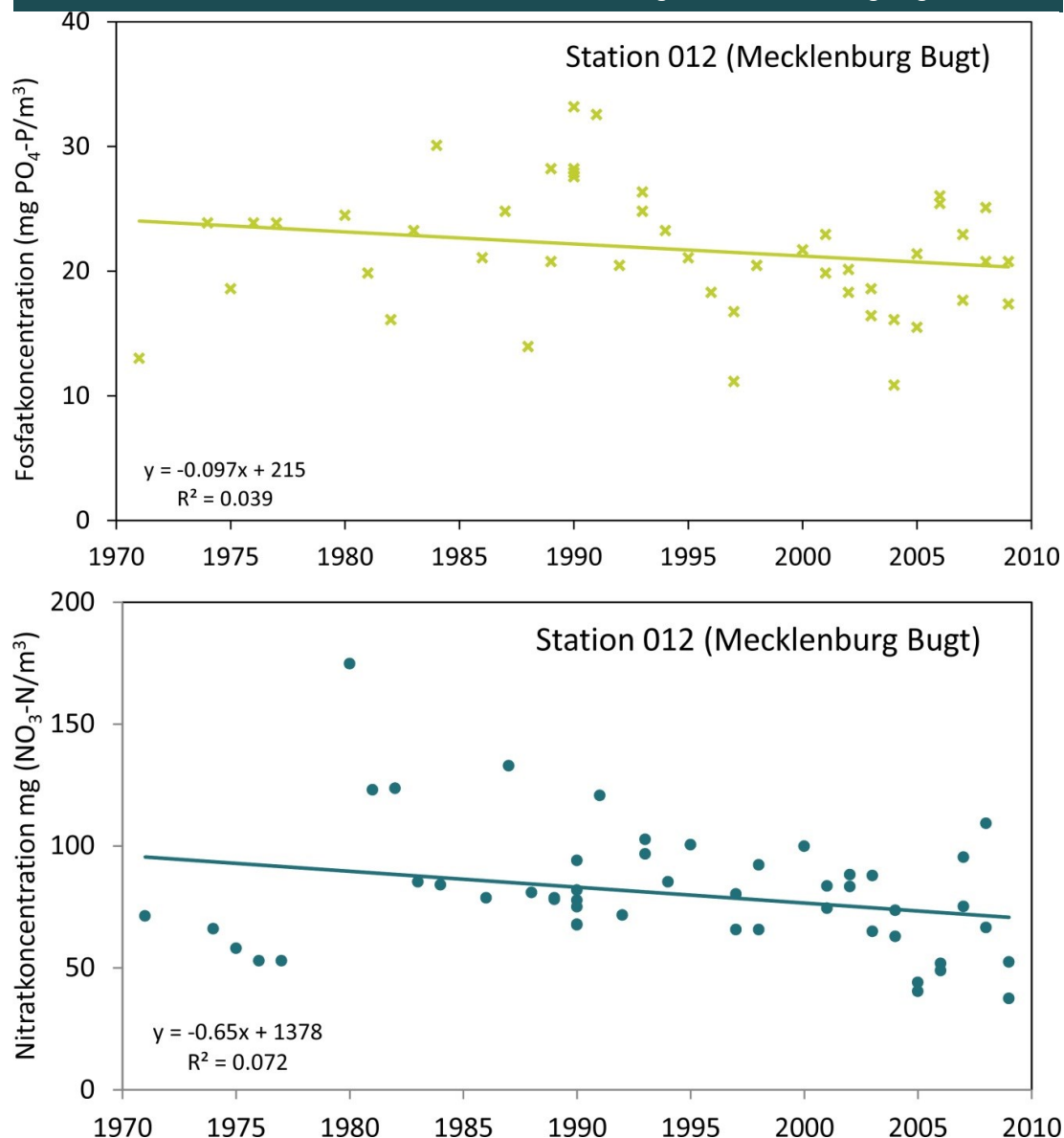
FIGUR 10.1.2-14 Rumlig og tidslig variation i koncentration af uorganiske næringsstoffer



Note: Målinger i overfladevandet (0 - 10 m) i Storebælt, Femern Bælt, Mecklenburg Bugt og området ved Darss-tærsklen. Søjler (+ standardafvigelsen) viser månedsmidlede koncentrationer for perioden marts 2009 - december 2010

Historiske data viser, at koncentrationen af næringsstoffer – især kvælstof – nåede et maksimum omkring 1990. Herefter er der sket et fald helt i overensstemmelse med udviklingen i Østersøen og en reduktion i lokale tilførsler. Udviklingen i fosfatkoncentrationen er især styret af ilforholdene i Østersøens bundvand, hvor langvarige iltfrie perioder fører til frigivelse af fosfat fra sedimentet, og med et par års forsinkelse fører det også til stigende koncentrationer i overfladevandet. Ændringer i lokale tilførsler har på kort sigt kun begrænset indflydelse på koncentrationen af fosfat i overfladevandet.

FIGUR 10.1.2-15 Tidstrend i vinterkoncentrationer af fosfat og nitrat i Mecklenburg Bugt



Note: Data fra IOW Odin database

For at vurdere om næringsstoffer målt i feltundersøgelserne er repræsentative for de generelle næringsstofforhold i området er vinterkoncentrationerne fra 2010 sammenlignet med koncentrationerne de foregående fem år (2005 - 2009) (tabel 10.1.2-1). De største år-til-år variationer finder man i Storebæltsområdet (St 360, 361) og i Mecklenburg Bugt (St 12), der antagelig er en konsekvens af, at lokale tilførsler har den største indflydelse her. I området ved Darss-tærsklen (St 30, DS1) er variationerne generelt mindre, hvilket understreger, at området primært afspejler forholdene i Østersøen og er mindre påvirket af lokale tilførsler. Med én undtagelse (NO₃₊₂ ved Darss-tærsklen) lå vinterkoncentrationerne i 2010 inden for variationsbredden for de seneste fem år. Set i forhold til, at afvigelsen i 2010 var begrænset (57,8 mg NO₃₊₂-N/m³ i 2010 vs. 55,4 NO₃₊₂-N/m³ i 2007), er det klart, at næringsforholdene under feltundersøgelserne var repræsentative i forhold til forholdene de senere år.

TABEL 10.1.2-1 Gennemsnitlige vinterkoncentrationer af uorganiske næringsstoffer

	2005	2006	2007	2008	2009	2005/ 2009	2010
NO₃₊₂ station							
360/361	55,2	43,7	120,8	90,3	55,6	73,1	72,5
12	40,2	49,6	90,7	108,8	51,8	68,2	82,0
30/DS1	34,6	40,3	55,4	40,0	38,5	41,7	57,8
DIN station							
360/361	64,5	54,7	144,9	105,4	66,4	111,0	83,7
12	44,5	62,2	103,9	125,3	64,4	80,1	95,2
30/DS1							62,9
PO₄ station							
360/361	0,5	0,76	0,7	0,78	0,68	0,68	0,58
12	0,69	0,82	0,58	0,81	0,66	0,7	0,65
30/DS1	0,64	0,78	0,76	0,61	0,60	0,68	0,64
SiO₄ station							
360/361	311	437	493	605	392	448	400
12	414	501	400	571	221	423	451
30/DS1	398	470	364	375	241	370	400

Note: Målinger i mg/m³ i overfladelaget (0 - 10 m) gennem de seneste seks år i Storebæltsområdet (360/361), i Mecklenburg Bugt (12) og i området omkring Darss-tærsklen (30/DS1)

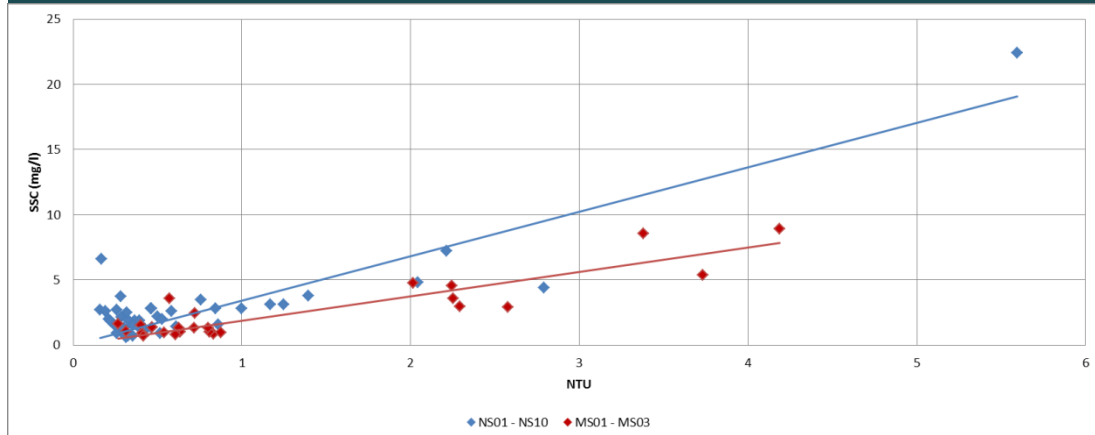
Suspenderet sediment

Det naturlige niveau af suspenderet sedimentkoncentrationer er hovedsagelig baseret på tids-serier af måling af turbiditet. Turbiditetsmålinger viser svækkelse af lysgennemtrængeligheden i vand og er således et udtryk for indholdet af suspenderet stof i vandet.

Turbiditet måles i Nephelometric Turbidity Units (NTU). Den målte turbiditet er omsat til koncentration af suspenderet sediment ved hjælp af analyser af vandprøver udtaget tæt på målestationerne. Den totale mængde af suspenderet stof består af sand-, silt- og lerminerale og organisk materiale. Indholdet af organisk materiale i vandprøverne er derfor bestemt, og der er udarbejdet korrelationer mellem målt turbiditet, NTU, og suspenderet sedimentkoncentration, SSC. Turbiditetsmålinger er følsomme overfor kornstørrelsesfordelingen i det suspenderede materiale. Kornstørrelsesfordelingen varierer over området, men der er generelt en sammenhæng mellem vanddybde og kornstørrelsesfordeling. Således er bundmaterialet i den kystnære zone typisk grovere end på dybere vand. Relationerne er derfor lavet for målestationer med sammenlignelige vanddybder.

Sammenhæng mellem målt NTU og SSC for målestationerne NS01-10 og MS01-03 er vist på figur 10.1.2-16.

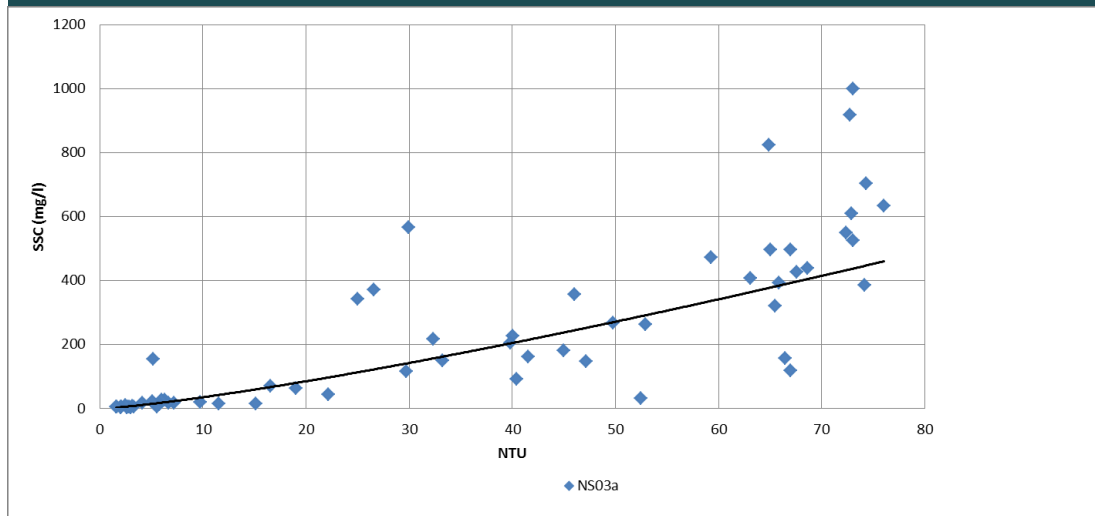
FIGUR 10.1.2-16 Relation mellem samtidige målte koncentrationer af suspenderet sediment



Note: SSC, i vandprøver og målt turbiditet, NTU, på henholdsvis NS01-10 og MS01-03

Vandprøver indsamlet med den automatiske vandhenter ved målestation NS03a har givet mulighed for at bestemme sammenhængen mellem SSC og NTU på lavt vand (3 m), hvor koncentrationerne når op på betydelig højere niveauer end på dybere vand. Relationen mellem samtidig målt SSC og NTU på NS03a er vist i figur 10.1.2-17.

FIGUR 10.1.2-17 Relation mellem samtidige målte koncentrationer af suspenderet sediment



Note: SSC, i vandprøver og målt turbiditet, NTU, på målestation NS03a

Konklusionen vedrørende analyser af relationer er sammenfattet i tabel 10.1.2-2.

TABEL 10.1.2-2 Relationer mellem målt NTU og sedimentkoncentration

Vanddybde	Relation mellem NTU og SSC i mg/l	Stationer	R ² (korrelationskoefficient)
0m – 5m (undtaget Rødsand Lagune)	SSC = 2,0 x NTU ^{1.3}	NS01a, NS02a, NS03a, NS06a, NS07a, NS08a	0,89
5m – 10m (inklusive Rødsand Lagune)	SSC = 3,4 x NTU	NS01 – NS10	0,75
> 10m	SSC = 1,9 x NTU	MS01 – MS03	0,79

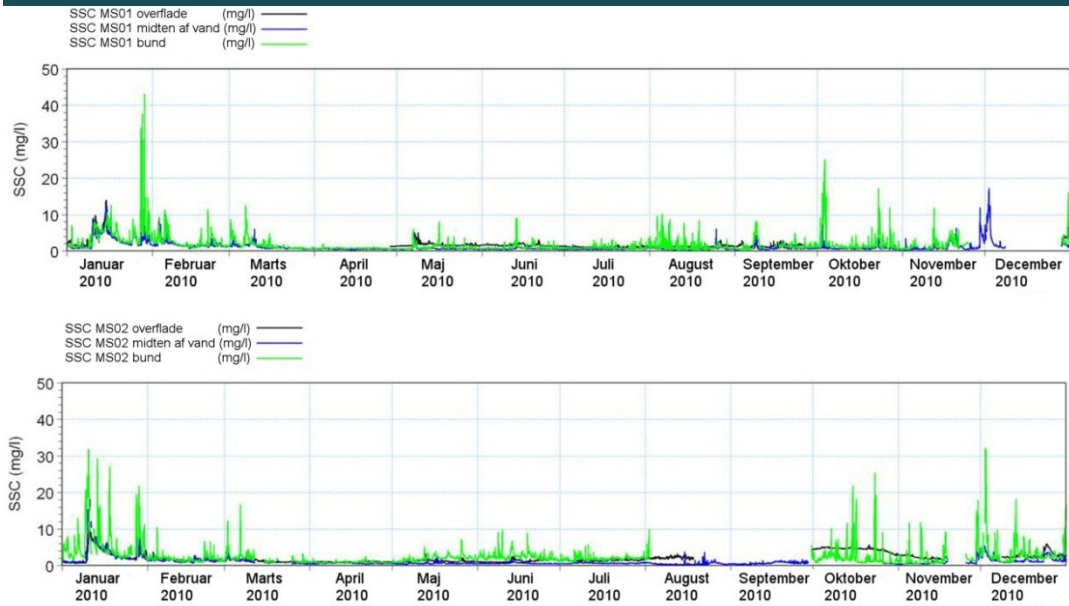
Note: De to stationer i Rødsand Lagune er lavvandede, men modsat de øvrige lavvandede stationer er de ikke bølgeeksponerede. De er derfor sammenlignelige med de dybere stationer og indgår i beregningen for 5m - 10m

Relationer vist i tabel 10.1.2-2 er anvendt til at omsætte målte tidsserier af NTU til sedimentkoncentrationer.

Figur 10.1.2-18 viser eksempler på variationen af sedimentkoncentrationer på hovedstationerne MS01 og MS02 i 2010. Det ses, at koncentrationerne er lave, under 3 mg/l, i lange perioder, og at der i korte perioder registreres højere koncentrationer typisk op til 10 - 30 mg/l, i sjældnere tilfælde op til 50 mg/l.

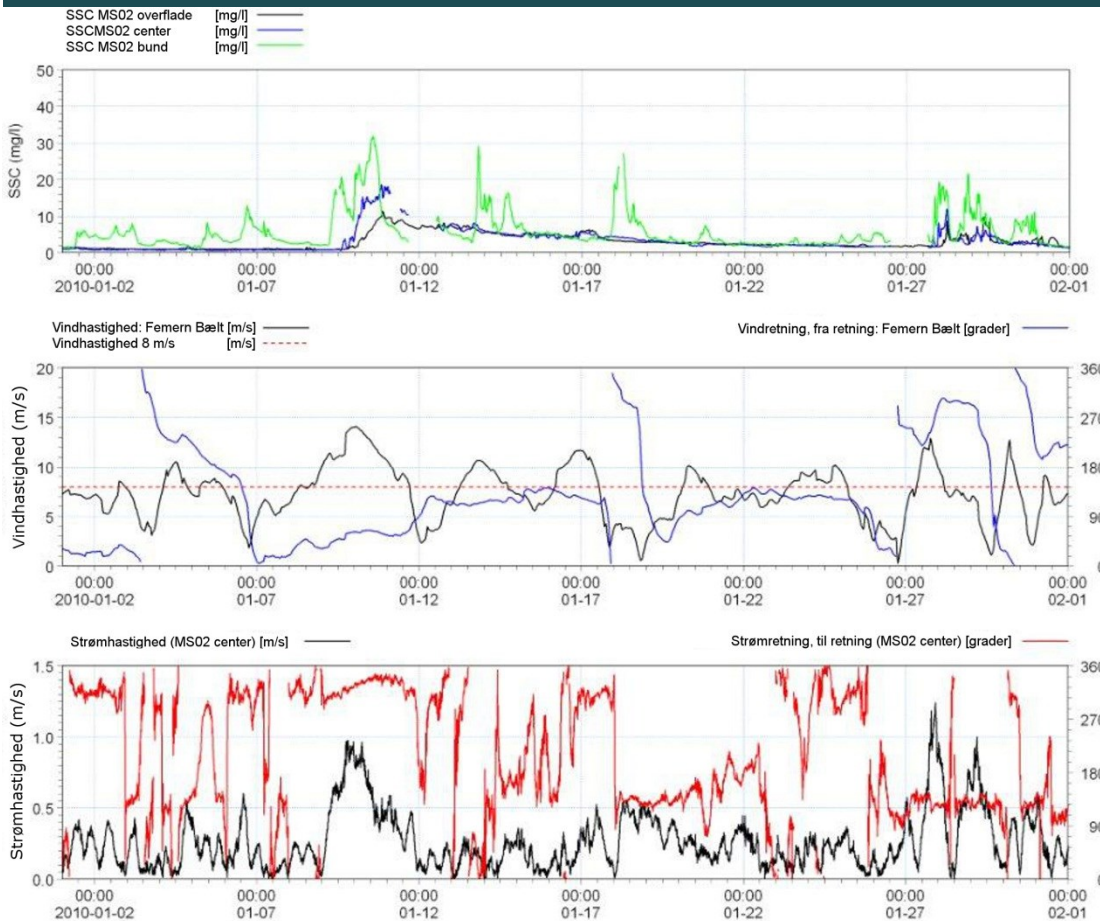
De højere koncentrationer optræder i perioder, hvor de bundnære strømhastigheder er høje nok til at bringe sedimentet i suspension. Hovedstationerne er placeret på så store vanddybder, at bølger ikke bidrager til at bringe sedimentet i suspension. De højere strømhastigheder optræder både ved kraftige ind- og udstrømningssituationer til og fra Østersøen, hvilket fremgår af figur 10.1.2-19, som viser et eksempel på samtidige målte strømhastigheder midt i vandsøjlen, koncentrationer af suspenderet sediment og vindhastighed og retning fra stationen MS02.

FIGUR 10.1.2-18 Tidsserier af koncentration af suspenderet sediment på hovedstationerne i Femern Bælt



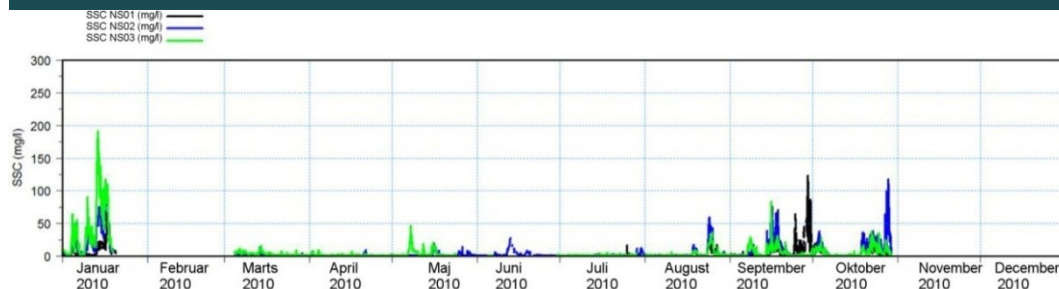
Note: Målinger fra MS01 og MS02, fra 2010

FIGUR 10.1.2-19 Sedimentkoncentrationer, vindhastighed og – retning og målte strømshastigheder og -retninger i midtddybe på station MS02 fra januar 2010

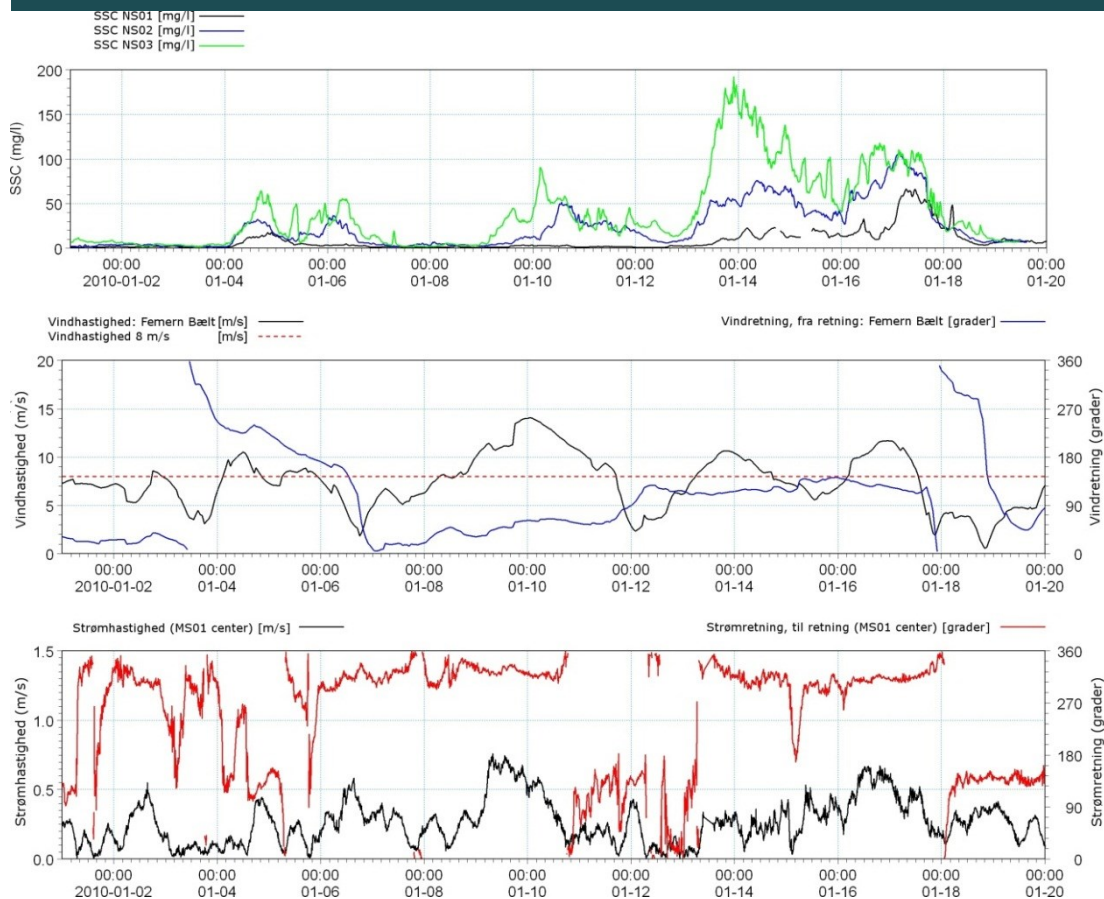


Suspenderede koncentrationer på de tre målestationer NS01-NS03 langs Lollands kyst på ca. 6 m's vanddybde i 2010 er vist i figur 10.1.2-20. Det ses, at typiske koncentrationsniveauer her når op på 50 - 100 mg/l. Der er en sammenhæng mellem vind- og strømforholdene og koncentrationeniveauet, som det er illustreret i figur 10.1.2-21. Det ses, at koncentrationeniveauet typisk er stigende med stigende vind- og strømhastigheder, og at der ved rolige vindforhold optræder lave koncentrationer.

FIGUR 10.1.2-20 Sedimentkoncentrationer målt i midtddyben på stationerne NS01-03 langs Lollands kyst på ca. 6 m's vanddybde

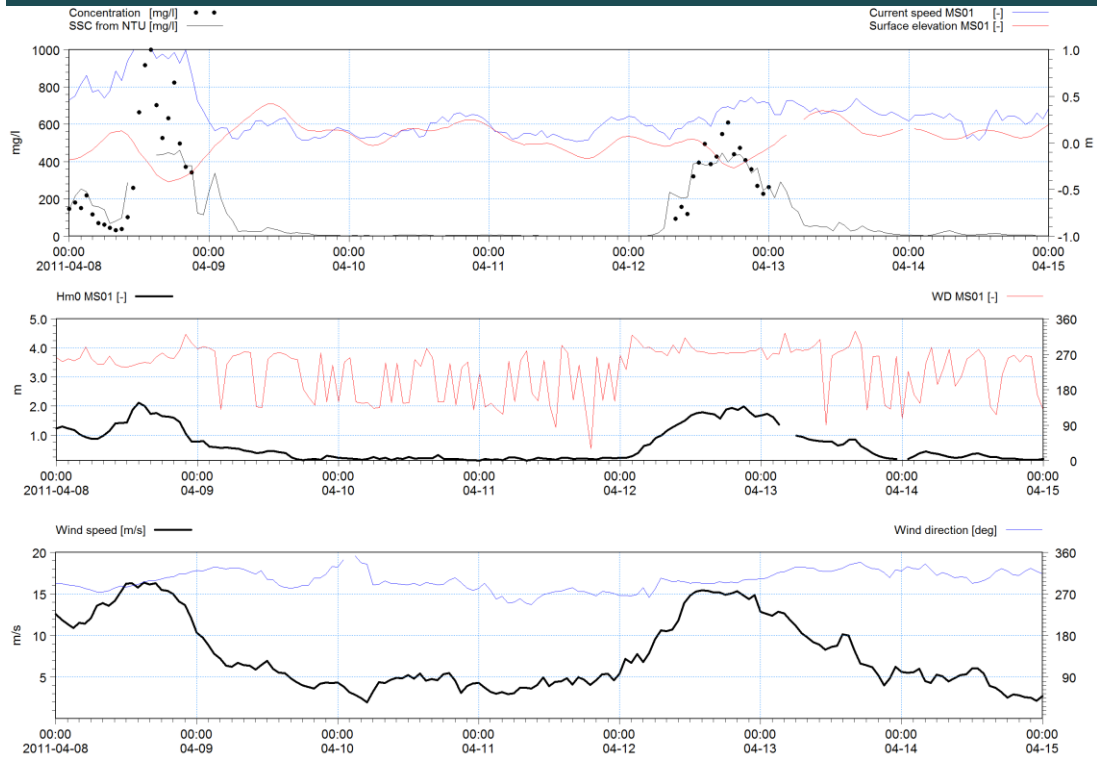


FIGUR 10.1.2-21 Eksempel på suspenderet sediment ved NS01-03, vind og strøm ved MS01



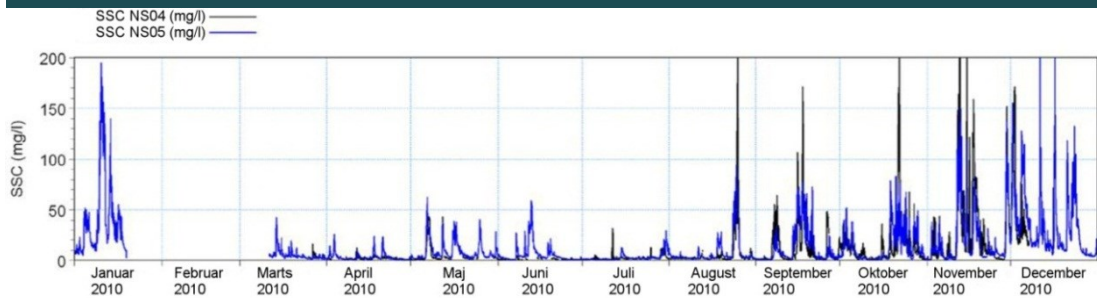
På lavere vanddybde kan koncentrationerne nå højere niveauer op til 600 - 800 mg/l under storm-situationer. Dette er illustreret i figur 10.1.2-22, der viser resultater opnået med den automatiske vandhenter ved station NS03a. Resuspensions-hændelserne langs Lollands kyst er primært styret af de lokale bølgeforhold.

FIGUR 10.1.2-22 Suspenderet sediment målt dels med vandhenter og med turbidimeter og bølger målt på MS01 og vind

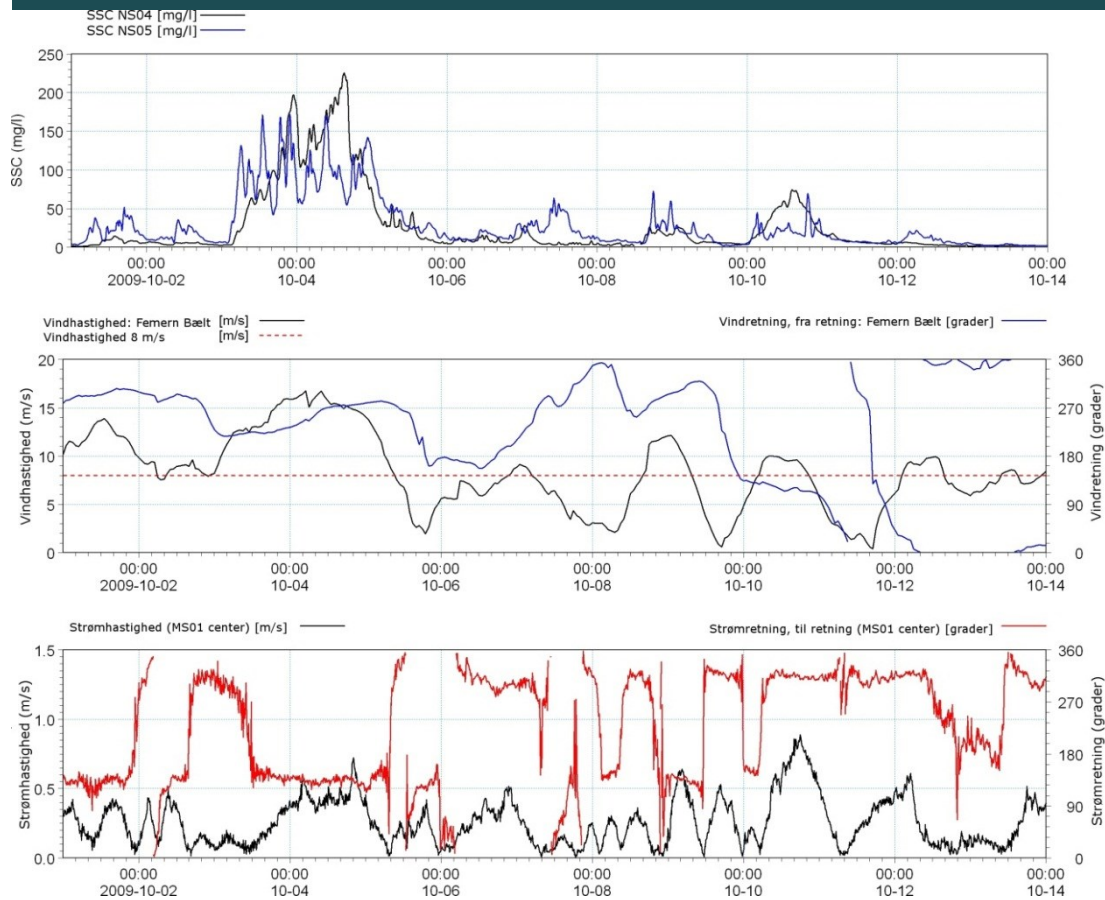


I Rødsand Lagune når koncentrationerne typisk op på 100 - 200 mg/l midt i vandsøjlen under stormsituationer (figur 10.1.2-23). Figur 10.1.2-24 viser målingerne i Rødsand Lagune gennem en stormperiode i oktober 2009 sammen med vind- og strømforhold på station MS01. Det ses, at der typisk sker re-suspension, når vindhastigheden overstiger 8 m/s.

FIGUR 10.1.2-23 Suspenderede sedimentkoncentrationer målt i Rødsand Lagune i 2010



FIGUR 10.1.2-24 Eksempel på suspenderet sedimentkoncentrationer ved NS04-05 og vind og strøm ved NS04 og NS05



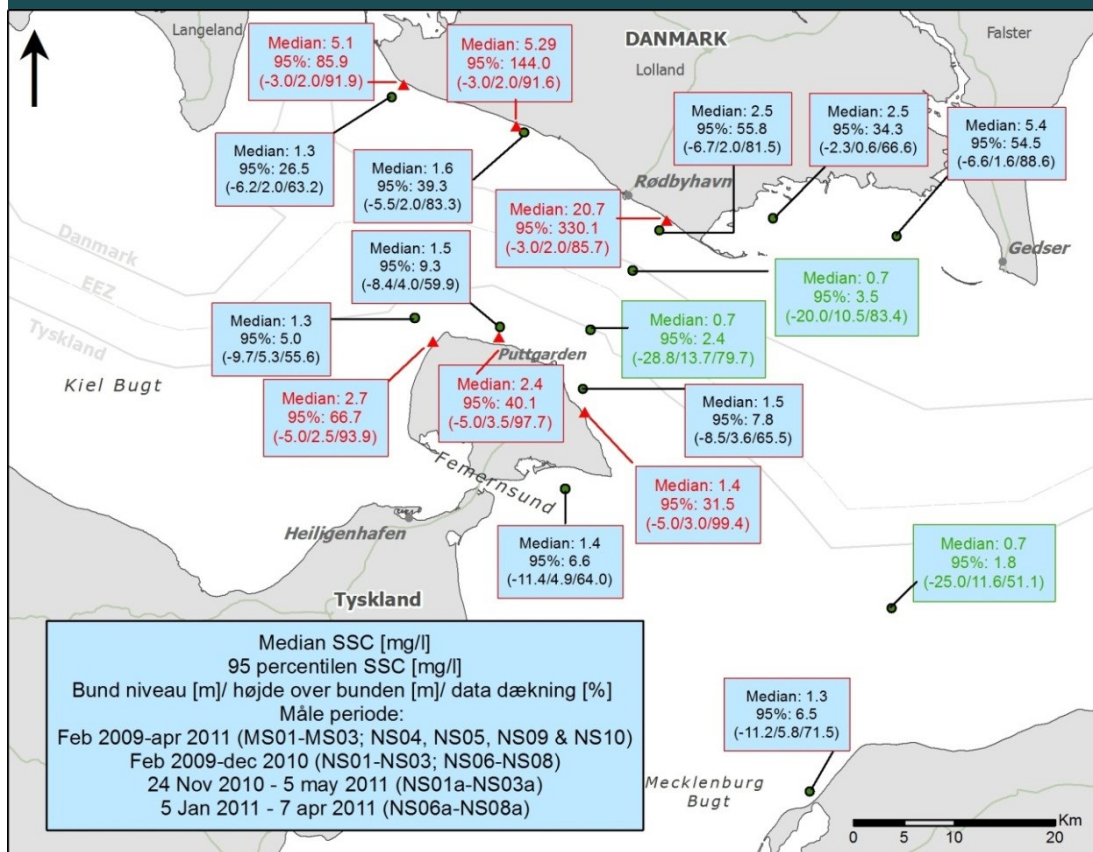
Eksempler på suspenderede koncentrationer langs Fehmarns nordkyst ved stationerne NS06-08 på ca. 8 m's vanddybde er vist på figur 10.1.2-25. Det ses, at koncentrationerne generelt er lave og her kun sjældent overskrider 50 mg/l. I forhold til den danske side er koncentrationerne på den tyske side i mindre grad styret af bølger og i højere grad af de lokale strømforhold.

FIGUR 10.1.2-25 Tidserier for koncentrationen af suspenderet sediment for de kystnære stationer ved Fehmarn, stationerne NS06, NS07 and NS08



Figur 10.1.2-26 viser 50 pct. og 95 pct. fraktiler af sedimentkoncentrationer i alle faste målestationer. Figuren viser endvidere bundniveau på stationen, højde over bunden af målingen og datadækning i måleperioden på positionen. Det fremgår, at koncentrationsniveauet generelt er lavt, men stiger med faldende vanddybde. Eksempelvis overskrides 330 mg/l i 5 pct. af tiden på 3 m's dybde i måleperioden i den kystnære zone langs Lollands kyst på positionen NS03a.

FIGUR 10.1.2-26 Statistik for suspenderet sedimentkoncentrationer fra de faste målestationer



Note: SSC = suspenderet sediment koncentration

Tabel 10.1.2-3 viser statistik for suspenderede koncentrationer på hovedstationerne MS01-03, nær bunden, midt i vandsøjlen og nær overfladen. Det ses, at koncentrationsniveauet typisk er ca. 2 mg/l, og at 5 - 7 mg/l overskrides 5 pct. af tiden på disse målestationer, hvor vanddybden er mellem 20 - 28 m.

TABEL 10.1.2-3 Oversigt over koncentrationsniveauer overskredet henholdsvis 50 pct. og 5 pct. af tiden på målestationerne MS01-03 tæt på bunden, midt i vandsøjle og nær overfladen

Målestation:	MS01 (7/3-09 - 1/5-11)			MS02 (29/3-09 - 1/5-11)			MS03 (30/3-09 - 1/5-11)		
	Overflade	Midt	Bund	Overflade	Midt	Bund	Overflade	Midt	Bund
Koncentration (mg/l)									
Middel	2,1	1,2	1,8	1,9	1,0	2,7	1,4	0,9	3,0
50 pct. fraktil	1,5	0,7	1,0	1,6	0,7	1,8	1,3	0,7	1,6
95 pct. fraktil	5,0	3,5	5,4	4,6	2,4	7,3	2,4	1,8	7,6
Data dækning pct.	49,3	83,4	87,9	69,3	79,7	75,7	75,8	51,1	59,5

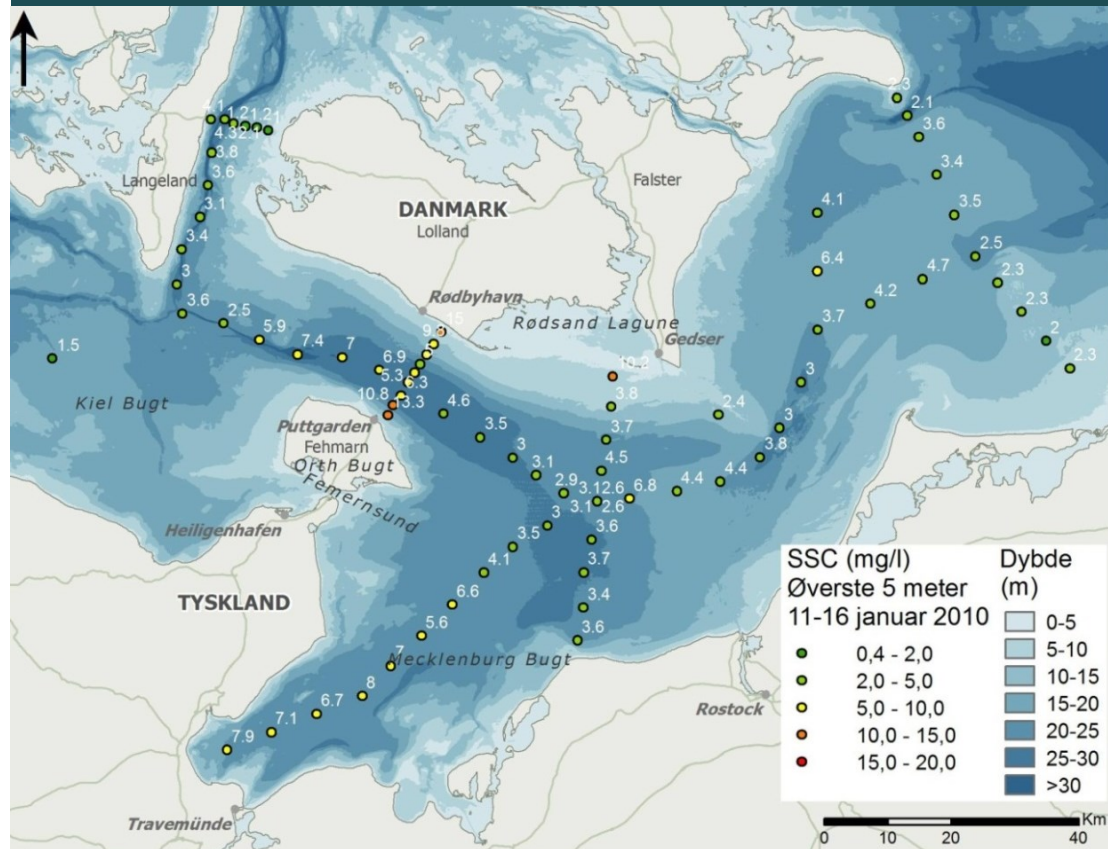
Statistik for suspenderede koncentrationer målt på de kystnære stationer fordelt på sæsoner er samlet i tabel 10.1.2-4. Det ses, at koncentrationerne er højere i efteråret og vinteren end forår og sommer, hvilket hænger sammen med den højere stormfrekvens i efterårs- og vintersæsonerne.

TABEL 10.1.2-4 Oversigt over koncentrationsniveauer overskredet henholdsvis 50 pct. og 5 pct. af tiden fordelt på sæsoner for de kystnære målestationer

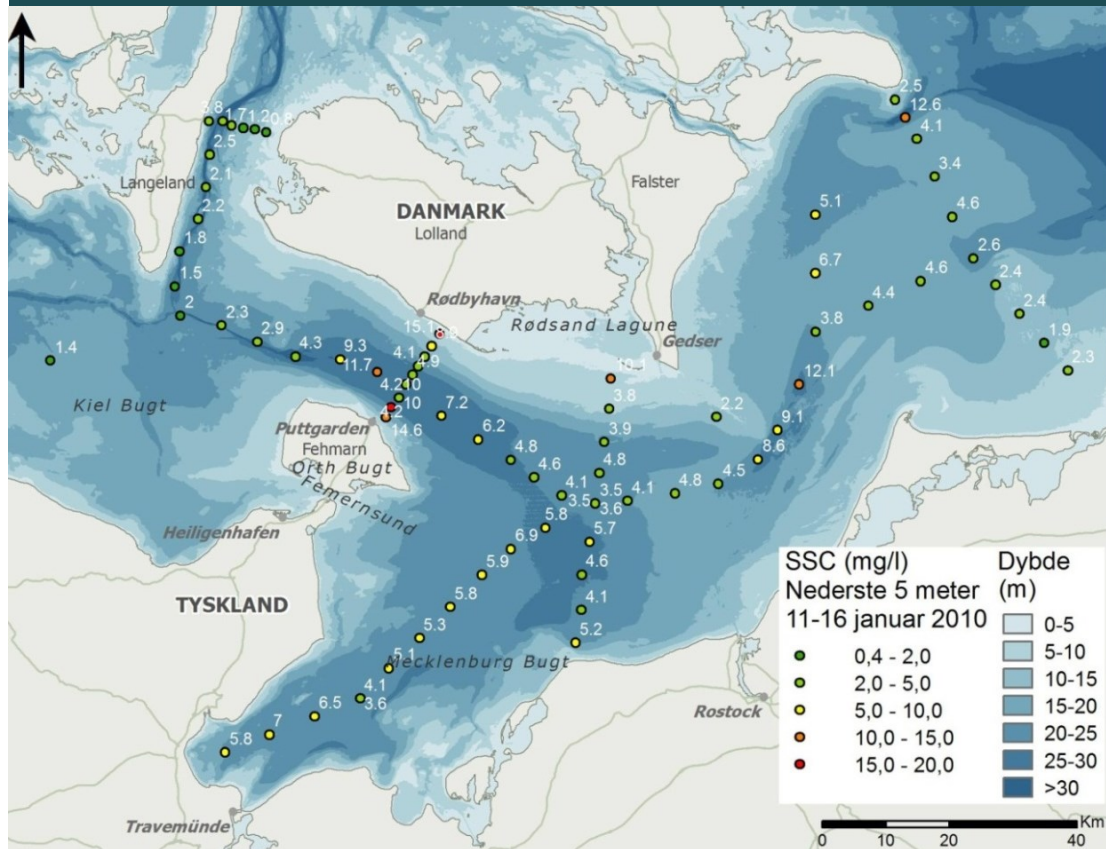
Målestation	NS0 1	NS0 2	NS0 3	NS0 4	NS0 5	NS0 6	NS0 7	NS0 8	NS0 9	NS1 0
Koncentration [mg/l]	Forår 2009/2010/2011: marts, april, maj									
50 pct. fraktil	0,8	1,1	1,8	2,6	3,9	1,0	1,1	1,0	1,2	1,2
95 pct. fraktil	2,3	4,5	13,2	24,2	28,8	2,7	3,8	4,1	3,8	3,8
Koncentration [mg/l]	Sommer 2009/2010: juni, juli, august									
50 pct. fraktil	1,2	1,5	1,7	1,8	3,1	1,0	1,3	1,4	1,1	1,1
95 pct. fraktil	7,2	11,7	10	6,5	28,7	3,3	3,9	2,9	2,4	2,9
Koncentration [mg/l]	Efterår 2009/2010: september, oktober, november									
50 pct. fraktil	2,8	2,3	2,9	4	8,4	1,5	1,7	1,8	1,5	1,4
95 pct. fraktil	28,4	46,4	22,8	58,4	67,3	5,9	10,7	14,0	6,6	7,0
Koncentration [mg/l]	Vinter 2009/2010: December, 2010/2011: januar, februar									
50 pct. fraktil	1,5	4	6,8	6,1	14,1	1,8	2,5	2,2	2,6	2,1
95 pct. fraktil	13,1	46,8	76,1	40,8	85,4	7,4	17,4	11,9	18,3	13,0
Målestation	NS01a	NS02a	NS03a	NS06a	NS07a	NS08a				
Koncentration [mg/l]	Forår 2011: marts, april									
50 pct. fraktil	3,0	2,6	7,9	3,1	2,6	1,4				
95 pct. fraktil	36,8	39,3	171,3	63,6	30,5	6,2				
Koncentration [mg/l]	Efterår 2010: november									
50 pct. fraktil	2,7	1,0	11,6	-	-	-				
95 pct. fraktil	103,1	13,7	158,9	-	-	-				
Koncentration [mg/l]	Vinter: december 2010, januar, februar 2011									
50 pct. fraktil	8,0	15,2	36,1	2,4	1,9	1,5				
95 pct. fraktil	99,0	208,9	432	68,5	43,0	40,4				

Resultater fra analyser af vandprøver fra de skibsbaserede målinger bekræfter, at det generelle koncentrationsniveau er lavt, lavere end 2 mg/l i roligt vejr. Den skibsbaserede målekampagne i januar 2010 er gennemført umiddelbart efter en tre dages periode med kraftig nordøstlig vind op til 14 m/s. Figur 10.1.2-27 og figur 10.1.2-28 viser gennemsnitlige koncentrationsniveauer målt i de øverste henholdsvis nederste 5 m af vandsøjlen i målepunkterne. Det ses, at koncentrationerne typisk når 3 - 7 mg/l over hele vandsøjlen i hele området fra Langelandsbæltet til Arkona - Klintholm i en sådan hårdvejrssituation.

FIGUR 10.1.2-27 Eksempel på suspenderede koncentrationer målt i en hårdvejrssituation i de øverste 5 m af vandsøjlen

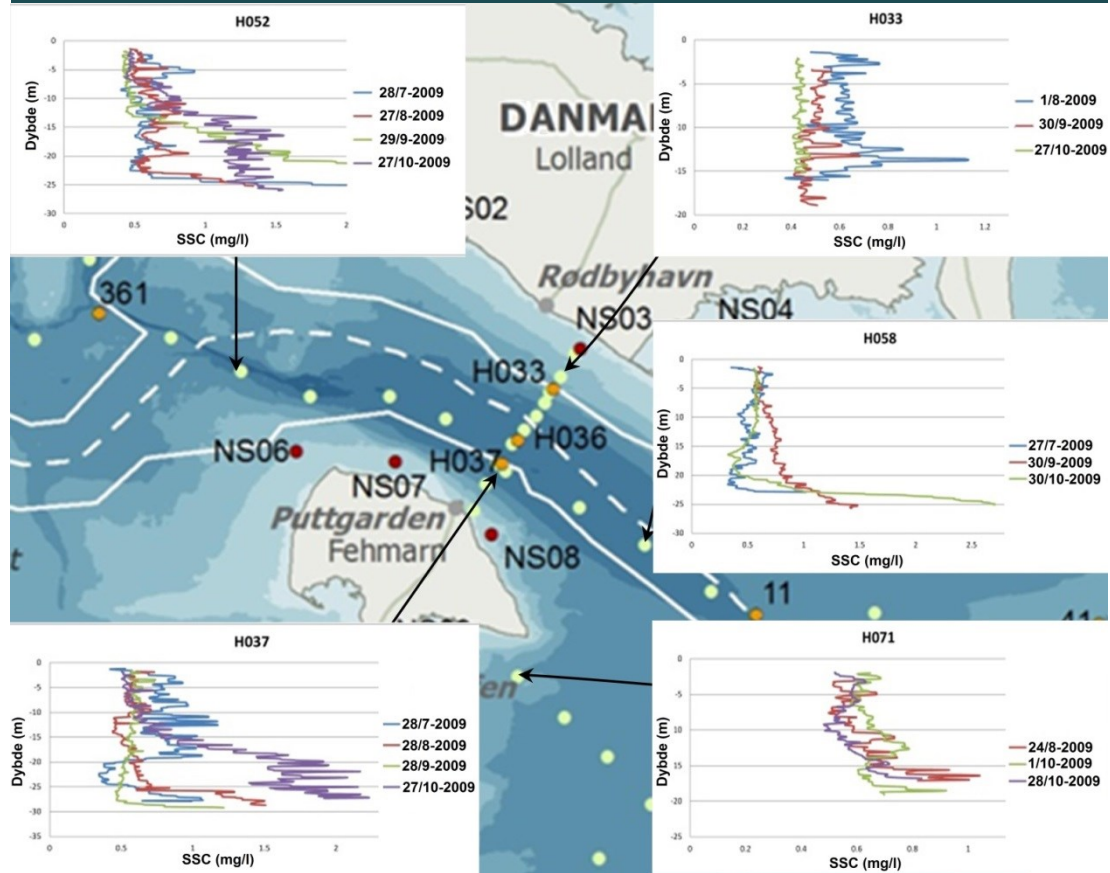


FIGUR 10.1.2-28 Eksempel på suspenderede koncentrationer målt i en hårdvejrssituation i de nederste 5 m af vandsøjlen



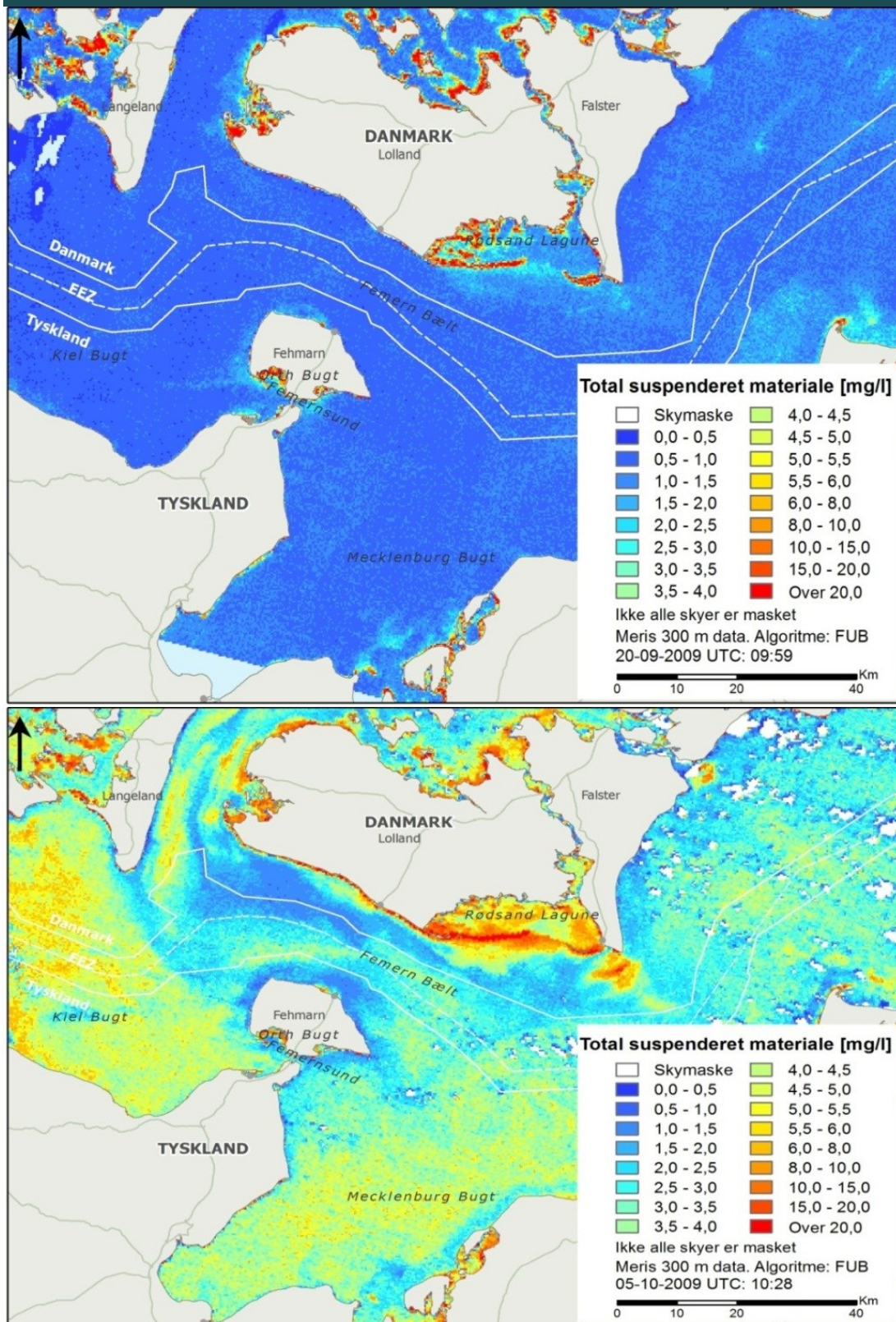
Eksempler på vertikale profiler af suspenderet sedimentkoncentrationer målt under togterne er vist på figur 10.1.2-29. Effekten af lagdeling kan ses på de dybere stationer med en højere SSC i de dybere vandlag.

FIGUR 10.1.2-29 Eksempler på SSC profiler fra togt-stationer



Analyser af satellitbilleder fra både stillevejrssituationer og hårdvejrssituationer bekræfter, at koncentrationsniveauet generelt er lavt, men at det er betydeligt højere i situationer med kraftig vind. Eksempler på analyserede satellitbiller er vist i figur 10.1.2-30.

FIGUR 10.1.2-30 Kort over beregnede koncentrationer i overfladen i stille vejr (øverst) og efter storm (nederst) begge baseret på satellitbilleder



Note: Data fra et satellitbillede optaget 20. september 2009 i stille vejr (øverst) og 5. oktober 2009 efter en storm (nederst). Bemærk: Koncentrationerne fremstår overvurderet i de lave områder på grund af refleksion fra bunden

En yderligere kilde til data fra feltstudierne er sedimentfælder. Analyser har vist, at akkumulering af sediment i fælderne fortrinsvist stammer fra stormperioder, hvor bølger har suspenderet større mængder sand. Prøverne indeholdt mellem 20 - 82 pct. sand (kornstørrelse > 0,063 mm). Dette har resulteret i en noget større SSC end målt med turbiditets-instrumenterne målt på de samme positioner. Dette skyldes, at korrelationen mellem NTU og koncentrationen af suspenderet materiale kun er foretaget for fint materiale (< 0,063 mm), og at den høje andel af sand påvirker korrelationsfaktoren. Tager man hensyn til dette, bekræfter resultaterne fra sedimentfælderne korrelationsfaktoren for fint sediment og høje koncentrationer i stormvejr.

Sigtdybde

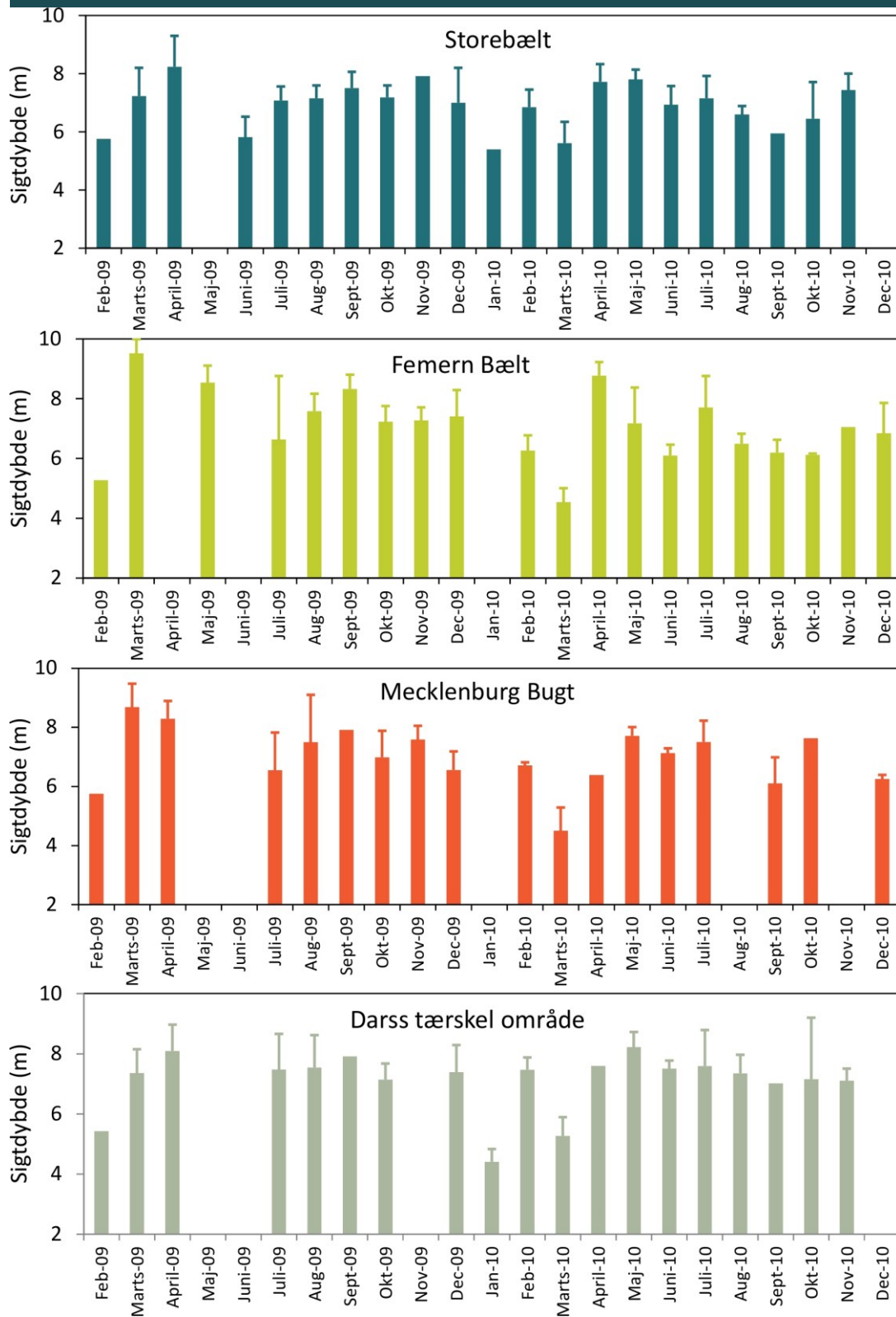
Sigtdybden blev beregnet fra dybdeprofiler af lyssvækkelsen målt med lyssensorer (én placeret på skibet og én på den profilerende CTD-sonde). CTD-sonden måler ledningsevne, temperatur og dybde i vandsøjlen. Sigtdybden afhænger af vandets indhold af organisk stof (opløst og partikulært – levende og dødt) og suspenderede uorganiske partikler. Planteplankton spiller en vigtig rolle for variationer i sigtdybden på grund af indhold af klorofyl og andre lysabsorberende pigmenter.

Sigtdybden varierede mellem 4,5 - 9 m inden for undersøgelsesområdet, hvor den tidlige variation var væsentlig større end forskellen mellem delområderne (figur 10.1.2-31). Sigtdybden var lav under forårsopblomstringen i 2009 (februar) og 2010 (marts) og højest 1 - 2 måneder efter forårsopblomstringen. I efteråret varierede sigtdybden mellem 6 - 7,5 m og var væsentligt større end under forårsopblomstringen. De laveste sigtdybder 4 - 4,5 m blev målt i januar 2010 få dage efter en kraftig vindperiode og med forhøjede koncentrationer af suspenderet stof (3 - 7 mg/l) i vandet.

Der var tendens til aftagende sigtdybder fra Østersøen mod Storebælt (Darss-tærsklen: 7,10 m, Mecklenburg Bugt: 7,00 m, Femern Bælt: 7,05 m, Storebælt: 6,90 m), men tendensen var ikke statistisk signifikant, ligesom der heller ikke var forskelle mellem delområderne.

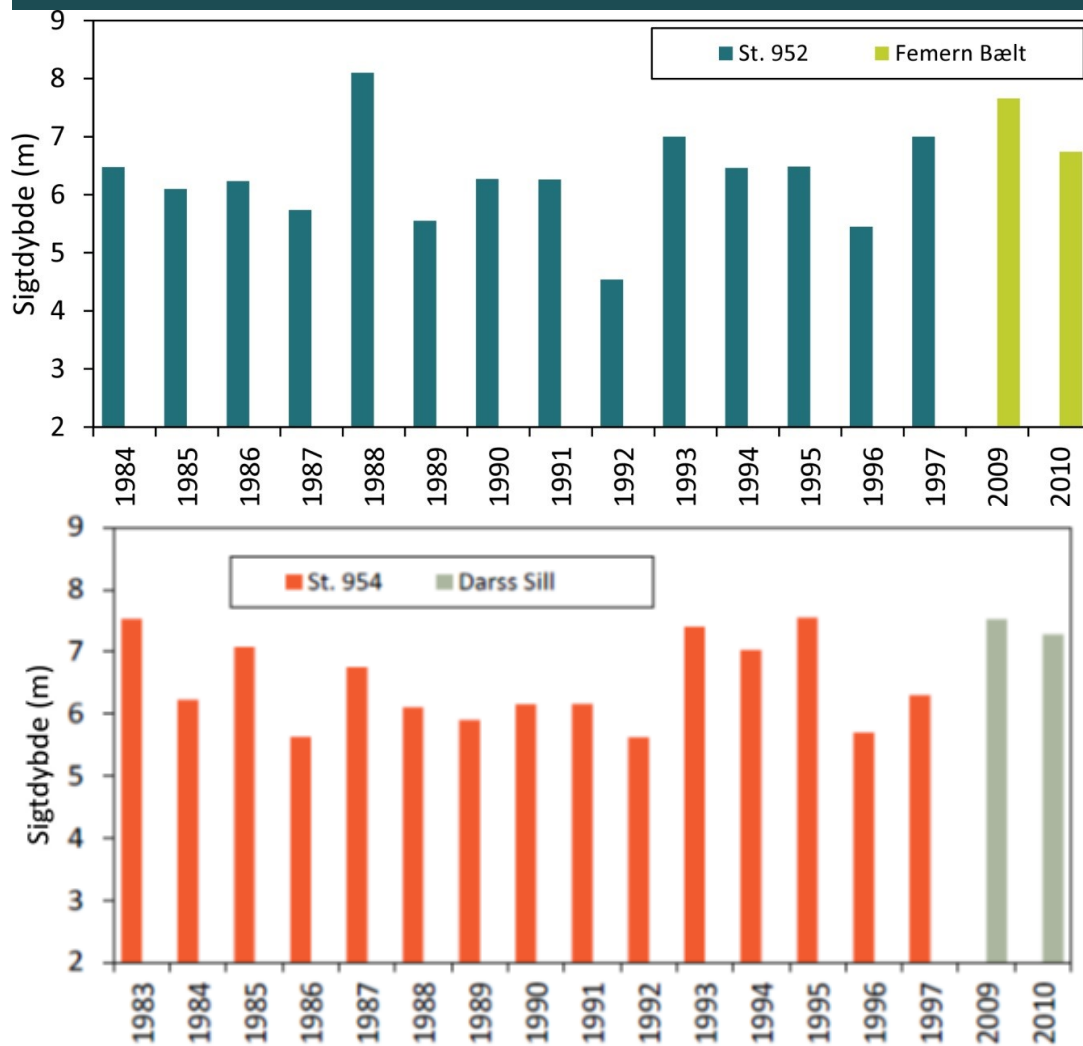
Der foreligger historiske data af sigtdybden ca. 100 år tilbage i tiden. Før 1940 var den gennemsnitlige sigtdybde i Bælthavet lidt over 9 m men på grund af en øgning af de menneskeskabte belastninger med næringsstoffer og øget planktonproduktion, nåede sigtdybden et lavpunkt på ca. 6,5 m i perioden 1980 - 1995. Nyere historiske data fra Femern Bælt og Darss-tærskelområdet viser sigtdybder mellem 4,5 m - 8,1 m (figur 10.1.2-32) med gennemsnitsværdier, der er ca. 1 m lavere end i 2009 og 2010. Variationen i de historiske data er dog betydelige, og målingerne fra 2009 - 2010 ligger inden for variationen i de nyere historiske data.

FIGUR 10.1.2-31 Månedsmidler af sigtdybde (+standard afvigelsen) opdelt i fire delområder



Note: Y-aksen begynder ved 2 m. Hvert gennemsnit er baseret på målinger fra 6 - 11 stationer

FIGUR 10.1.2-32 Historiske sigtgybder fra Femern Bælt (St. 952) og Darss-tærskel-området (Gedser Rev; St. 954)



Note: Data fra det danske overvågningsprogram NOVANA (gennemsnit: maj - oktober). Til sammenligning er vist data fra undersøgelserne i 2009 - 2010

Ilforhold

Høje iltkoncentrationer er nødvendige for at opretholde et sundt og diversit benthisk økosystem. Hvis eller når iltkoncentrationen falder under 4 - 5 mg O₂/l, bliver forholdene for organismer, der lever på og i havbunden, gradvist forværret.

Bælthavet har en naturlig tilbøjelighed for problemer med iltindholdet på grund af svage tidevandsstrømme og estuarine cirkulationsforhold, der forårsager lagdeling. Dette medfører, at det tunge bundvand adskilles fra overfladevandet og hindrer tilførslen af ilt. Sommer- og efterårskoncentrationer af ilt i bundvandet er faldet signifikant mellem 1960 - 1990 i Femern Bælt (Rasmussen et al. 2003) primært som følge af en stigende næringsstofftilførsel til Bælthavet men også stigende temperatur og lavere vindaktivitet om sommeren i perioden 1980 - 2005 kan have haft indflydelse.

Tilstrømning af iltrigt vand på grund af trykforskelle (advektion) og vertikal opblanding i sommer- og efterårsperioden er de vigtigste styrende kræfter i forhold til iltindholdet i bundvandet.

Iltindholdet i bundvandet ved stationerne MS02 i Femern Bælt på 26,5 m dybde og MS03 i Mecklenburg Bugt på 23,1 m dybde varierede mellem 12 mg O₂/l (fuld mættet) om vinteren til et

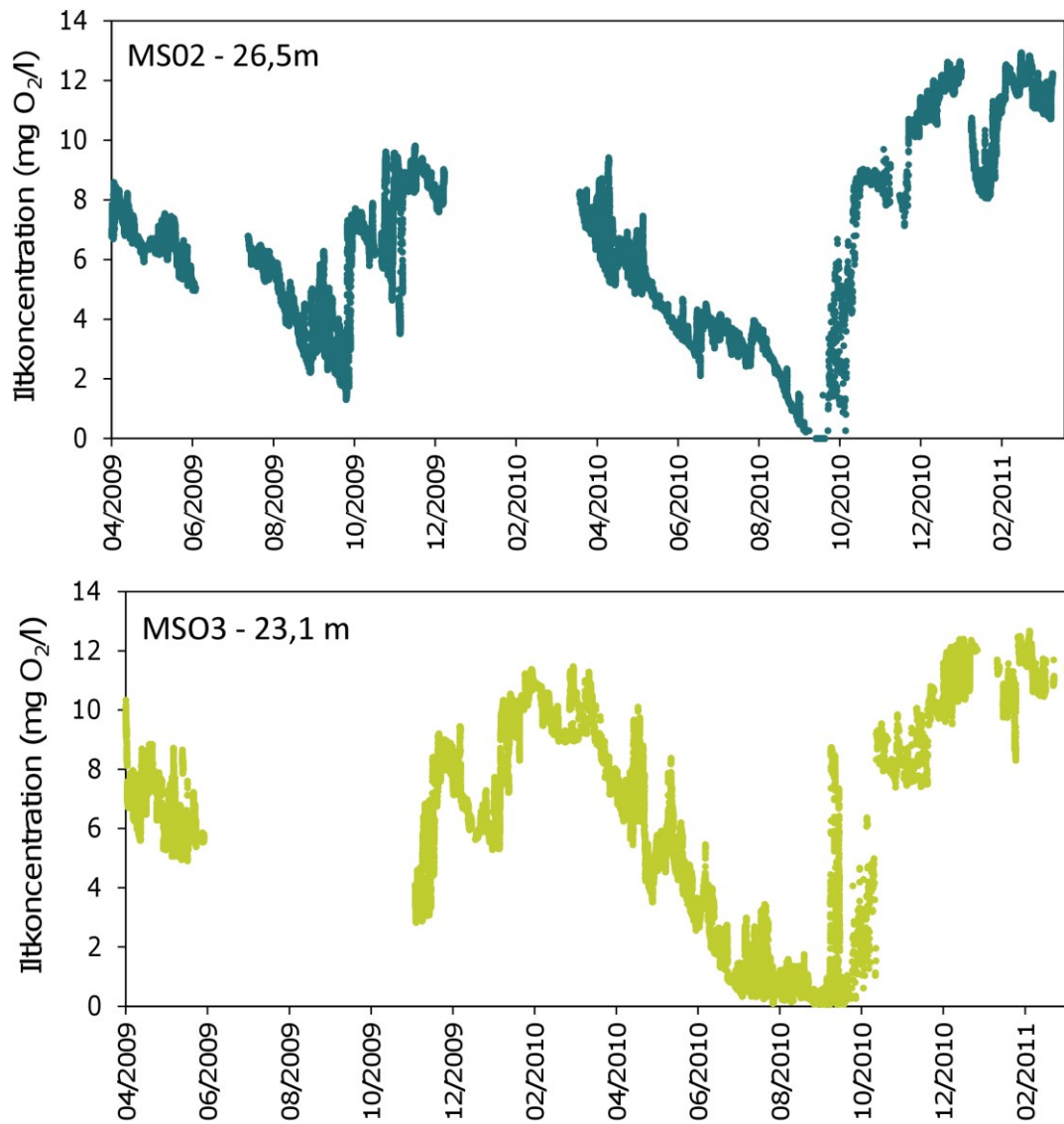
minimum på under 2 mg/l i det tidlige efterår (figur 10.1.2-33). Iltforholdene var dog forskellige i 2009 og 2010. Ved bøjestationen i Femern Bælt (MS02) blev der målt minimumskoncentration i slutningen af september 2009, men iltkoncentrationen nåede ikke under 1 mg O₂/l. I 2010 reduceredes ilten til under 1 mg/l i begyndelsen af september, og faldet fortsatte til midten af september. Herefter var der en periode på ca. to uger med iltfrie forhold i bundvandet. Forskellen mellem 2009 og 2010 skyldes kraftige vinde fra slutningen af august til begyndelsen af september i 2009. Dette medførte en stigning i bundvandets iltkoncentration på 2 - 3 mg O₂/l (figur 10.1.2-33).

Iltforholdene i 2010 var endnu ringere i Mecklenburg Bugt (MS03). I juli 2010 lå iltkoncentrationen under 1 mgO₂/l i 47 pct. af tiden, under 1 mgO₂/l i 71 pct. af tiden i august og under 1 mgO₂/l i 82 pct. af tiden i september. Forskellen mellem stationerne kan skyldes en kombination af flere faktorer så som forskelle i sedimentets iltforbrug, højde og ventilation af bundvand. Forskellen kan ses i koncentrationsfaldet om sommeren i 2010, hvor hældningen var ca. 30 pct. mere negativ i Mecklenburg Bugt end i Femern Bælt.

I sommeren og efteråret 2010 forekom der meget lave iltkoncentrationer i alle dybere dele af Femern Bælt (figur 10.1.2-34 og figur 10.1.2-35). I juni 2010 var iltforholdene generelt gode i Storebælts delområde, lidt lave i Femern Bælt (2 - 4 mg/l) og endnu lavere i Mecklenburg Bugt delområdet. I august 2010 er iltkoncentrationen faldet yderligere og har nærmet sig helt iltfrie forhold i Mecklenburg Bugt (figur 10.1.2-34).

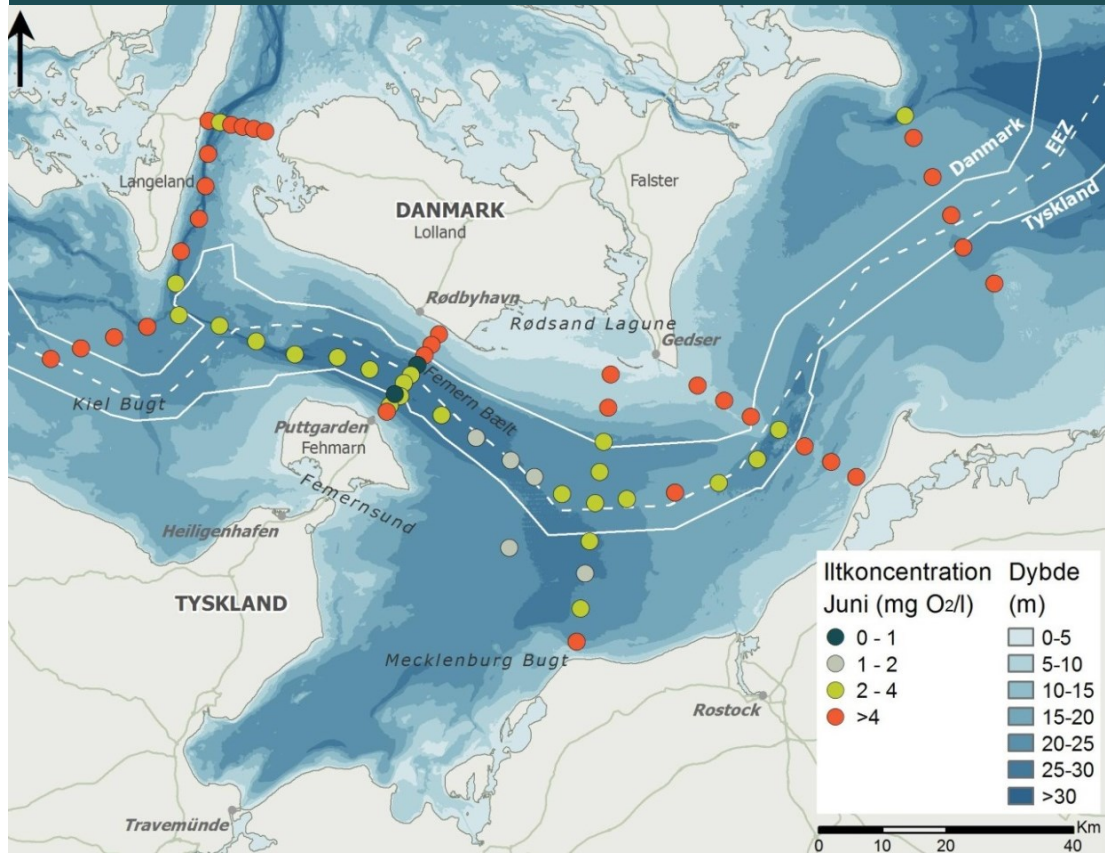
I september 2010 er der målt meget lave iltkoncentrationer i de dybe dele af Kiel Bugt (sydlige del af Storebælt delområdet), i den central dybe del af Femern Bælt delområdet og i de sydlige dele af Mecklenburg Bugt (figur 10.1.2-35). I oktober er der målt meget lave iltkoncentrationer i de østlige dele af Femern Bælt og i Mecklenburg Bugt. Ændringerne i fordelingen af ilt tyder på en østgående advektion af iltfattigt vand.

FIGUR 10.1.2-33 Tidsserier af iltkoncentration i bundvand ved bøjestationen MS02 i Femern Bælt og ved bøjestationen MS03 i Mecklenburg Bugt



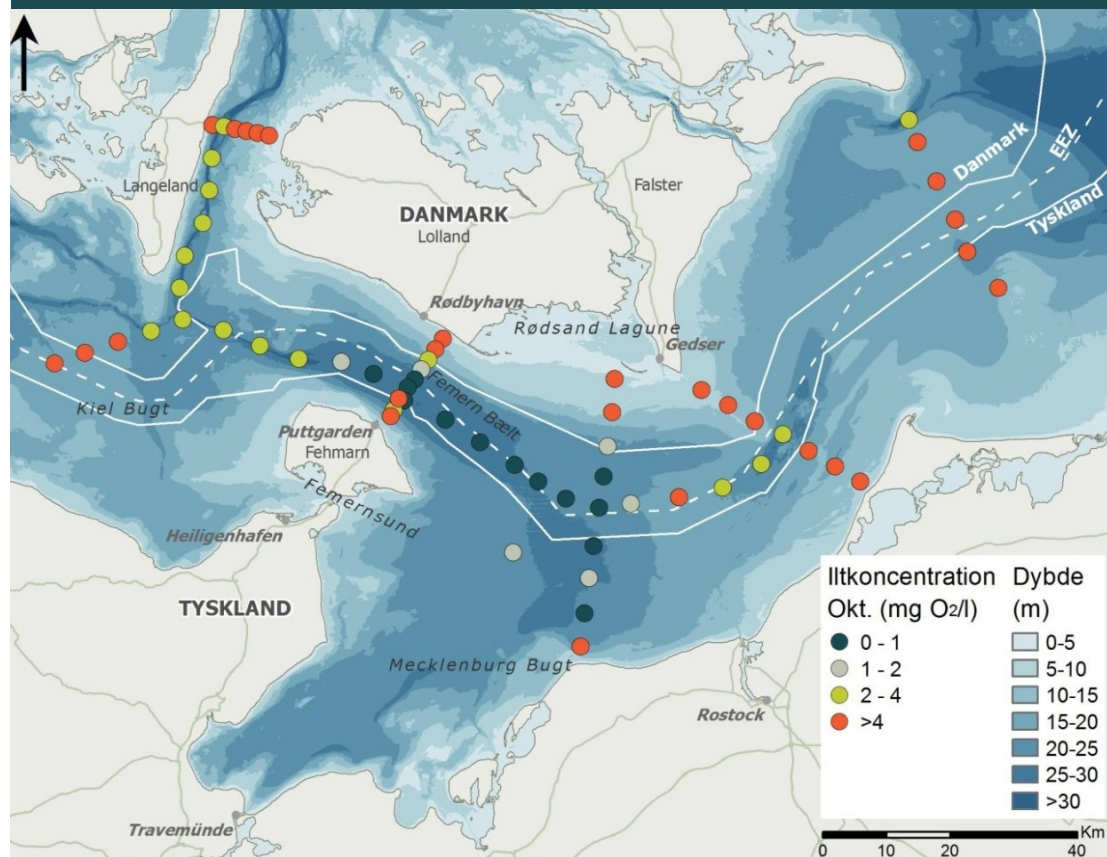
Note: Iltten blev målt hvert 10. minut

FIGUR 10.1.2-34 Koncentration af ilt nær bunden i juni og august 2010



Note: CTD kortlægning

FIGUR 10.1.2-35 Koncentration af ilt nær bunden i september og oktober 2010

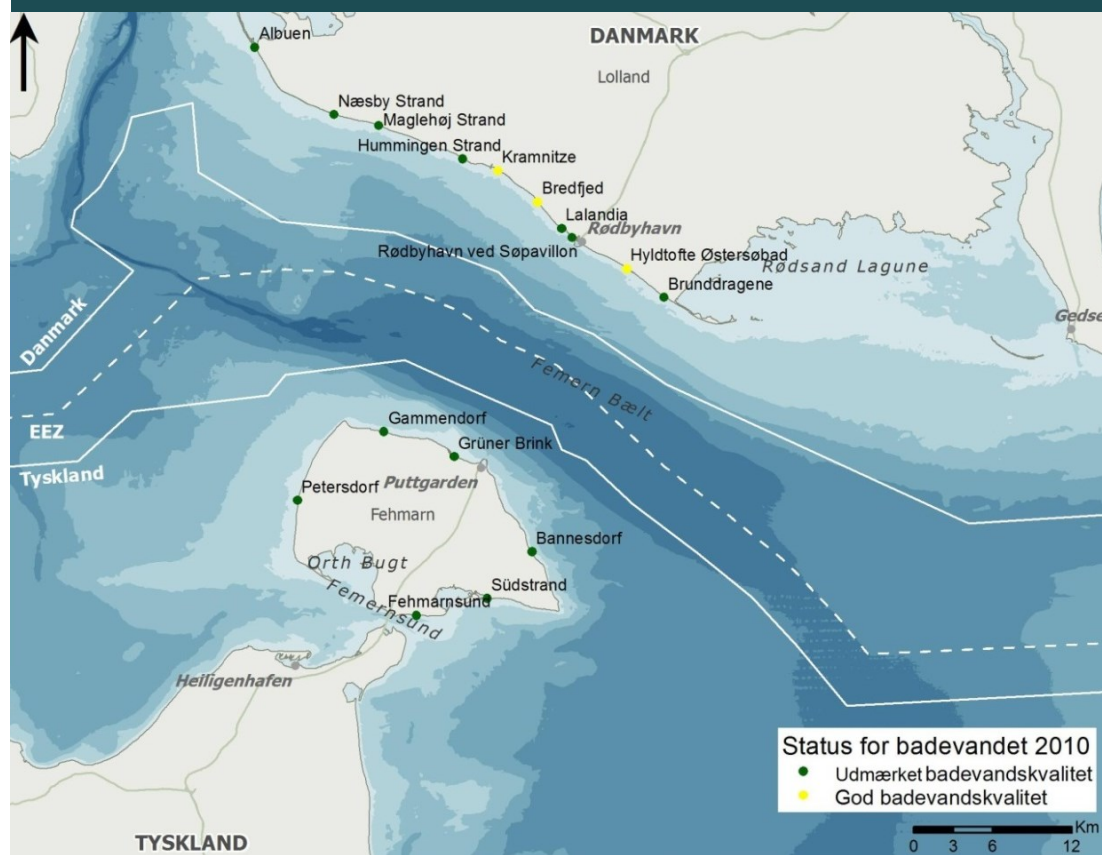


Note: CTD kortlægning

Badevandskvalitet

Der er 16 officielle badestrande i Femern Bælt, 10 på Lolland og seks på Fehmarn. Kvaliteten af badevandet overvåges regelmæssigt i sæsonen, og status udtrykkes ved såkaldte "badevandsprofiler", der dels afspejler den bakteriologiske tilstand (koncentration af fækale colibakterier (E. coli, tarmbakterier) og enterokokker (fækale streptokokker) og tilstedeværelse af potentielle kilder til fækale bakterier. Blandt de 16 strande havde 13 den højeste status i 2010, mens tre strande på Lolland (Kramnitze, Bredfjed og Holeby Østersøbad) havde en lavere, men stadig god badevandskvalitet i 2010 (figur 10.1.2-36).

FIGUR 10.1.2-36 Status af badevandskvaliteten i 2010 ved de 16 officielle strande i Femern Bælt



10.1.3 Sedimenter og bundformer

Havbundssedimenter og havbundsmorfologi er emner, der vedrører havbundens tilstand herunder materialevandring samt de varierende former på havbunden i Femern Bælt. Havbundens tilstand har betydning for både bundfauna og bundvegetation.

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af havbundssedimenternes fysiske og kemiske sammensætning, af materialevandringen af ikke-kohæsive sedimenter, hvor partiklerne ikke hæfter sig til hinanden (sand og grovere sedimenter) langs havbunden og af de dynamiske bundformer som f.eks. sandbølger i Femern Bælt. Finere havbundsmateriale (silt, ler) i vandfasen er omtalt i afsnit 10.1.2 Vandkvalitet. Omfang af undersøgelserne og de anvendte metoder er fastlagt i Scoping-rapporten. Ud fra ovenstående er dette afsnit opdelt i følgende underafsnit:

- Datagrundlag og metoder
- Fysiske forhold for havbundssedimenter
- Kemiske forhold for havbundssedimenter
- Materialevandring af havbundssedimenter
- Bundformer

Undersøgelsesområdet for havbundssedimenter og morfologi er den centrale del af Femern Bælt. Havbundsmorfologi i havområder uden for 6 m's vanddybde omtales i dette afsnit (figur 10.1.3-4). Området fra 6 m's vanddybde til kysten er beskrevet i afsnit 10.1.4 (Kystmorfologi).

Dette afsnit refererer til baggrundsrapporterne:

- FEHY 2013 Marine Soil Baseline – Sea Bed Morphology of the Fehmarnbelt Area E1TR0056 Vol I

- FEHY 2013 Marine Soil Baseline – Sediment Chemistry of the Fehmarnbelt Area E1TR0056 Vol II

Datagrundlag og metoder

Kortlægning af havbundens eksisterende forhold er baseret på analyser af et detaljeret data-materiale, resultater fra modellering af strøm- og bølgeforhold og af materialevandringen.

Udover de naturlige processer og materialer og den heraf resulterende havbundsmorfologi er der lokalt på havbunden menneskeskabte påvirkninger (eksisterende belastninger). Dette gælder de særskilte mindre områder, hvor der er givet tilladelse til sandindvinding eller deponering samt havneområder og dertil knyttede mindre områder, hvor der foretages uddybning. Disse lokale påvirkninger i Femern Bælt og den mere udbredte forstyrrelse af havbunden ved fiskeri med bundslæbende redskaber vurderes samlet set for havbundens sedimenter og bundformer at være små og ubetydelige, men vil naturligvis indgå med større vægt i vurderingen af de eksisterende forhold for de marinbiologiske forhold.

Målinger og modeller for strøm- og bølgeforhold

Analyser af strøm- og bølgeforhold til beregning af materialevandringen på havbunden er baseret på målinger og modelberegninger:

Strøm

- Målinger af strømhastigheder og -retninger ved de to hovedstationer MS01 og MS02 beliggende i linjeføringsområdet i Femern Bælt (figur 10.1.3-10)
- Den anvendte strømningsmodel er kalibreret mod målte bundnære strømhastigheder og -retninger fra MS01 og MS02 for perioden marts 2009 - oktober 2009
- Modellerede strømforhold for året 2005 er anvendt til at beregne materialevandringen

Bølger

- Målinger af bølgehøjder, bølgeperioder og bølgeretninger ved de to hovedstationer siden marts 2009
- Modellerede bølgeforhold i Femern Bælt for året 2005 er anvendt til at beregne materialevandringen

En speciel version af den lokale højopløselige hydrodynamiske strømmodel, MIKE 3 (afsnit 12.2 Hydrografi) var nødvendig for at beregne materialevandringen. I den specielle version er beregningsnettet ved havbunden gjort mere finmasket, og modellen er kalibreret (tilpasset til målinger) ved at justere på bundruheden med det formål at opnå en god repræsentation af de bundnære strømhastigheder.

Materialevandringen i Femern Bælt foregår især i perioder med relativt høje strømhastigheder. Den kritiske strømhastighed for mobilisering af sediment i Femern Bælt er omkring 0,2 m/s i 3 m's højde over bunden (kornstørrelse på 0,1 mm).

Ved MS01, som ligger på 20 m's vanddybde, er strømhastigheder på op til 0,40 m/s målt 3 m over havbunden i sommerperioden, mens strømhastighederne om efteråret nåede værdier over 0,60 m/s. Ved MS02, som ligger på 29 m's vanddybde, er de bundnære strømhastigheder generelt lavere end ved MS01. Gennem sommeren nåede de maksimale strømhastigheder op på omtrent 0,30 m/s 3 m over havbunden, mens strømhastighederne om efteråret nåede op på omkring 0,50 m/s.

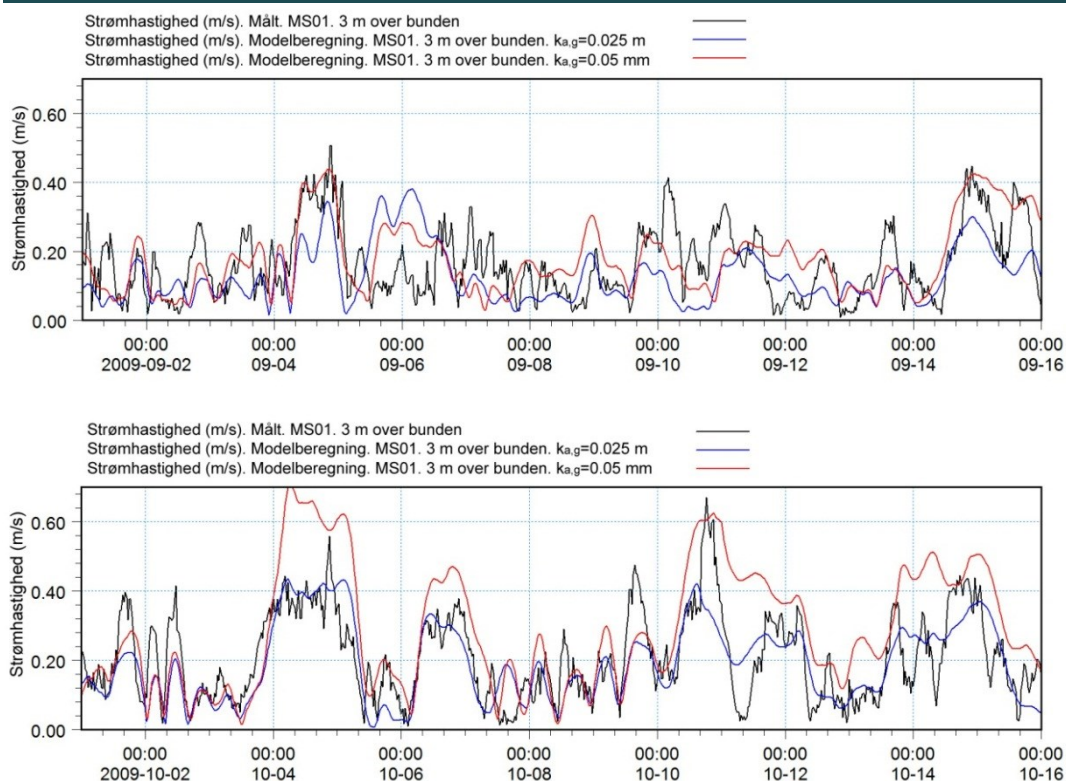
Figur 10.1.3-1 og figur 10.1.3-2 viser eksempler på kalibreringen af de beregnede strømhastigheder til målinger ved MS01 og MS02. Hændelser med store strømhastigheder, der er de vigtigste for beregningen af materialevandring, bliver bedre modelleret ved en lav bundruhed, $k_{a,g} = 0,05$ mm end ved en større bundruhed på $k_{a,g} = 0,025$ m. Bundruheden, $k_{a,g}$, er i strømmodellen en længdeskala, der i princippet repræsenterer havbundens ruhed. Havbundens ruhed er typisk afhængig af havbundssedimenternes kornstørrelse, men også andre elementer på havbunden bidrager til havbundens ruhed, så som f.eks. vegetation, bundfauna, ujævnheder og bundformer.

I strømmodellen er bl.a. opløsningen i beregningsnettet så grov (horisontalt ca. 1.000 m og vertikalt omtrent 0,25 - 1 m), at ruhedparameteren, $k_{a,g}$, ikke kan tilskrives en direkte sammenhæng med de fysiske ruhedselementer på bunden og må anses for en kalibreringsparameter.

Under en kraftig strømhændelse i begyndelsen af oktober overvurderer strømmodellen med den lave ruhed strømhastighederne ved MS01 såvel som ved MS02, og ved MS02 også ved en hændelse senere i oktober. Ved andre hændelser er de modellerede strømhastigheder mindre end de målte. For en højere bundruhed blev strømhastighederne under de kraftige hændelser i højere grad generelt undervurderet. Strømmodellen med den lave bundruhed er derfor anvendt til beregninger af materialevandringen.

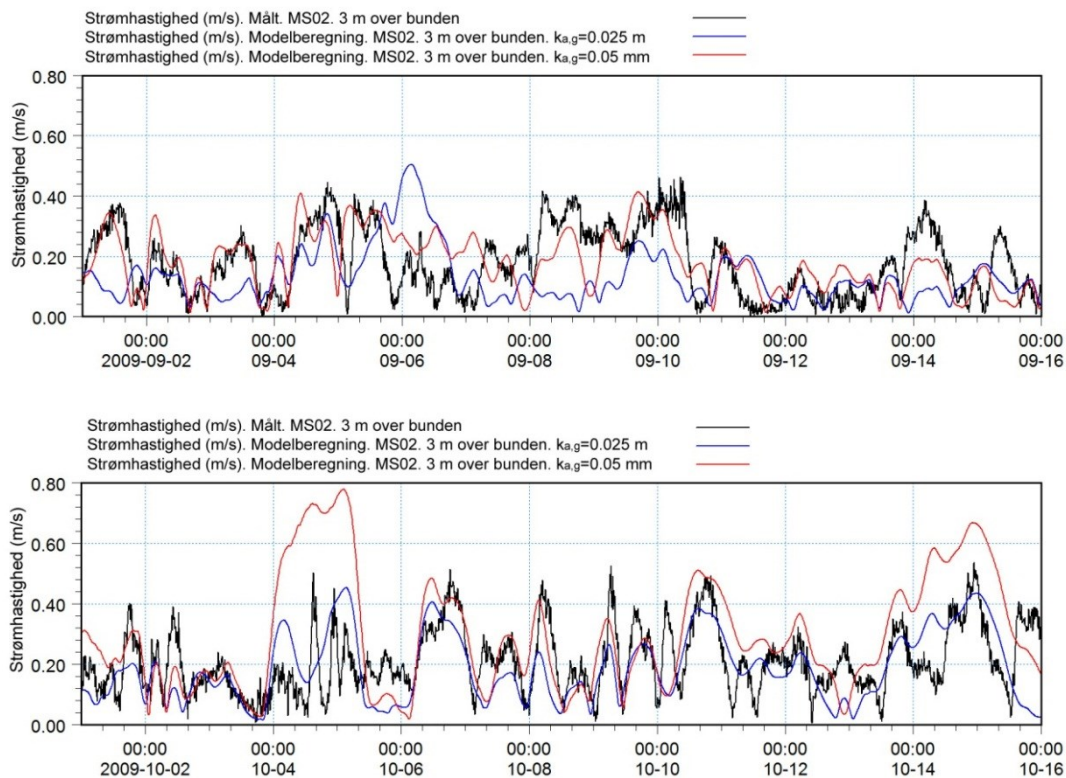
Den samlede vurdering er, at strømmodellen reproducerer størrelsen på målte strømhastigheder med tilstrækkelig nøjagtighed til at danne grundlag for sedimenttransportvurderingerne. Det skal bemærkes, at 2005 er anvendt som modelår for sedimenttransportberegningerne og de modellerede strømhastigheder for 2005 udviser ikke hændelser med så høje modellerede hastigheder (0,6 - 0,7 m/s) ved bunden, som er tilfældet i beregningerne for 2009. Bølgemålinger er beskrevet under i afsnit 10.1.1. Hydrografi. De generelle bølgemodeller, som er anvendt i materialevandringberegningerne, er omtalt i det senere afsnit 12.2.

FIGUR 10.1.3-1 Sammenligning af målte og modellerede strømhastigheder MS01



Note: Sorte kurver viser målte strømhastigheder. Blå og røde kurver viser modellerede strømhastigheder med bundruhed $k_{a,g} = 0,025$ m henholdsvis $k_{a,g} = 0,05$ mm. $k_{a,g}$ er den overordnede ruhedparameter i strømmodellen (g,a: "global, -apparent roughness"). Strømhastigheder 3 m over havbunden ved station MS01 i to 2-ugers perioder i begyndelsen af september og oktober 2009

FIGUR 10.1.3-2 Sammenligning af målte og modellerede strømshastigheder ved MS02



Note: Sorte kurver viser målte strømshastigheder. Blå og røde kurver viser modellerede strømshastigheder med bundruhed $k_{a,g} = 0,025$ m henholdsvis $k_{a,g} = 0,05$ mm. $k_{a,g}$ er den overordnede ruhedsparameter i strømmodellen (g.a.: "global, "apparent roughness"). Strømshastigheder 3 m over havbunden ved station MS02 i to 2-ugers perioder i begyndelsen af september og oktober 2009

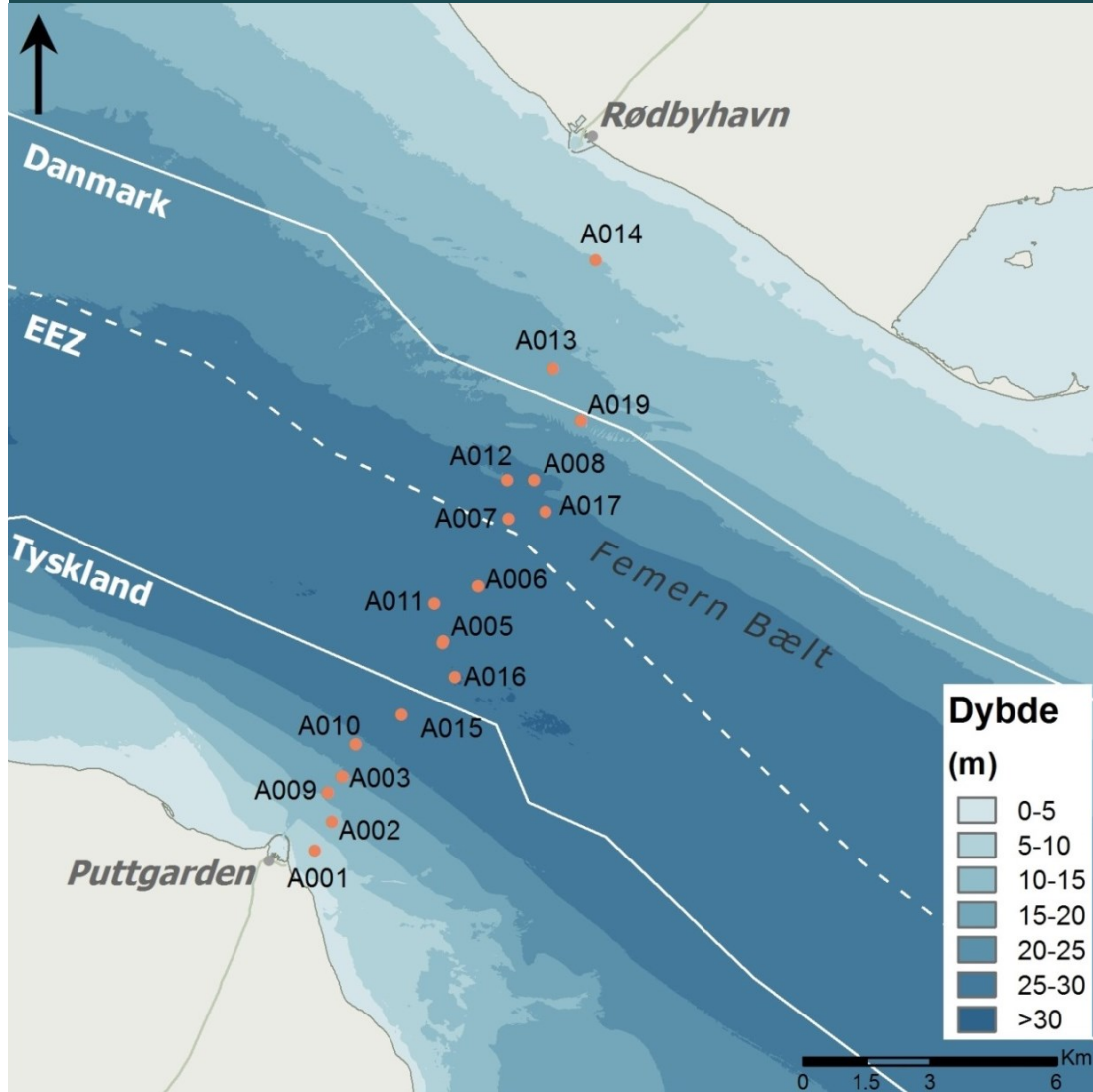
Fysiske og kemiske prøvetagninger/analyser af sediment

Bundsedimenternes karakteristika, hvad angår indhold af organisk stof og kemiske stoffer, er undersøgt i sedimentsøjler indsamlet med "gravity corer" under et togt den 11. - 12. november 2009. Prøvetageren består af et 8 cm (diameter) rør af rustfrit stål med et indre PVC-rør, som kan skiftes. Prøverne blev opbevaret i PVC-rørene indtil videre forarbejdning. "Gravity corer" kan forsynes med vægte (op til 200 kg), så det er muligt at optage sedimentkerner på op til 3 m's længde. På lavt vand domineret af sand var de optagne kerner mindre end 0,5 m.

Positioner for indsamling af sedimentkerner er vist i figur 10.1.3-3. Stationerne ligger tæt ved de positioner, hvor der blev udtaget geotekniske boreprøver i sommeren 2009.

De gennemførte laboratorieanalyser er vist i oversigtlig form i tabel 10.1.3-1. De anvendte analysemetoder følger internationale standarder. Se baggrundsrapporten FEHY 2013 for detaljer.

FIGUR 10.1.3-3 Lokalteter hvor der er indsamlet sedimentkerner til analyse for forureninger, kornstørrelser og eksperimenter med lyssvækkelse og faldhastighed



TABEL 10.1.3-1 Oversigt over kemiske analyser udført på indsamlet sediment med angivelse af prøvetagningsdybde

Station	A0xx-1 0 - 30 cm	A0xx-2 30 - 60 cm	A0xx-3 60 - 100 cm
A001	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP	-	-
A002	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP, TBT	LOI, OD, N, P, M, Rel	-
A003	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP	-	-
A005	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP, TBT	LOI, N, P, M	-
A006	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP, TBT	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP	LOI, OD, N, P, Rel
A007	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP, TBT	LOI, OD, N, P, Rel, M	-
A008	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP	LOI, OD, N, P, Rel, M	LOI, OD, N, P, Rel, M
A011	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP, TBT	-	-
A013	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP	-	-
A016	C, POP, POP-cm	-	-
A017	C, POP, POP-cm	-	-
A019	C, LOI, OD, N, P, Rel, M, POP	LOI, OD, N, P, Rel, M	-

Note: C – total organisk kulstof TOC, LOI – glødetab, OD – iltforbrug af sediment, N – total kvælstof, DIN – opløst uorganisk kvælstof (sum af nitrit, nitrat og ammonium), P – total fosfor, Rel – frigivelse af næringsstoffer, M – tungmetaller, POP – persistente organiske forureninger, POP-cm – POP i dybdeprofiler i cm, TBT – tributyltin

De fysiske egenskaber ved havbundens sedimenter er kortlagt ud fra prøvetagninger i det øverste lag af havbundens materiale (1998 og 2009), geotekniske boreprøver, laboratorieanalyser, substratkortlægning, dykkerobservationer af sedimenter og vegetation (2009) og litteratur.

Prøverne er analyseret for kornstørrelsesfordelingskurver, d_{50} , og σ_g . Mediankornstørrelsen, d_{50} , er den kornstørrelse, hvor 50 pct. af materialet har en mindre diameter, og 50 pct. har en større diameter. Homogeniteten af havbundsmaterialet er beskrevet ved σ_g , den geometriske standardafvigelse, $\sqrt{d_{86}/d_{14}}$.

Substratkortlægning er baseret på signaler fra ekkolodsopmåling (2009), der er tolket ved hjælp af luftfotos (2009) og ovennævnte prøvetagninger.

Modellering af materialevandring

Beregninger af materialevandringen i linjeføringsområdet er foretaget med DHI's model MIKE3-ST (sedimenttransport). MIKE3-ST beregner erosion, aflejring og materialevandring for ikke-kohæsive sedimenter (sand, grus) i hvert punkt i beregningsnettet. Integreret i metoden er en beregning af det vertikale hastighedsprofil ved bunden på basis af strømforhold og bølger.

Grundlaget for beregningerne af sedimenttransportraterne omfatter information om havbundsmaterialet og simuleringerne af de bundnære strømforhold som beskrevet ovenfor.

Materialevandringsraterne er relativt følsomme for kornstørrelserne. Kornstørrelser i modelberegningerne er baseret på resultater fra prøvetagningerne. Beregningerne af materialevandringsraterne gennemføres for to værdier af mediankornstørrelsen, d_{50} , for hvert område af linjeføringsområdet. Heraf fås et "øvre estimat" og et "nedre estimat" for materialevandringsraterne beregnet med henholdsvis den mindste d_{50} og den største d_{50} .

Kornstørrelserne er valgt så de repræsenterer spændet i prøvetagningerne i de enkelte områder, men er dog generelt holdt i den lavere ende i forhold til kornstørrelserne i prøvetagningerne. En geometrisk standardafvigelse, σ_g , på 1,5 er brugt i alle simuleringerne. Dette er lavere end

standardafvigelsen, som blev fundet i havbundsprøverne, men afspejler (i kombination med de udvalgte kornstørrelser) det spænd af kornstørrelser, som forventes at bevæge sig i Femern Bælt. Alle sedimenttransportrater inkluderer porevolumen (40 pct.), det vil sige mellemrummene mellem sedimentkornene, med mindre andet er angivet.

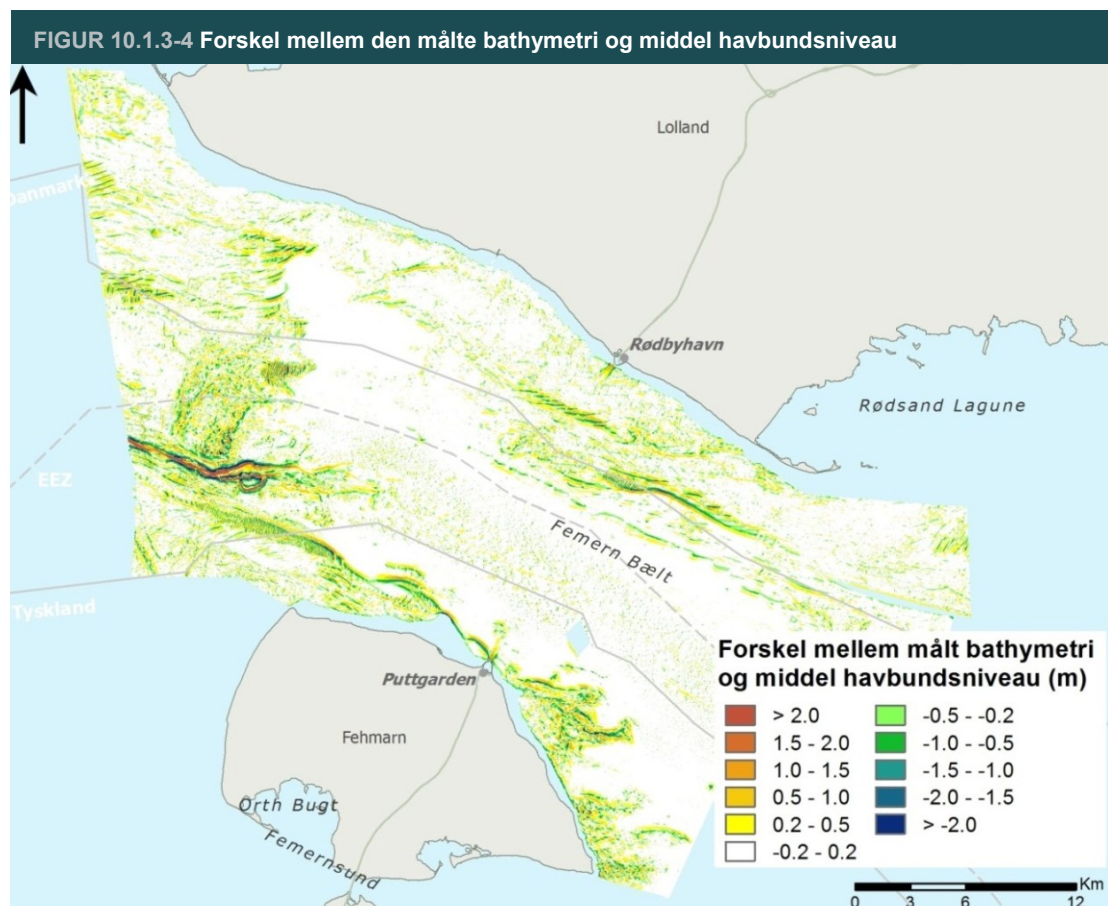
Kortlægning af bundformer

Havbundens morfologi er baseret på en detaljeret kortlægning af bathymetrien ved hjælp af et multibeam-ekkolod (afsnit 10.1.1 Hydrografi). Målingerne foretages ved vanddybder større end ca. 6 m. Den horisontale opløsning af de processerede data er 2 m.

For at lokalisere områder med bundformer i Femern Bælt er en hældnings- og en differensanalyse udført (FEHY 2013). Analysen resulterer i et kort, som viser havbundens former (figur 10.1.3-4).

På grundlag af hældnings- og differenskortene er det muligt at identificere områder med store koncentrationer af markante bundformer.

De modellerede materialevandringssrater er sammenholdt med tilstedeværelsen af bundformer og er anvendt til at vurdere bundformernes dynamik.



Note: Middel havbundsniveau er defineret som middelniveauet inden for en radius på 200 m fra et givet punkt.
Analyse fra multibeam-ekkolod (2009)

Fysiske forhold for havbundens sedimenter

Figur 10.1.3-5 viser et substratkort. Det ses, at bunden på den danske side (0 - 15 m) består af sand og grovere sedimenter. Bunden på den tyske side (0 - 15 m) består mest af sand i området omkring Puttgarden og mest af grovere sediment sydøst for Puttgarden. Generelt er sedimen-

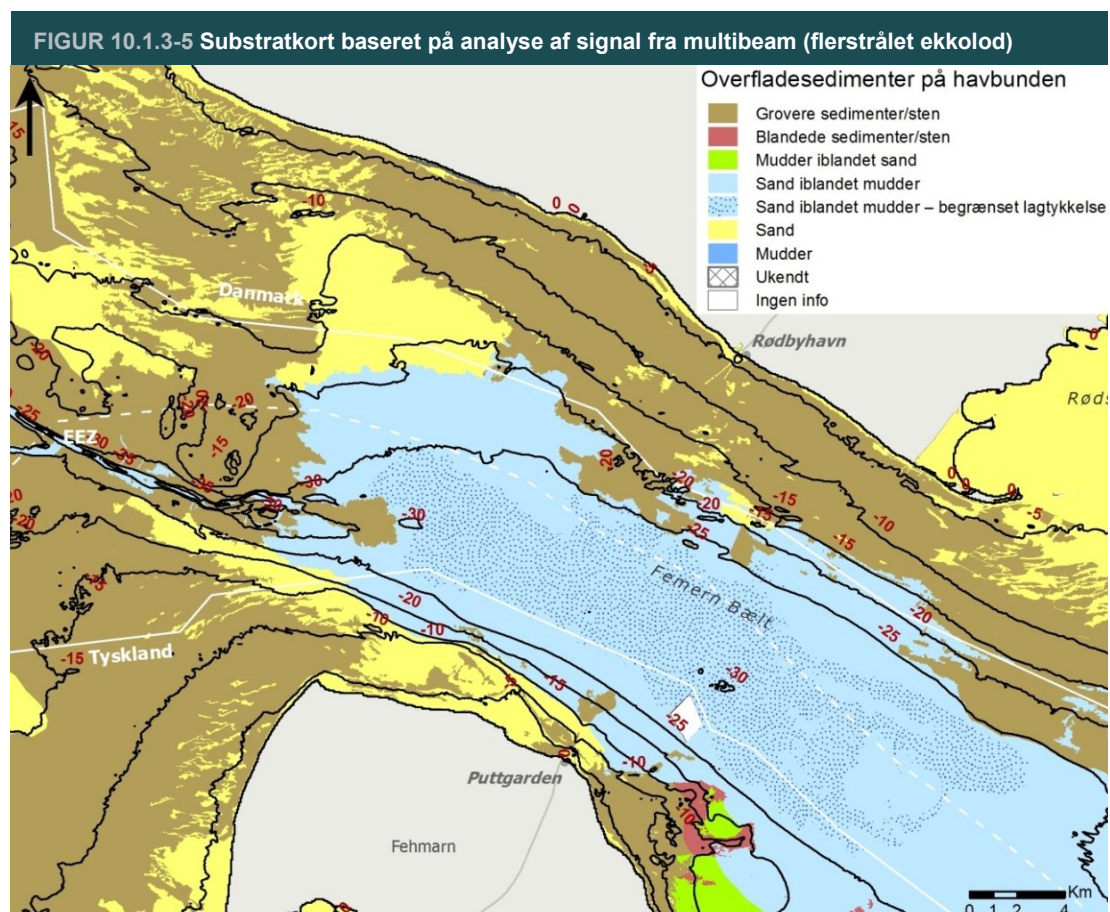
terne finere på den tyske side end på den danske side. Bunden består af sand iblandet mudder på dybder større end 20 m.

Mange af prøvetagningerne (figur 10.1.3-6) viser en stor variation i sedimentkornstørrelserne i Femern Bælt, men prøverne stemmer generelt godt overens med substratkortlægningen baseret på signaler fra ekkolod.

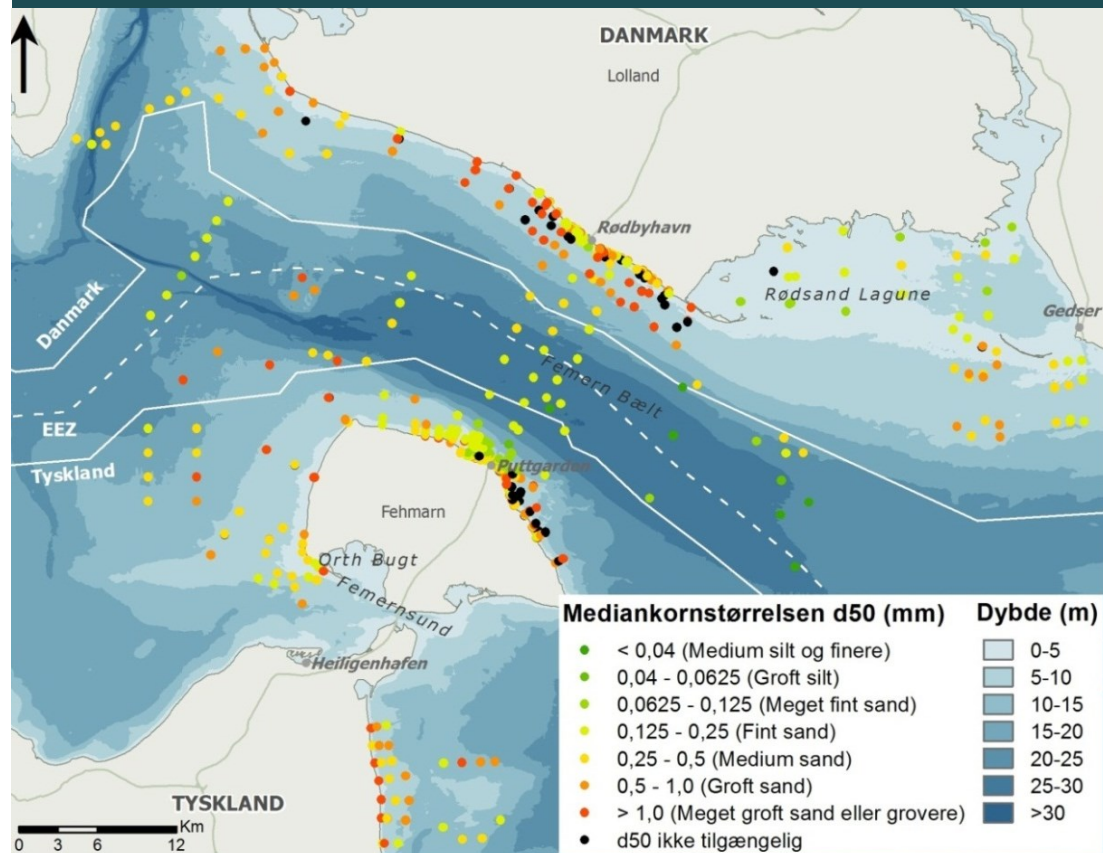
En stor variation i kornstørrelser er fundet nær den danske kyst. Fint sand er ophobet vest for Rødbyhavn. Øst for havnen, hvor erosion pågår, varierer havbundsmaterialerne fra meget fint til meget groft sand. Områder med hård havbund, uden et lag af løst materiale, findes ud for det ophobede sand vest for havnen såvel som tæt på kysten øst for havnen.

Medium-groft sand dominerer ved 5 - 15 m's dybde ud for den danske kyst, men der findes også finere og grovere sedimenter. Kornstørrelserne bliver mindre ved større dybder. Selvom havbundsmaterialet nogle steder er karakteriseret som medium sand ($d_{50} = 0,25 - 0,5$ mm), viser kornstørrelsesfordelingskurverne (FEHY 2013), at det indeholder en høj procentdel af dynd og ler/silt. Dette er i overensstemmelse med figur 10.1.3-5, hvor havbunden er beskrevet som bestående af sand iblandet mudder på de dybere områder. Analyser indikerer, at dette lag i nogle områder har en begrænset lagtykkelse med en mere konsolideret/hårdere bund nedenunder.

Nær den tyske kyst ses områder med fint sand, mens kyststrækningen umiddelbart øst for havnen består af grovere sedimenter (medium sand).



FIGUR 10.1.3-6 Mediankornstørrelse, d50, i prøvetagninger af overfladesediment i Femern Bælt (2009)



Kemiske forhold for havbundens sedimenter

En oversigt over karakteristika, herunder indhold af organisk kulstof og næringsstoffer samt indhold af forurenende stoffer i Femern Bælt-sedimenterne, er vist i tabel 10.1.3-2. Prøvetagningsprogrammet er gennemført i henhold til HELCOMs standard og dækker alle typer af overfladesediment og vanddybder omkring den faste forbindelses linjeføring. Indholdet i overfladesedimentet (0 - 30 cm) og i de dybereliggende sedimenter (30 - 100 cm) er opgjort separat for at understrege eventuelle forskelle, som hænger sammen med aflejringer sket efter industrialiseringens start for ca. 100 år siden. Tabellen viser et gennemsnit af alle målinger i de to sedimentlag samt variationsbredden (min - maks værdier) i målingerne inden for de to dybdeintervaller.

Sedimenters indhold af forurening vurderes normalt på basis af såkaldte vejledende sedimentkvalitetskriterier, der kan inddeles i tre hovedtyper efter, hvordan kriterierne er fremkommet. Én gruppes kriterier er udviklet på baggrund af omfattende undersøgelser af forurenede sedimenter toksicitet overfor bundlevende dyr ("toksikologiske kriterier"), en anden gruppes kriterier tager udgangspunkt i sedimenters indhold i uforurenede områder og forskellige grader af overskridelser af disse "baggrundsværdier", og en tredje gruppe kan ses som en kombination af toksikologiske og baggrundskriterier. I tabel 10.1.3-2 er vist et udvalg af sedimentkvalitetskriterier, som anvendes af danske og tyske myndigheder samt internationalt accepterede kriterier anvendt i USA og landene omkring Nordatlanten (Oslo-Paris Kommissionen (OSPAR)).

Kriteriet ERL ("Effect Range Low"), der anvendes i USA og Canada, er baseret på toksikologiske data, og hvis et givet sediments koncentrationer af toksiske stoffer ligger under ERL-værdier, vil der være meget ringe sandsynlighed for toksiske effekter.

OSPAR og de tyske kriterier er baserede på "baggrundskoncentrationer" og accepterede overskridelser af disse baggrundskoncentrationer, mens de danske kriterier både er baseret på toksikologiske data og baggrundskoncentrationer.

De danske myndigheder anvender to sæt kriterier: Lavt aktionsniveau (L Ac) og højt aktionsniveau (H Ac), hvor værdier under L Ac anses som uproblematisk.

Det fremgår af tabel 10.1.3-2, at der ikke eksisterer sedimentkvalitetskriterier for alle stoffer.

TABEL 10.1.3-2 Opsummering af karakteristika og indhold af forurenende stoffer sammenlignet med danske, tyske, ERL- og OSPAR-kvalitetskriterier

Parameter	0 - 30 cm		30 - 100 cm		Naturstyrelsen		Tyske ⁴		ERL	OSPAR
	Midde I	Variations- bredde	Midde I	Variations- bredde	L Ac	H Ac	R1	R2		
Kulstof										
Organisk C (pct. dw)	0,65	0,04 - 1,55	-	-	-	-	-	-	-	-
Glødetab (pct. dw)	2,66	0,32 - 6,92	3,38	0,49 - 7,89	-	-	-	-	-	-
Iltforbrug (mg O ₂ /ml sed 5 tim)	0,12	0,022 - 0,301	0,13	0,061 - 0,217	-	-	-	-	-	-
Iltforbrug (mg O ₂ /ml sed 22 tim)	0,14	0,021 - 0,31	0,16	0,067 - 0,35	-	-	-	-	-	-
Næringsstoffer										
Tot-N (mg/kg dw)	572	246 - 959	715	280 - 911	-	1.500	-	-	-	-
Tot-P (mg/kg dw)	307	153 - 540	394	192 - 584	-	500	-	-	-	-
Frigivet DIN (pct. of Tot-N)	0,43	0,1 - 1,1	0,42	0,15 - 0,95	-	-	-	-	-	-
Frigivet PO ₄ (pct. of Tot-P)	0,83	0,4 - 1,45	1,07	0,35 - 2,75	-	-	-	-	-	-
Tungmetaller										
As (mg/kg dw)	<5	<0,5	<5	-	20	60	20	60	8,2	25
Cd (mg/kg dw)	<0,12	<0,05 - 0,34	<0,18	<0,05 - 0,16	0,4	2,5	2	6	1,2	0,37
Cr (mg/kg dw)	11,7	1,7 - 45	20,6	1,7 - 39	50	270	90	270	81	81
Cu (mg/kg dw)	6,8	0,6 - 20	10,7	0,6 - 21	20	90	70	210	34	27
Pb (mg/kg dw)	10,5	2 - 28	13,7	2 - 25	40	200	100	300	46,7	38
Hg (mg/kg dw)	<0,01	<0,01 - 0,03	<0,01	<0,01 - 0,02	0,25	1	0,4	1,2	0,15	0,07
Ni (mg/kg dw)	8,4	1 - 31	16,4	<1 - 28	30	60	70	210	20,9	36
Zn (mg/kg dw)	25,0	4,4 - 61	30,9	4,5 - 57	130	500	250	750	150	122
Miljøfremmede stoffer										
PCB (µg/kg dw)	5,8	0,15 - 74	-	-	20 ¹	200 ¹	40	120	23	1,09
DDT (µg/kg dw)	0,29	0 - 1,1	-	-	-	-	22	66	1,58	-
HCB (µg/kg dw)	0,05	0,03 - 0,1	-	-	-	-	2	6	-	-
PAH (mg/kg dw)	0,172	0,017 - 0,642	-	-	3 ³	30 ³	3 ²	9 ²	4 ²	0,25
TBT (µg SN/kg dw)	1,0	nd - 2,1	-	-	7	200	20	300	-	0
DBT (µg SN/kg dw)	0,6	<0,4 - 1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
MBT (µg SN/kg dw)	0,4	nd - <0,6	-	-	-	-	-	-	-	-

Note: "–" ingen data, dw – tørvægt, 1) – Sum af 7 PCB-forbindelser, 2) – Sum af 16 PAH-forbindelser, 3) – Sum af 9 PAH-forbindelser, 4) – Tungmetaller i <20 µm sedimentfraktion, POP-forbindelser i < 63 µm sediment fraktion, tot-N, tot-P i total sediment

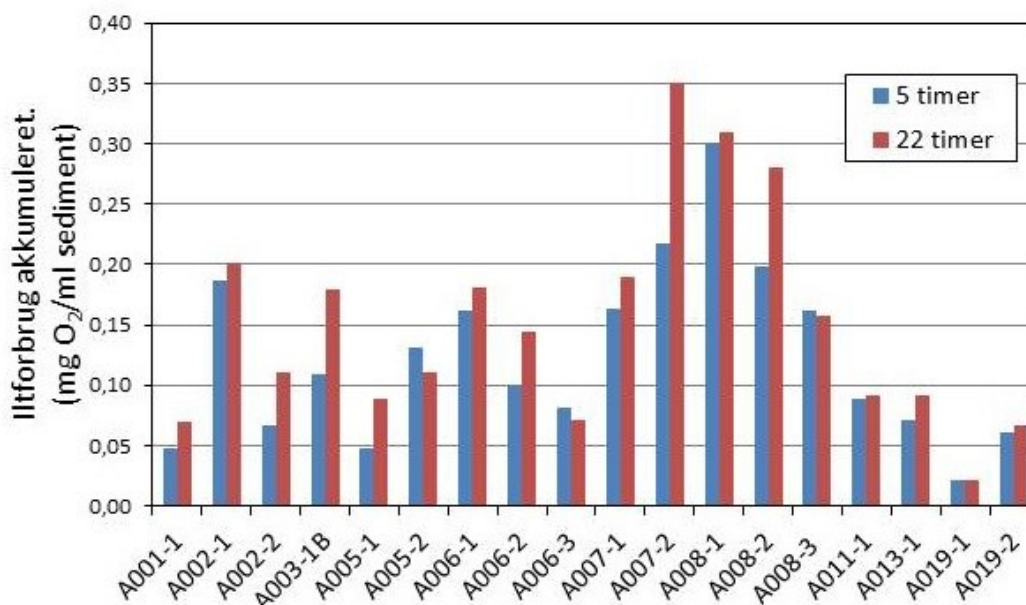
Sedimentets organiske indhold og iltforbrug

Det organiske indhold i sedimenter beskrives ved koncentrationen af organisk kulstof og ved glødetabet. Værdierne fra Femern Bælt er typiske for marine områder, hvor der ikke sker blivende sedimentation. I de lavvandede, sandede områder er værdierne lave og højere i den centraldybe del af linjeføringen.

Det akkumulerede iltforbrug i sedimentprøver blev bestemt efter fem og 22 timers eksponering i rystekolbeforsøg. Forbruget varierede mellem 0,02 - 0,35 mg O₂/ml sediment (figur 10.1.3-7). Størstedelen af iltoptaget skete indenfor fem timer og skyldes iltning af reducerede forbindelser ophobet i sedimentet så som svovlbrinte og andre sulfider. Der var en tæt sammenhæng mellem koncentrationen af organisk stof i sedimentet og iltoptaget.

Under gravearbejde frigives et latent iltforbrug, som vil føre til en nedgang i bundvandets iltindhold. Om det udvikler sig til betydende problemer for bunddyrene, vil afhænge af en række forhold herunder graveintensiteten, sedimentspildet, iltforbruget og strømhastigheden ved bunden. Umiddelbart forekommer iltforbruget lavt.

FIGUR 10.1.3-7 Iltoptag i sedimentprøver efter fem og 22 timers eksponering



Næringsstoffer og frigivelse under gravning

Koncentrationen af næringsstoffer varierer mellem 250 - 960 mg/kg for kvælstof og mellem 150 - 580 mg/kg for fosfor. Der er ingen betydende forskel mellem indholdet i overfladen og dybereliggende sedimenter. Koncentrationen af næringsstoffer korrelerede med sedimentets indhold af organisk stof.

Under gravearbejdet kan der forventes frigivelse af næringsstoffer, der kan bidrage til eutrofieringseffekter. Dette forhold blev undersøgt i rystekolbeforsøg med både overfladesediment og dybereliggende sediment fra linjeføringen. I gennemsnit blev 0,43 pct. af sedimentets indhold af kvælstof frigivet som uorganisk kvælstof (heraf 84 pct. som ammonium), og 0,95 pct. af sedimentets indhold af fosfor blev frigivet som fosfat. Frigivelsen af næringsstoffer var uden sammenhæng til sedimentdybde og til indhold af organisk stof.

De beregnede frigivelser er ens, uanset om der bliver gravet på lav vanddybde eller i dybere områder. De beregnede værdier omfatter ikke frigivelse under gravning i moseaflejringer nord for Fehmarn, da disse ikke er målt. Ud fra planteplanktonets optag lokalt omkring graveområdet baseret på en daglig primærproduktion på 0,65 g C pr. m² pr. dag, kan planteplanktonets behov for kvælstof og fosfor i et 100 m bredt bælte på tværs af Femern Bælt beregnes til 553 kg N og 35 kg P pr. dag. For kvælstof, der er det begrænsende næringsstof i hele vækstperioden, er det lokale optag ca. 1.000 gange højere end den ekstra frigivelse fra sedimentet, og for fosfor (der forekommer i overskud) er optaget 15 gange større end frigivelsen.

Tungmetaller

Indholdet af tungmetaller i sedimentet er lavt og med undtagelse af kobber (Cu) og nikkel (Ni) ligger koncentrationerne under de danske og tyske standarder (tabel 10.1.3-1). De højeste koncentrationer af kobber og nikkel ligger på niveau med det danske "lave aktionsniveau" L Ac, men langt under det høje aktionsniveau (H Ac). Koncentrationen i dybdeintervallet 30 - 100 cm ligger på niveau med eller er lidt lavere end koncentrationen i overfladen.

Dybere i sedimentet (1 m under overfladen) forekommer tungmetallerne i "baggrundskoncentrationer", der typisk er en tiendedel af koncentrationen i overfladen (COWI-Lahmeyer 1998).

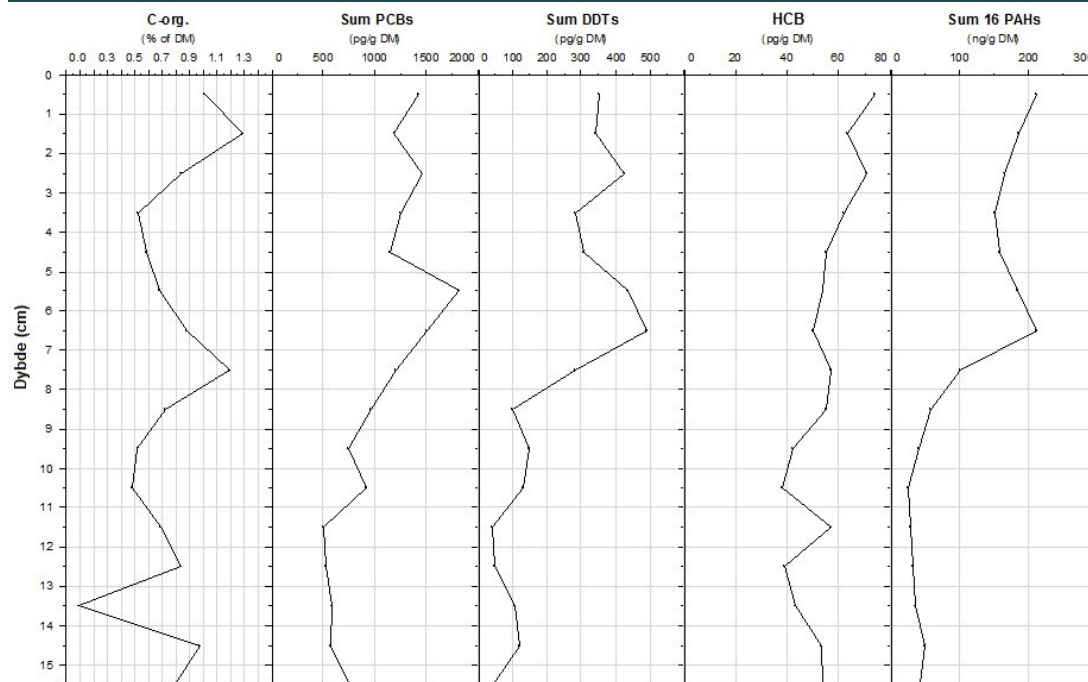
Tidligere undersøgelser af sediment fra Femern Bælt viste, at der typisk vil frigives 1 pct. af tungmetallerne i sedimentet under forhold, der simulerer gravearbejde (COWI-Lahmeyer 1998). I flere undersøgelser af stoffers frigivelse ved opgravning af forurenede sedimenter blev det vist, at den procentvise frigivelse af tungmetaller under gravearbejde var meget lav.

Organiske forureninger

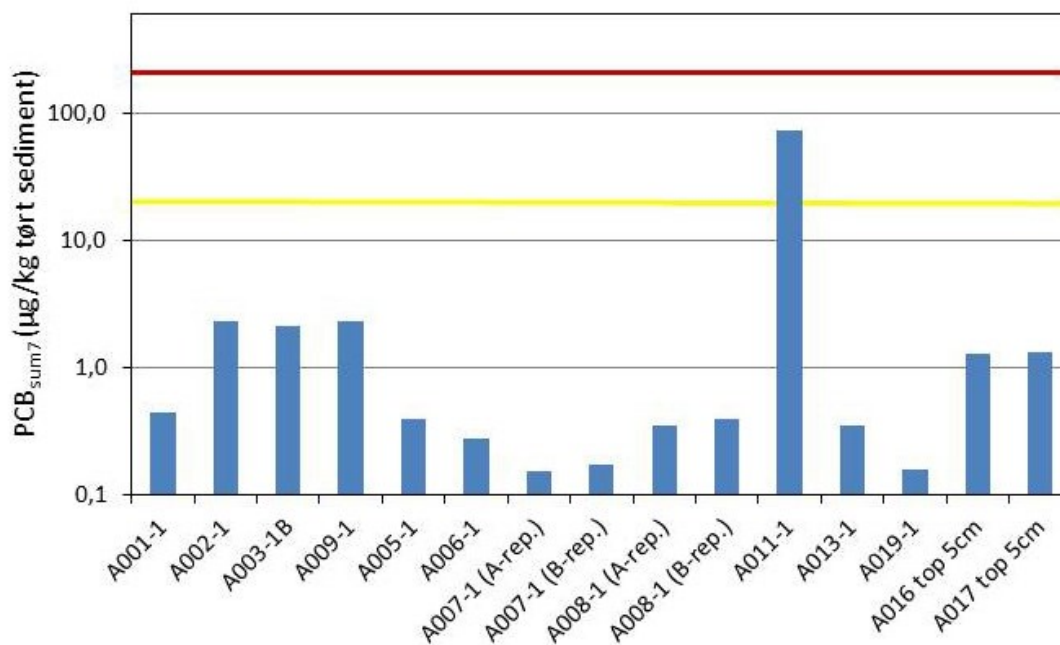
Polychlorerede biphenyler (PCBs) har været anvendt som blødgørere i en lang række industrielle produkter og som isoleringsmiddel i elektriske komponenter. Med undtagelse af én prøve lå koncentrationen af PCB langt under sedimentstandarderne (tabel 10.1.3-2). Én overfladeprøve (A011-1 i midten af Femern Bælt) (figur 10.1.3-3) afveg fra de øvrige 14 prøver ved at ligge over den lave danske og tyske standarder med en koncentration, der lå 85 gange over gennemsnittet af de øvrige prøver (figur 10.1.3-9). Eftersom koncentrationen af PCB er lav ved de nærliggende stationer, er det sandsynligt, at forureningen er lokal og skyldes muligvis materiale, der er tabt fra et skib.

Set over hele analys materialet er koncentrationen af PCB meget lav, og stofferne forekommer kun i de øverste 10 - 12 cm (vist i to sedimentsøjler, som er analyseret i sektioner, der er 1 cm lange ned til en dybde af 16 - 20 cm)(figur 10.1.3-8).

FIGUR 10.1.3-8 Dybdeprofil af organisk kulstof og miljøfremmede stoffer i en sedimentkerne udtaget i station A016



FIGUR 10.1.3-9 Koncentration af PCBs (sum af syv forbindelser) i overfladesediment



Note: De gule og røde linjer angiver de danske vejledende værdier L Ac og H Ac. Bemærk, at y-aksen er logaritmisk

Koncentrationer af DDT (dichlordiphenyltrichlorethan – et insekticid) og nedbrydningsprodukter af DDT er lave og ligger væsentligt under de laveste danske og tyske standarder. Som for de øvrige nyere organiske forureninger forekommer DDT kun i de øverste 10 - 15 cm af sedimentet, og som for PCB kan der ikke forventes effekter af DDT ved gravearbejdet. Koncentrationen af polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH-ere – reststoffer fra forbrænding af olieprodukter) er også lav og langt under de laveste danske og tyske standarder. Under 10 cm sedimentdybde optræder PAH-ere i baggrundskoncentration, der ligger 10 gange under koncentrationen i overfladen.

Fem sedimenter fra den centrale del af Femern Bælt, hvor skibstrafikken er størst, er analyseret for indhold af tributyltin (TBT). TBT er tidligere anvendt som begroingshæmmer på skibe, men denne anvendelse er ikke tilladt mere. Koncentration af TBT og nedbrydningsprodukter af stoffet var lav på alle stationer (tabel 10.1.3-2) og lå langt under danske og tyske standarder. Ikke nedbrudt TBT findes kun i sedimentoverfladen (0 - 10 cm).

Materialevandring af havbundssedimenter

Strøm og bølger mobiliserer og transporterer overfladematerialet på havbunden. Sedimentet i Femern Bælt (uden for de kystnære områder) transporteres hovedsageligt tæt ved bunden, såkaldt bundtransport, hvilket vil sige, at kornene ruller eller hopper over havbunden.

De årlige rater for materialevandringen (også kaldet sedimenttransporten) er blandt andet evalueret med henblik på at opnå viden om dynamikken af bunden og bundformerne. Transportberegningerne fokuserer på linjeføringsområdet, da påvirkninger af havbundsmorfologien fra en fast forbindelse over Femern Bælt fortrinsvis sker her.

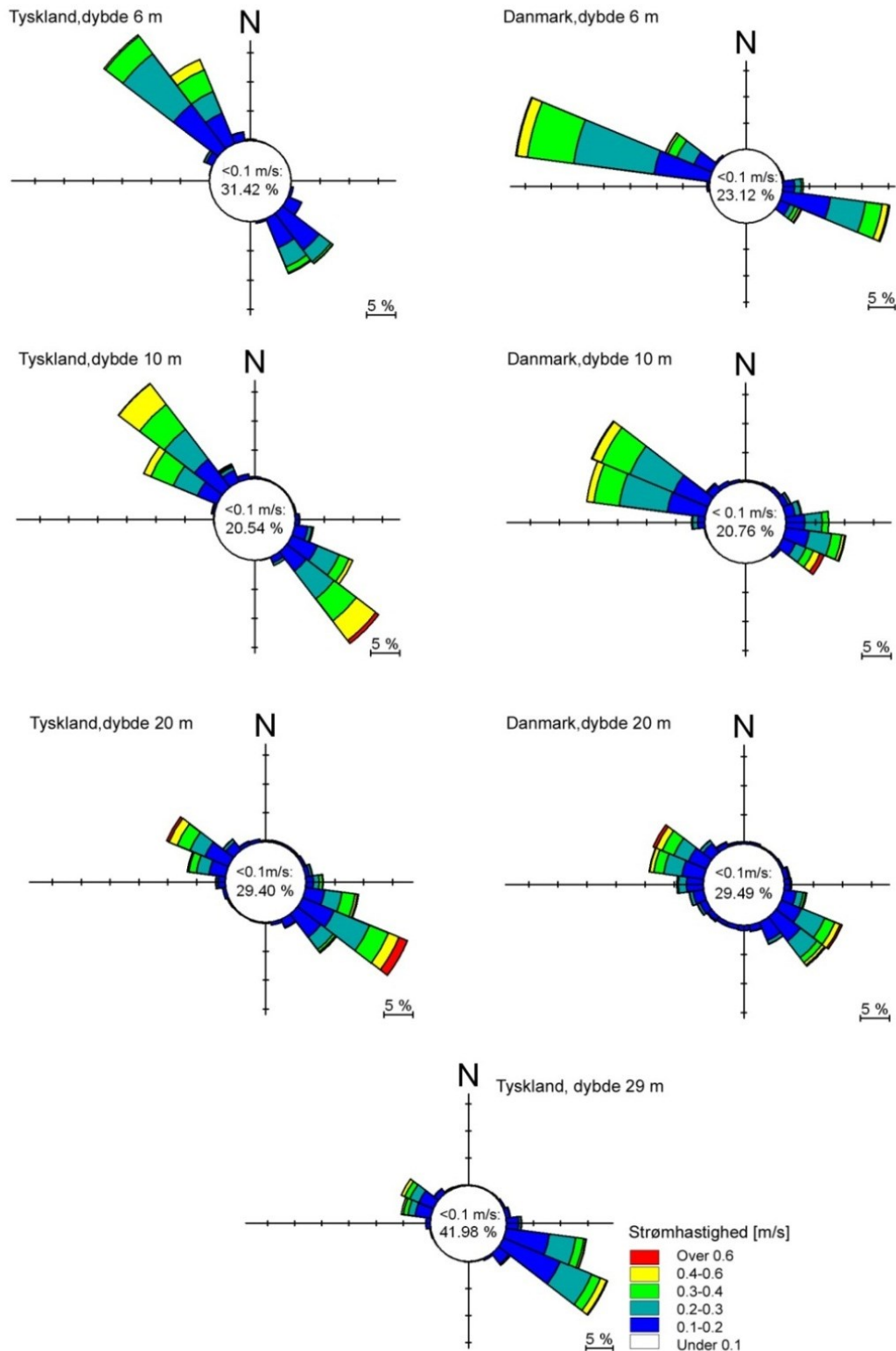
Strøm- og bølger anvendt til materialevandningsberegninger

Strømmen nær havbunden er den dominerende transportmekanisme for materialevandring langs havbunden. I Femern Bælt forøger bølger sedimentets mobilitet i områder med indtil ca. 12 m's vanddybde samt påvirker strømmen, dog primært i bølgebrydningszonen nær kysten. Bundforskydningsspændingen, som er den variabel, der er afgørende for, om havbundssedimentet kan mobiliseres på bunden, beregnes ved at kombinere strømhastighederne ved bunden med effekten fra bølgerne.

De modellerede strømhastigheder og -retninger i syv lokaliteter i linjeføringsområdet for 2005 er vist i figur 10.1.3-10. De syv lokaliteter er vist i figur 10.1.3-11. Eksempler på typiske bundnære strømmønstre ses ydermere i figur 10.1.3-12 og figur 10.1.3-13.

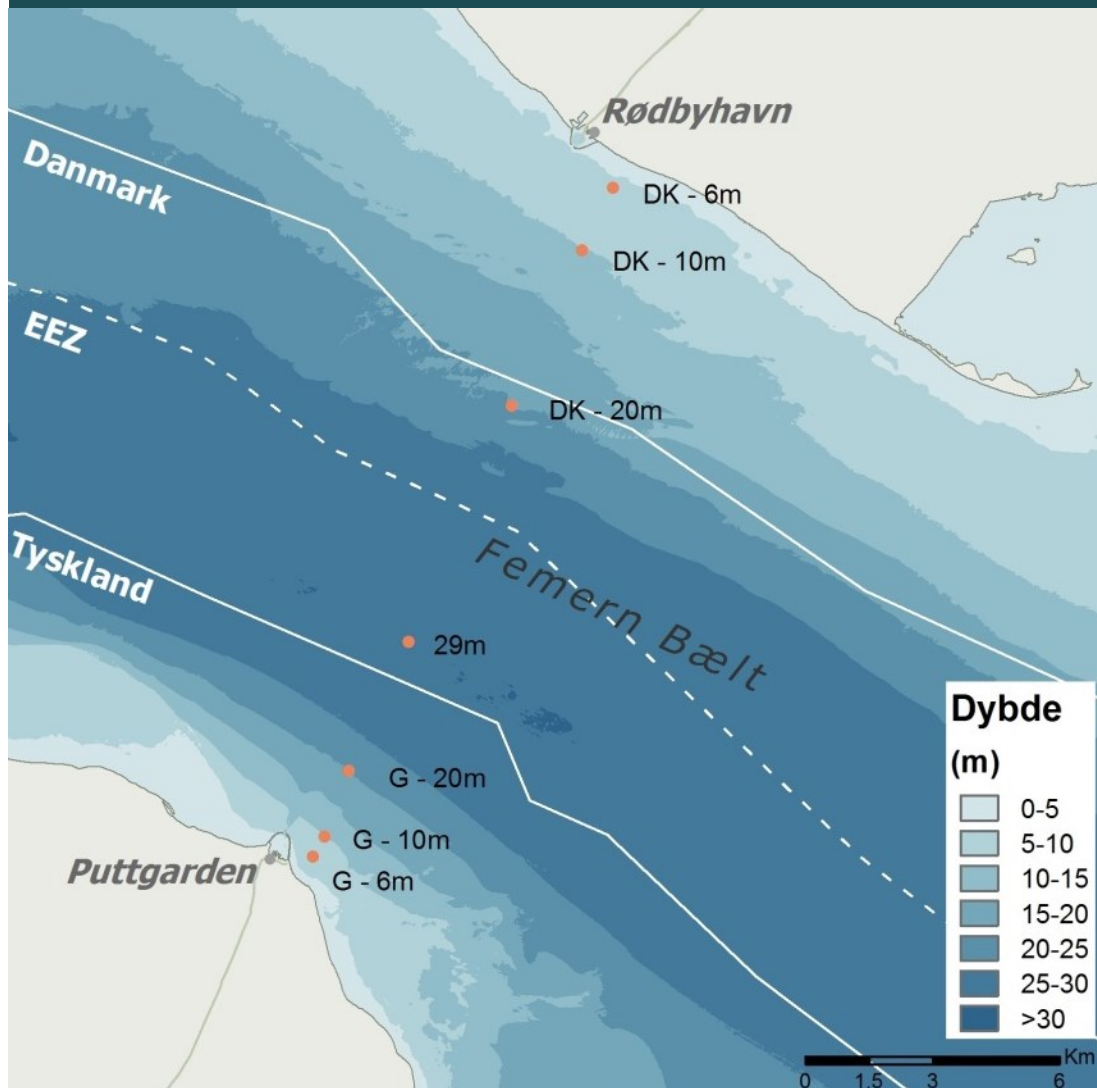
Analyser af modellerede bølger fra 2005 viser, at bølgerne generelt er relativt små, men højere nær den danske kyst end ved den tyske kyst. Ved hovedstationerne MS01 og MS02 viser målinger, at den signifikante bølgehøjde har en årlig middelværdi på henholdsvis 0,57 m - 0,52 m (afsnit 10.1.1). I omkring 2 pct. af tiden, svarende til ca. 7,5 dage om året, er bølgerne højere end 2 m. Bølgerne er korte, og over 97 pct. af bølgeperioderne (tiden fra bølgetop til bølgetop) ligger mellem 1,5 - 4 sekunder.

FIGUR 10.1.3-10 Strømroser for bundnære strømhastigheder (2 m over bunden)



Note: Modellerede strømhastigheder for året 2005 på syv lokaliteter med forskellig vanddybde i henholdsvis dansk og tysk farvand i linjeføringsområdet (figur 10.1.3-11). Strømroserne viser den procentvise andel af tid i 2005 med strømhastigheder inden for intervaller med bundnære strømhastigheder (indikeret med farveskala) og -retning (indikeret med kompasretning)

FIGUR 10.1.3-11 Lokalteter for modelberegnete strømdata repræsenteret i strømroser i figur 10.1.3-10



Materialevandring

Materialevandringen i Femern Bælt følger generelt strømmønstret. Under en stor del af tiden er strømhastighederne i de dybere dele af Femern Bælt imidlertid for små til at forårsage transport af havbundsmateriale. I disse områder vil transport kun forekomme ved hændelser med høje strømhastigheder. I områder, hvor bølgerne har en indflydelse på materialevandringen (dybder under ca. 12 m), vil materialevandring også forekomme i perioder med mindre strømhastigheder.

Figur 10.1.3-12 viser et øjeblikbillede af et beregnet materialevandningsfelt i en situation med stærk strøm mod øst gennem Femern Bælt. Strømhastigheder 2 m over havbunden er 0,35 - 0,4 m/s i de dybere områder og 0,5 - 0,6 m/s nærmere kysterne. Bølgerne fra vestlige retninger og de højeste bølgehøjder når op på 0,6 - 1,2 m på den danske side af Femern Bælt. Transportraterne er i denne situation højst nær den tyske kyst og når op omkring 0,00002 m³/s pr. m havbund svarende til næsten 1,5 m³/m i løbet af 12 timer. Raterne er her angivet uden porevolumen.

Figur 10.1.3-13 giver et eksempel på et modelleret materialevandningsfelt i en situation med vestgående strøm. I denne situation er strømhastighederne lavere (omkring 0,2 - 0,3 m/s i de dybere dele og 0,5 m/s nær kysterne), men bølgerne er højere. Bølgehøjderne er 1 - 1,4 m og højst på den danske side af Femern Bælt. Materialevandringen forekommer hovedsageligt, hvor bølgerne har en påvirkning, det vil sige på de mindre dybe områder.

De årlige transportrater for 2005 er beregnet for et tværsnit i linjeføringsområdet.

Materialevandringen afhænger meget af kornstørrelsen. Kornstørrelserne varierer en del i Femern Bælt, også på en lokal skala. Der er derfor beregnet både et øvre og et nedre estimat af materialevandringen ved at beregne for både en "øvre repræsentativ kornstørrelse" og en "nedre repræsentativ kornstørrelse" (varierende over Femern Bælt). Kornstørrelserne varierer mellem 0,1 - 0,5 mm.

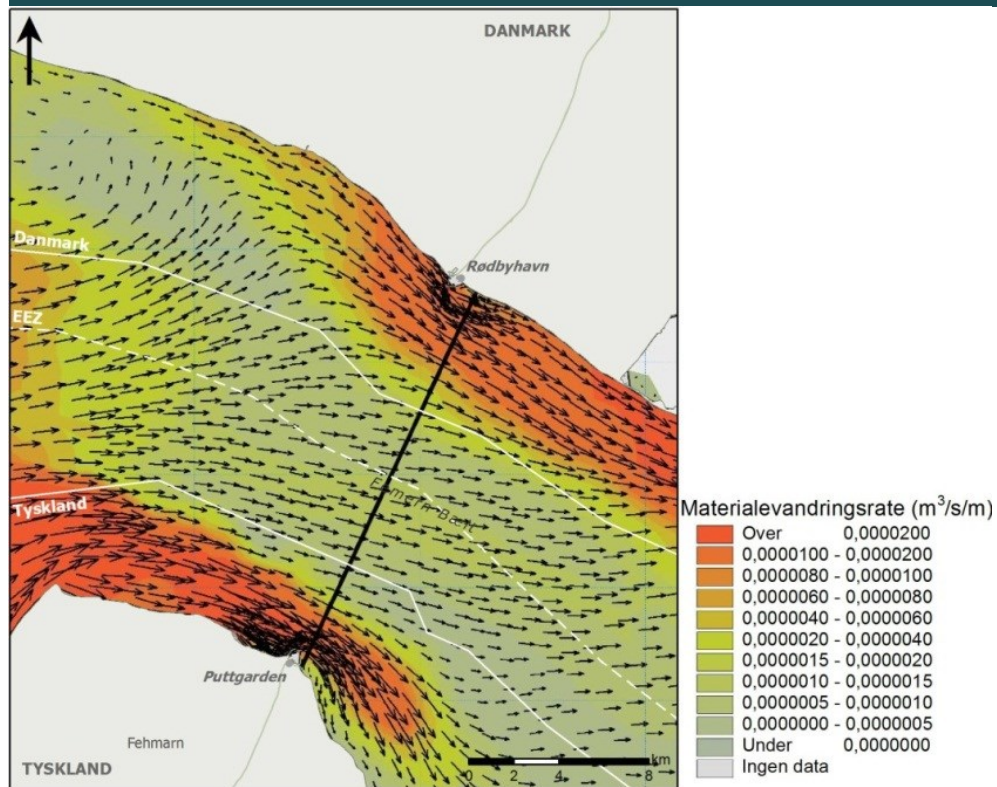
Den årlige materialevandring vinkelret på tværsnittet mod henholdsvis øst og vest (figur 10.1.3-12 og figur 10.1.3-13) er præsenteret i figur 10.1.3-14. Beregnede årlige materialevandringssrater mod øst i de dybere dele af Femern Bælt (vanddybde større end ca. 12 m) ligger på 5 - 25 m³/m/år, mens nærmere kysterne, hvor bølgerne har en påvirkning, når transportraterne op på 35 m³/m/år på den danske side og op til 85 m³/m/år på den tyske side.

Generelt er de østlige transportrater større end de vestlige transportrater i dette tværsnit. De beregnede vestlige transportrater er omkring halvt så store som de østlige transportrater på de dybere områder og endda mindre nær kysten. Dette er i god overensstemmelse med den generelle forståelse af, at den bundnære strømretning hovedsageligt er mod øst, og det er også i god overensstemmelse med formerne på bundformerne, der giver en god indikation af den generelle materialevandringssretning. De årlige netto materialevandringssrater (figur 10.1.3-15) angiver således en nettotransport mod øst over hele området. De beregnede fald i materialevandringssraterne ved dybder omkring 5 - 7 m på begge sider af Femern Bælt er forårsaget af strømlæ fra havnene, Rødbyhavn og Puttgarden. Den kystnære materialevandring beregnes separat med LITPACK. De kystnære materialevandringssrater er betinget af de langt stærkere bølgedrevne strømme langs kysterne samt bølgenes effekt på de lavere vanddybder. Langs Lollands kyst er nettomaterialevandringen inden for 6 m's vanddybde af størrelsesordenen 20.000 - 30.000 m³/år mod øst. På Fehmarns side er transportmønsteret langs kysten mere varierende. På Fehmarns nordvendte kyst vest for Puttgarden varierer den kystnære nettomaterialevandring fra ca. 5.000 - 40.000 m³/år. Sydøst for Puttgarden har nettomaterialevandringen en størrelsesorden på ca. 500 - 2.000 m³/år mod nordvest. Den kystnære materialevandring er beskrevet i større detaljer i afsnittet vedrørende kystmorfologi (afsnit 10.1.4).

Året 2005 er anvendt som modelår og er analyseret for repræsentativitet, som beskrevet i afsnit 12.2. Hydrografi. Sammenligningen af bundnær strøm modelleret for perioden april - november for 2005 og 2009 viser, at de østgående strømhastigheder var mindre dominerende i 2009 end i samme periode i 2005. 2009 viser en mere jævn fordeling mellem hovedstrømretningerne, hvilket indikerer, at en vis variation i de østgående og vestgående transportrater må forventes fra år til år, lige som netto materialevandringen i nogle år kan være mindre eller større end beregnet for 2005.

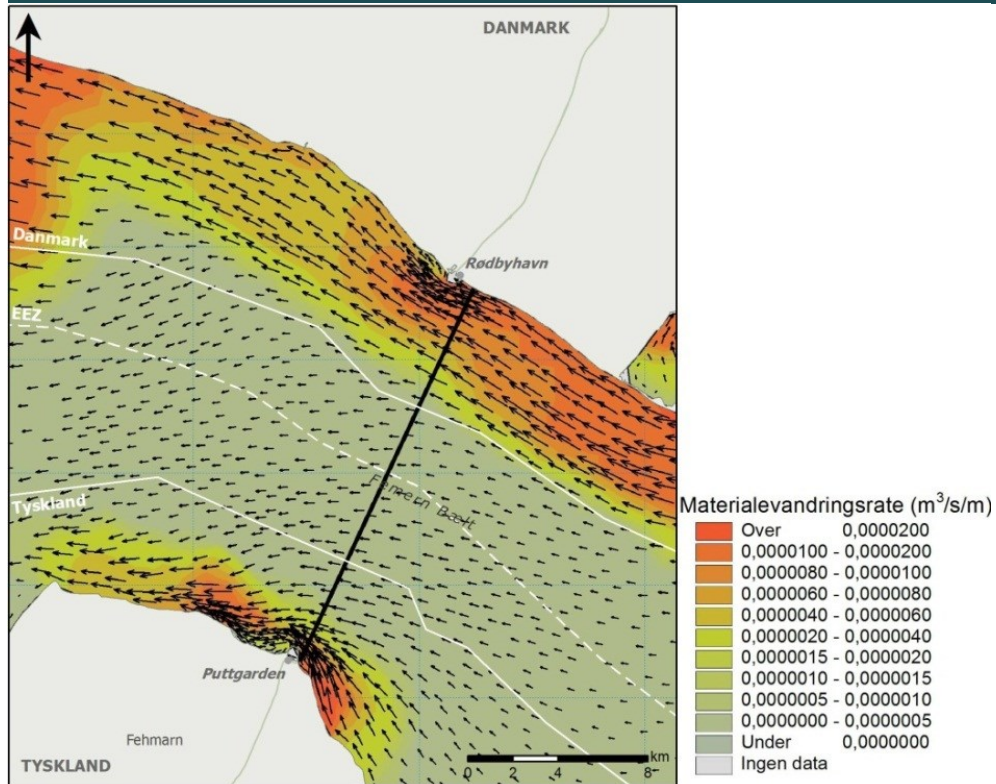
Det bemærkes, at det i beregningerne af materialetransportrater er antaget 100 pct. kapacitet af løstlejret ikke-kohæsivt materiale (primært sand) på havbunden. Dette er ikke tilfældet alle steder, og de reelle transportrater vil her blive mindre. Som beskrevet ovenfor er det ydermere fundet, at strømmodellen overvurderer strømhastighederne noget ved bunden, hvilket også giver anledning til en forventning om, at de beregnede transportrater kan være for høje. På basis af data-materialet tilgængeligt for beregningerne, herunder den relativt begrænsede valideringsperiode for strømhastigheder nær bunden, er transportberegningerne vist i figur 10.1.3-14 og figur 10.1.3-15 vurderet at være de bedst mulige estimater.

FIGUR 10.1.3-12 Eksempel på et øjeblikbillede af et modelleret materialevandningsfelt med strøm mod øst



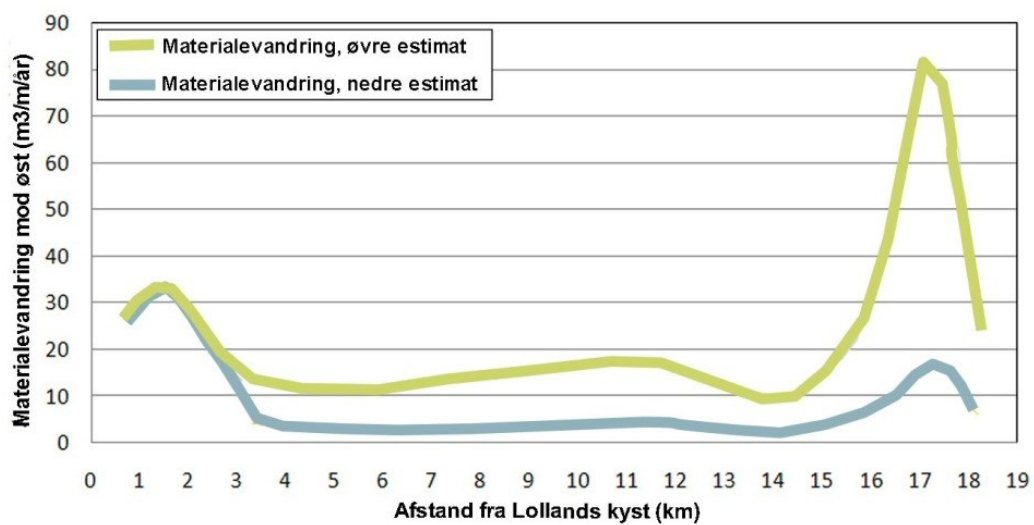
Note: På figuren er rater angivet ekskl. porevolumen i en situation med stærk strøm mod øst gennem Femern Bælt og med bølgehøjder mellem 0,6 - 1,2 m med de største bølger i den danske del af farvandet 26/10 2005 kl. 09:00. $d_{50} = 0,3$ mm. Tværsnittet angiver, hvor årlige transportrater er evalueret. Modelleret strømfelt ca. 3 m over havbunden

FIGUR 10.1.3-13 Eksempel på et øjeblikbillede af et modelleret materialevandningsfelt med strøm mod vest

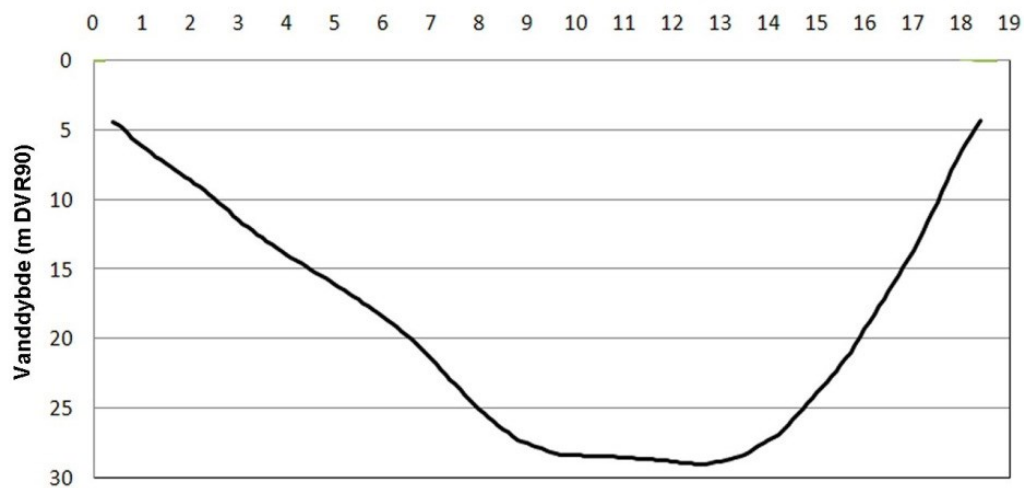
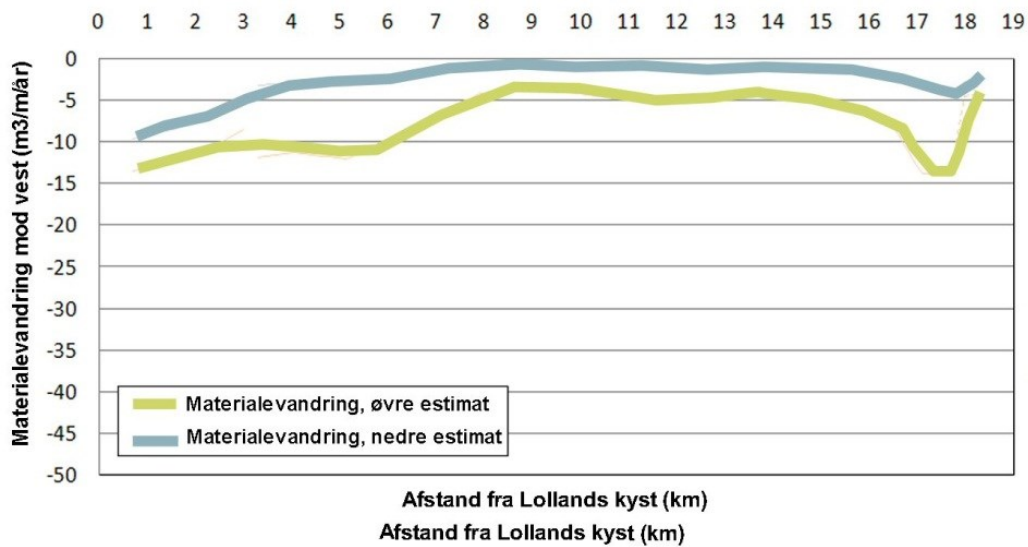


Note: På figuren er rater angivet ekskl. porevolumen i en situation med strøm mod vest gennem Femern Bælt og med høje bølger (1 - 1,4 m) med de største bølger i den danske del af Femern Bælt. 25/11 2005 kl. 04:00. d50 = 0,3 mm. Tværsnittet angiver, hvor årlige transportrater er evalueret. Modelleret strømfelt ca. 3 m over havbunden

FIGUR 10.1.3-14 Beregnede årlige sedimenttransportrater (2005) over Femern Bælt

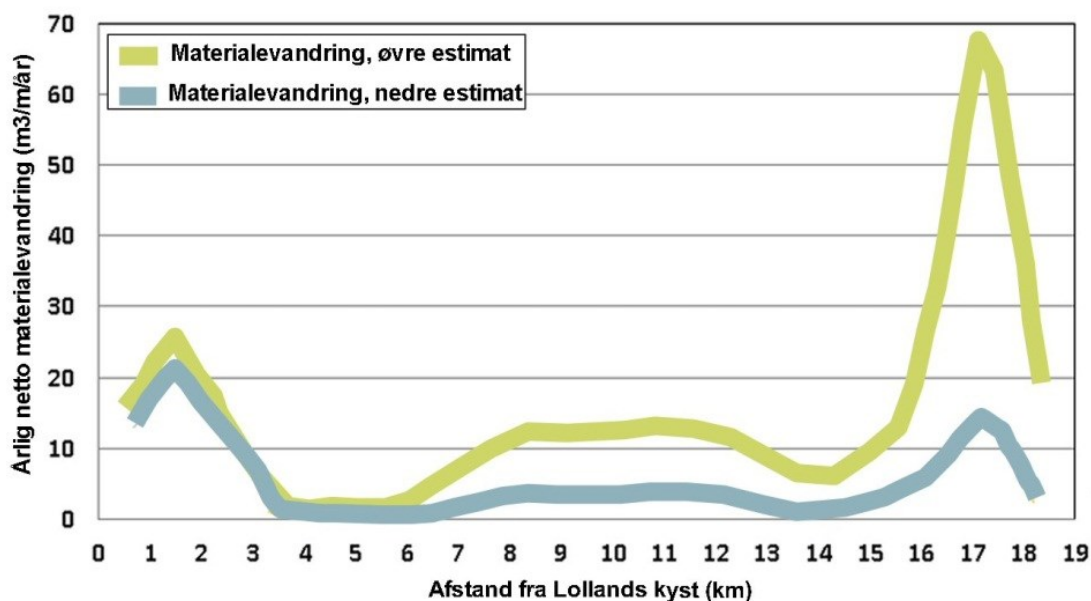


FIGUR 10.1.3-14 Beregnede årlige sedimenttransporter (2005) over Femern Bælt



Note: Sedimenttransporten er vist i linjeføringsområdet mod øst mod Østersøen (øverste figur) og mod vest mod Storebælt (figuren i midten). Nederste figur viser vanddybden i linjeføringsområdet. Tværsnittet er vist i figur 10.1.3-12

FIGUR 10.1.3-15 Årlige netto materialevandingsrater (2005) over Femern Bælt i linjeføringsområdet



Note: Tværsnittet er vist i figur 10.1.3-12. Netto sedimenttransporten er rettet mod øst mod Østersøen

Bundformer

Beskrivelse af bundformerne i Femern Bælt

Bundformer i Femern Bælt beskrives ud fra et antal karakteristiske parametre som højde, længde og lokal maksimum stejthed. Bundformernes højde er defineret som den totale højde fra det lokale maksimum bundniveau (betegnet bundformens top) til det følgende lokale minimum bundniveau (betegnet bundformens trug), og bundformernes længde er beskrevet som afstanden fra et lokalt minimum til det følgende lokale minimum (trug til trug). I Femern Bælt er der to hovedtyper af markante strømbetingede bundformer - sandbølger og måneformede bundformer.

Sandbølgerne er sandbanker, der er op til 4 m høje og er 25 - 400 m lange. Et eksempel ses i figur 10.1.3-16. Inden for samme geografiske område er de relativt homogene i højde og længde. De findes i områder med store mængder tilgængeligt sand på vanddybder mellem 10 - 25 m. De ligger på tværs af strømrøret i områder med ensartede strømforhold og på skrå, hvis der er en tværgående stigning i strømhastighederne (f.eks. på grund af variation af vanddybden inden for sandbølgeområdet).

De måneformede bundformer er op til ca. 1 m høje og har i modsætning til sandbølgerne en mere tredimensionel udformning, der minder om en måne med et "hoved" og to "arme". Hovedet er oftest hævet 0,4 - 0,6 m over det omkringliggende område, men op til 1 m er også set. De to arme er mindre udtalte end hovedet, men er sædvanligvis forhøjet 0,2 - 0,4 m over det omkringliggende område og har retning mod Østersøen. Bundformernes længde og bredde er omtrent 100 - 150 m. De findes centralt i Femern Bælt, hvor vanddybden er større end ca. 25 m, og hvor mængden af tilgængeligt sand er mindre og består af løstlejrede sedimentter på en mere eller mindre fast bund.

De to hovedtyper dækker størstedelen af bundformerne i Femern Bælt, men der er områder, hvor bundformerne er mindre karakteristiske, men stadig har en vis størrelse. Disse benævnes "andre strømbetingede bundformer". De har i nogle områder form som sandbølger, men områderne er mindre homogene. Andre steder er det lange tynde bånd af sand med en bredde, der er lille i forhold til længden. Årsagen til variationerne i formerne og størrelserne af de "andre strøm-

betingede bundformer” formodes at være forskelle i mængden af løstlejret sediment og i strømhastigheder.

Information om arealer dækket af de tre typer af bundformer og de geometriske størrelser af de tre typer af bundformer er opgivet i tabel 10.1.3-3. Arealer dækket af bundformer er opgivet både inden for undersøgelsesområdet og inden for det såkaldte lokalområde. Det sidste anvendes som referenceområde i konsekvensvurderingen af projekterne og er afgrænset af en afstand på 10 km fra den planlagte linjeføring.

Figur 10.1.3-17 viser fordelingen af sandbølger, måneformede bundformer og andre strømbetingede bundformer i Femern Bælt sammen med Natura 2000-områder. De geometriske størrelser af bundformerne i de forskellige områder er indikeret på figuren. De kortlagte sandbølger inden for de viste Natura 2000-områder på tysk side er en del af udpegningsgrundlaget og beskyttet som marin naturtype 1100 ”Sandbanker”.

Figur 10.1.3-18 - figur 10.1.3-21 viser zoom af bathymetrien i områder med sandbølger og andre strømbetingede bundformer i linjeføringsområdet. Disse illustrerer bundformerne meget tydeligt. Området D4 (figur 10.1.3-19) viser også spor af sandindvinding. Figur 10.1.3-22 viser et eksempel på en måneformet bundform.



Kilde: ©NaturFocus 2009

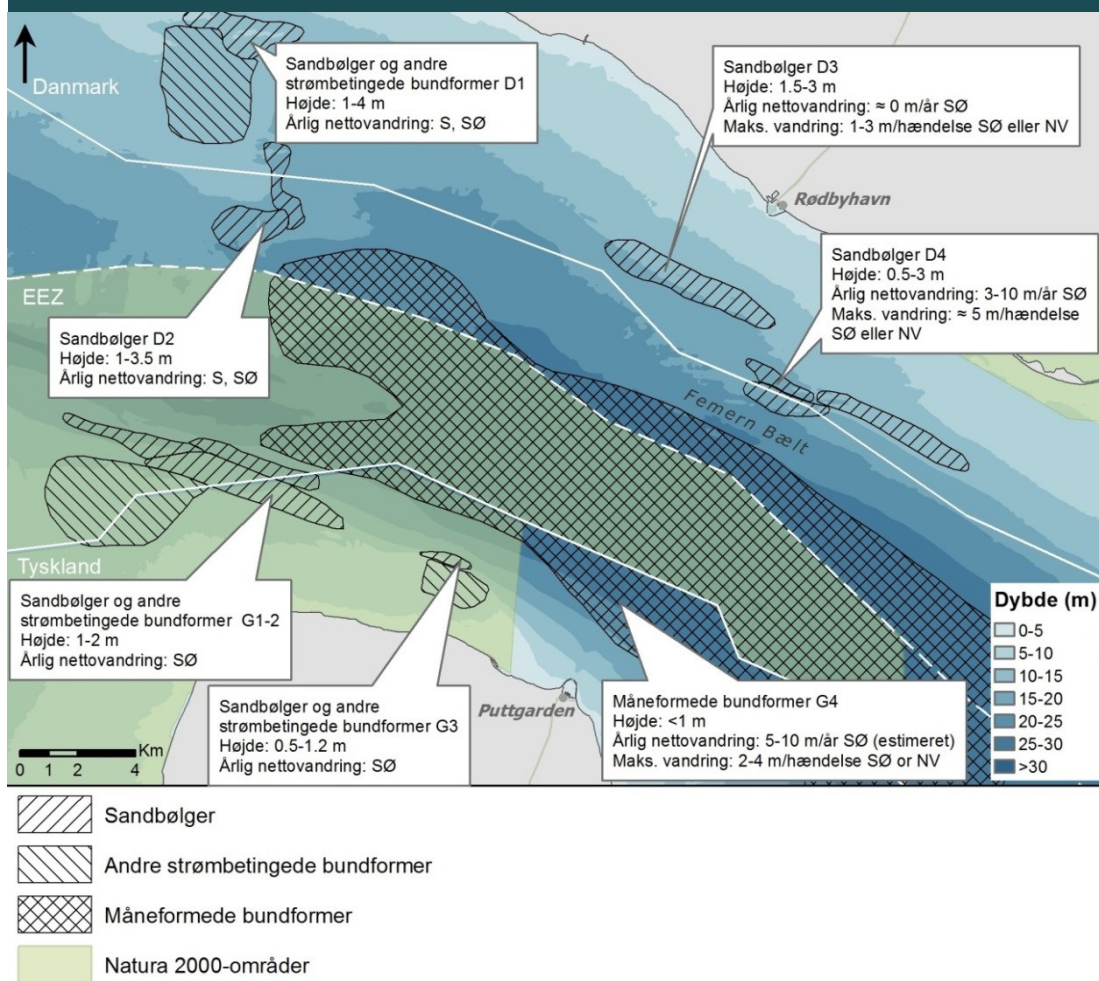
TABEL 10.1.3-3 Bundformer – arealer og størrelser

	Vand- dybde (m)	Højde (m)	Længde (m)	Areal (ha) inden for undersø- gelses- området	Areal (ha) inden for lokal- området	Areal (ha) inden for Natura 2000
Sandbølger	10 – 25	0,25 – 4	25 - 400	3.160	1.261	1.120
Måneformede bundformer	> 25	~ 0,5	100 - 200	21.700	14.789	(10,800)
Andre strømbetingede bundformer	10 – 25	0,25 – 4	25 - 400	2.582	244	(1.500)

Note: 1 Areal af kortlagte bundformer inden for Natura 2000-områder, hvor bundformer er en del af udpegningsgrundlaget (SCI DE 1631-3922 og SCI DE 1332-301, begge på tysk side), omfatter kun sandbølger, der er beskyttede inden for disse områder og angivet som marin naturtype 1110 "Sandbanker". Måneformede bundformer og andre strømbetingede bundformer er derfor angivet i parentes i tabellen

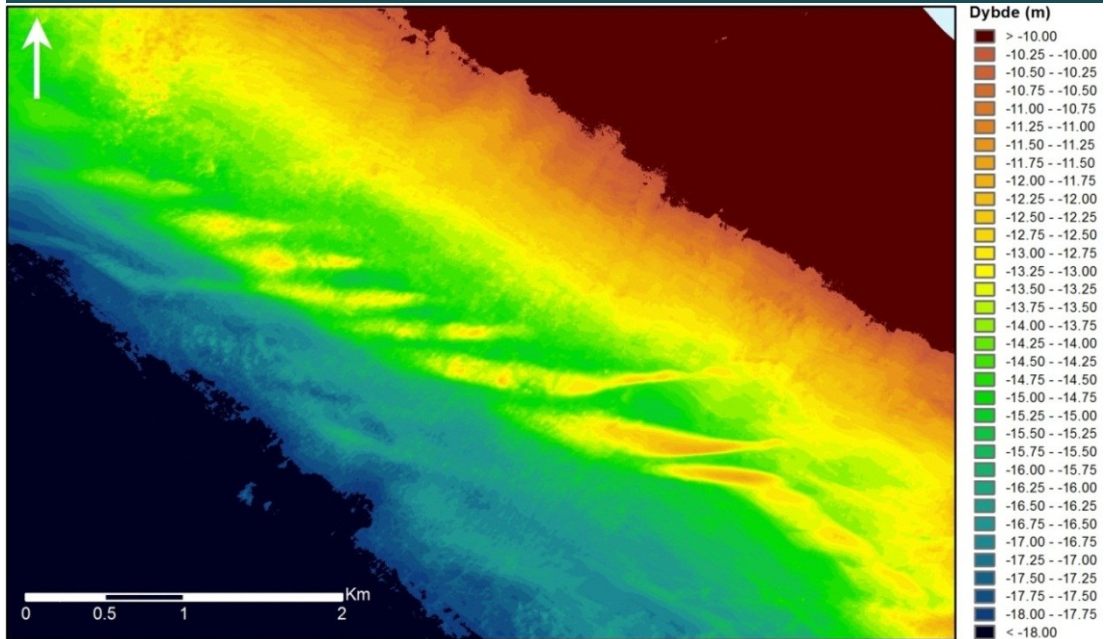
Note: 2 Areal af undersøgelsesområdet: 78.515 ha. Areal af lokalområdet: 38.427 ha. Areal af Natura 2000-områder (SCI DE 1631-3922 og SCI DE 1332-301), hvor bundformer er en del af udpegningsgrundlaget, inden for undersøgelsesområdet: 24.124 ha

FIGUR 10.1.3-17 Områder med markante bundformer i Femern Bælt

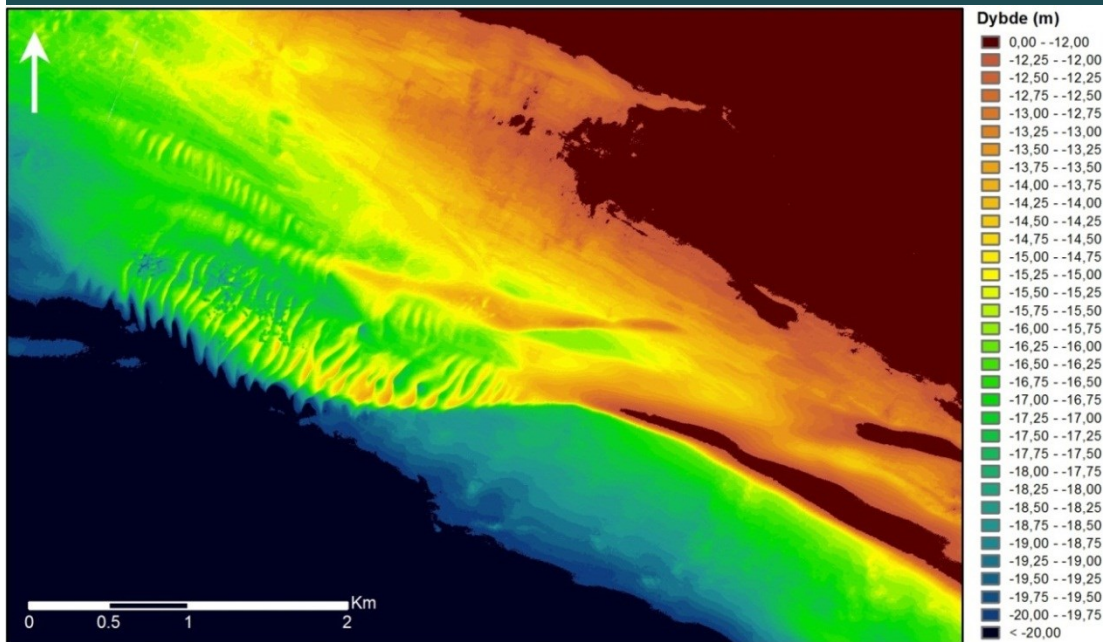


Note: D1-D4 og G1-G4 refererer til områder anvendt i klassifikation af bundformerne. De største vandringsrater er relateret til hændelser med høje strømhastigheder, typisk 2 - 5 gange om året med en varighed på op til to dage. Sandbølgerne inden for de viste Natura 2000-områder på tysk side er beskyttede

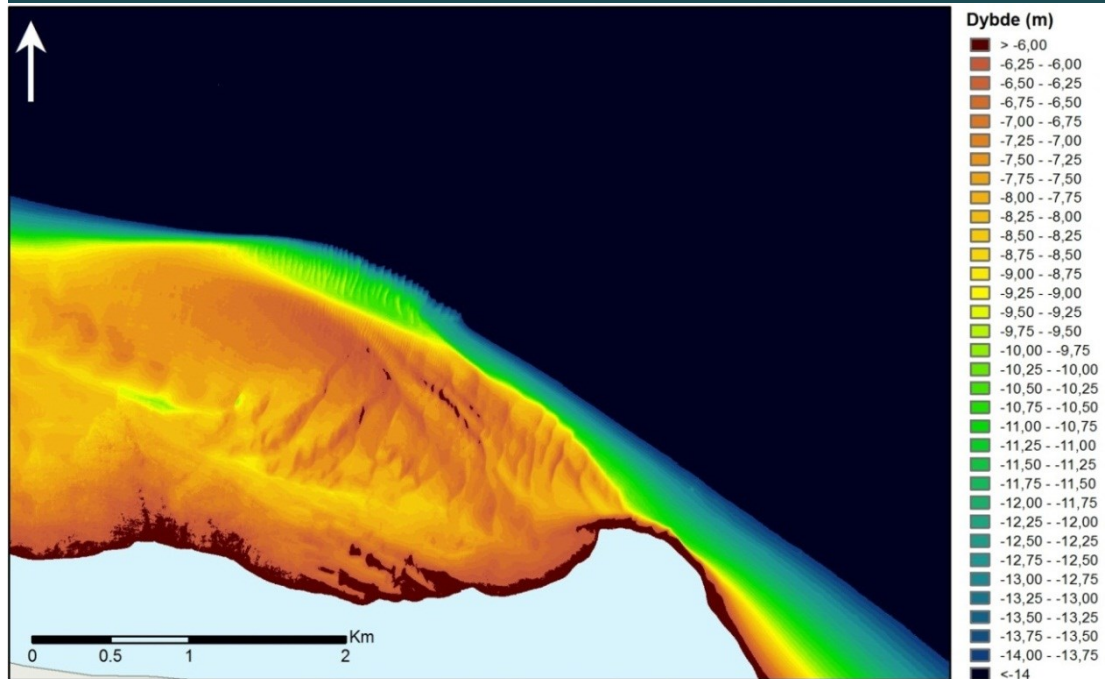
FIGUR 10.1.3-18 Sandbølger i område D3 i dansk farvand. Vanddybde 10 - 18 m



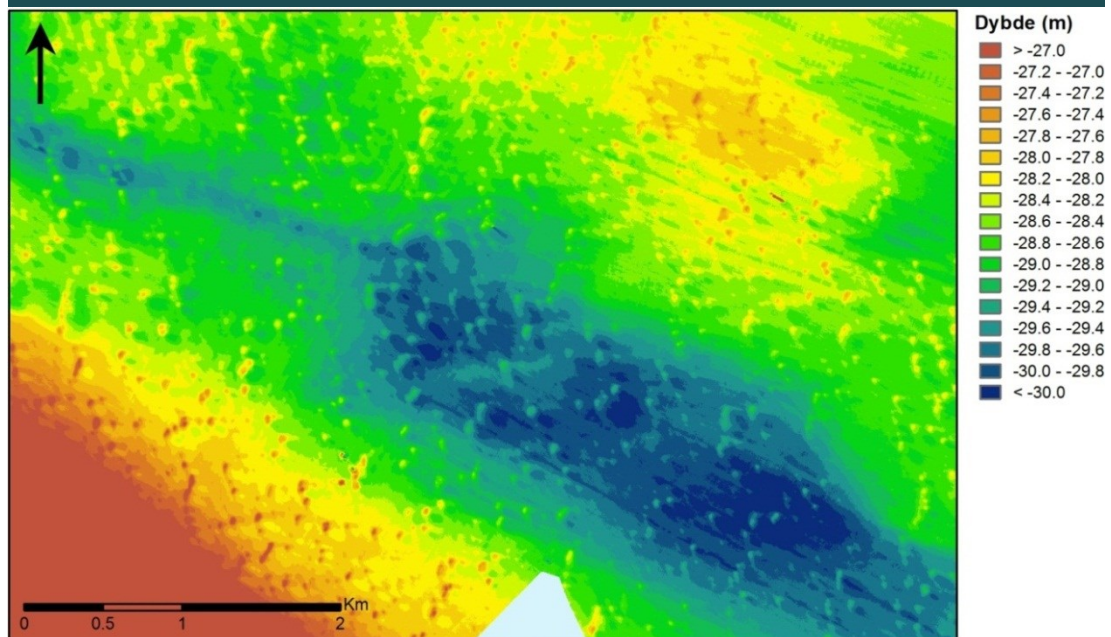
FIGUR 10.1.3-19 Sandbølger i område D4 i dansk farvand. Vanddybde 12 - 20 m



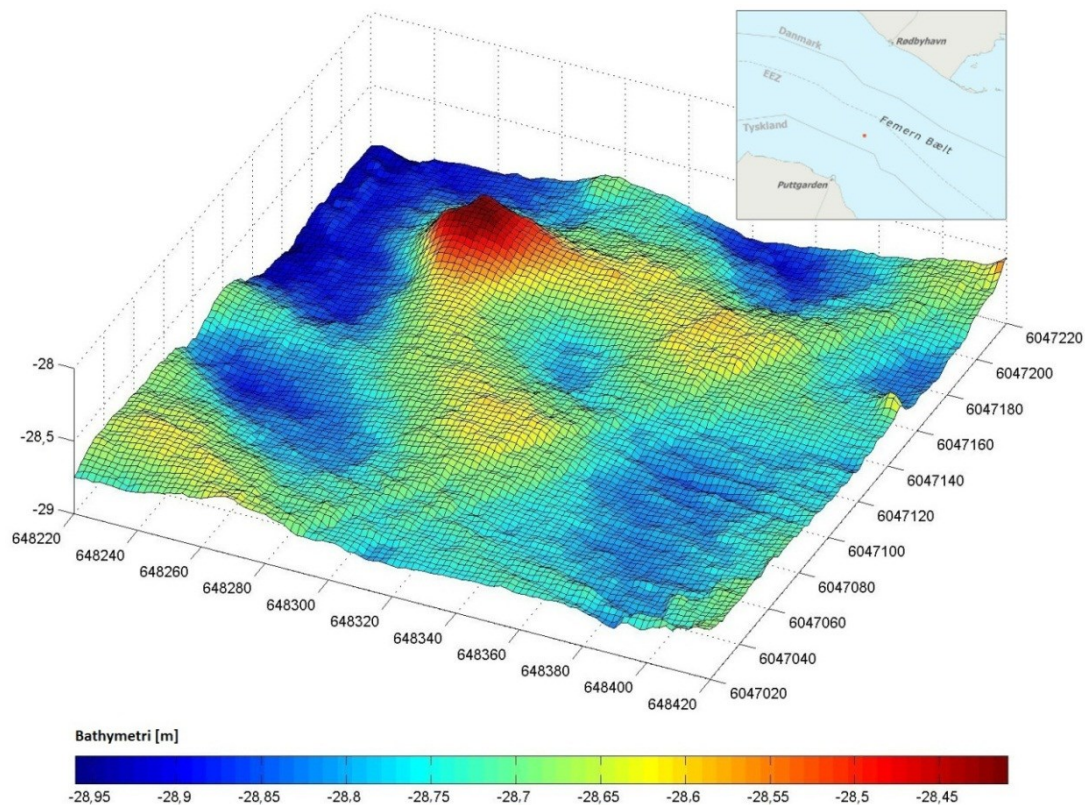
**FIGUR 10.1.3-20 Sandbølger og andre strømbetingede bundformer i område G3 i tysk farvand.
Vanddybde 6 - 14 m**



FIGUR 10.1.3-21 Område G4 – bathymetri 27 - 30 m's dybde



FIGUR 10.1.3-22 Eksempel på måneformet bundform. Vanddybde 28 - 29 m

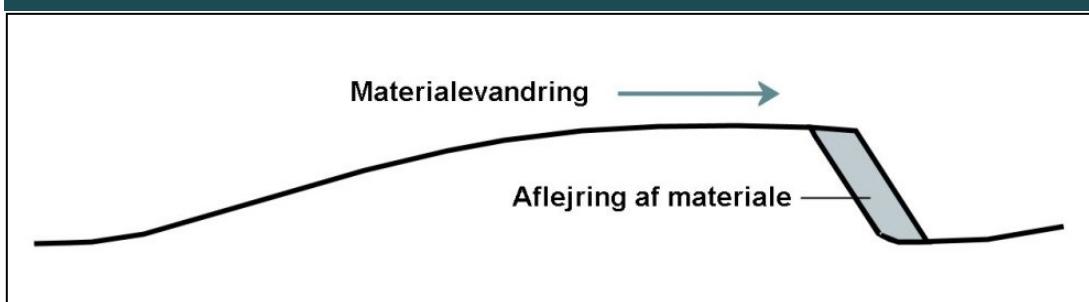


Vandringsrater for bundformer

Vandringen af bundformerne i områderne nær linjeføringsområdet er estimeret på baggrund af sammenhængen mellem lokal materialevandring, bundformens højde og vandringsafstanden (figur 10.1.3-23). Vandringsraten beregnes som:

- Netto vandringsrate (m/år) = netto materialevandring (m³/m/år)/bundformshøjden (m)

FIGUR 10.1.3-23 Skitse af sammenhængen mellem vandring af bundformer og materialevandring



Vandringsrater for bundformerne i linjeføringsområdet er estimeret på baggrund af den beregnede materialevandring i 2005. En årlig nettovandringsrate på op imod 10 m/år mod øst er beregnet for område D4, mens den årlige nettovandring af de store sandbølger i område D3 er fundet at være lille (figur 10.1.3-18). Faconen af de måneformede bundformer såvel som netto materialevandringen i området indikerer, at de vandrer mod sydøst. Vandringsraten er vanskelig at vurdere, men forventes at være i størrelsesordenen 5 - 10 m/år.

De største vandringer af bundformerne sker under hændelser med høje strømhastigheder. Under disse hændelser, der typisk forekommer 2 - 5 gange om året og varer op til to dage, kan bundformerne vandre 1 - 5 m imod sydøst eller nordvest afhængig af den aktuelle strømretning.

Bundformernes indflydelse på gennemstrømningen

Bundformerne i Femern Bælt betyder, at havbunden udgør en modstand mod strømningen, som er større end for en havbund uden bundformer. Enhver ændring af bundformerne indebærer en ændring i gennemstrømningsmodstanden. I overensstemmelse med VVM-redegørelsen er det derfor et krav at undersøge, om eventuelle ændringer i bundformerne på grund af Femern Bælt-forbindelsen har en indvirkning på gennemstrømningen gennem Femern Bælt.

En detaljeret analyse er rapporteret i FEHY 2013.

Analysen af bundformernes indflydelse på gennemstrømningen viser, at;

- Indstrømningen til Østersøen gennem Femern Bælt reduceres med omkring 0,03 - 0,04 pct. af det totale indstrømningsvolumen gennem Femern Bælt i beregningsperioden
- Udstrømningen reduceres med omkring 0,01 pct. af det totale udstrømningsvolumen i beregningsperioden

10.1.4 Kystmorfologi

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af den aktuelle tilstand af kysterne langs Lolland og Fehmarn, herunder en beskrivelse af de aktive morfologiske processer langs kysterne. Kysternes tilstand på både Lolland og Femern er i høj grad et resultat af den digebygning og landindvinding, der har fundet sted efter stormfloden i 1872. Hertil kommer de havne- og afvandingsanlæg og de kystsikringsforanstaltninger, som mere lokalt har stor indflydelse på kystens stabilitet og udvikling. Beskrivelsen af de eksisterende forhold sker således på baggrund af kystens stærke menneskeskabte prægning (eksisterende belastninger). Der redegøres desuden for, hvordan de fremherskende bølge- og strømforhold i dag bestemmer kystens dynamik og materialebalancen, skaber vekslende betingelser for erosion og pålejring og derved fortsat udvikler kystmorfologien. Afsnittet om kystmorfologi er opdelt i følgende underafsnit:

- Kystens dynamik (generel introduktion)
- Datagrundlag og metoder
- Eksisterende forhold på Lollands kyst
- Eksisterende forhold på Fehmarns kyst

Beskrivelsen af de eksisterende forhold på Lolland omhandler kyststrækningen mellem Kramnitze i vest og Hyllekrog i øst. De kystmorfologiske forhold i Natura 2000-området Hyldekrog- Rødsand er omtalt mere specifikt i kapitel 17. På Fehmarn beskrives kyststrækningen mellem Markelsdorfer Huk i vest og kysten ud for byen Klausdorf sydøst for Puttgarden. Undersøgelelsesprogrammet for kystmorfologien er fastlagt i Scoping-rapporten og omfatter følgende undersøgelser:

- Kortlægning af den eksisterende kystlinje, herunder omfanget og retningen af sedimenttransport langs stranden
- Bestemmelse af den historiske udvikling af kystlinjen baseret på historiske luftfotos og satellitbilleder for perioden 1979 - 2008 samt identificering af linjernes placering på satellitbillederne
- Udarbejdelse af et overordnet sedimentbudget for kystområderne baseret på den detaljerede kortlægning af havbundens topografi og sedimentegenskaber. Budgettet er anvendt til at kalibrere og validere et modelleringskompleks, der belyser materialevandring langs kysten
- Beregning af materialevandringen langs kysten ved hjælp af modelkomplekset kombineret med bølge-, strøm- og vandstandsstatistikker for Lollands og Fehmarns kystlinjer

Undersøgelserne og beskrivelsen af kystmorfologien er nærmere beskrevet i:

- FEHY 2013. Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Marine Soil. Coastal Morphology along Fehmarn and Lolland – Baseline. E1TR0056 Volume III

Kystens dynamik

Dette afsnit giver en kort beskrivelse af de processer, der påvirker kysternes stabilitet i Femern Bælt-området. Kysterne er i konstant udvikling og forandring – også uden indgriben fra menneskets aktiviteter langs kysten. Udviklingen af en kystlinje, det vil sige erosion og tilvækst, er primært afhængig af:

- Materialevandring langs kysten, såkaldt langtransport eller kystparallel materialevandring
- Materialevandring på tværs af kysten, såkaldt tværtransport
- Kystnære konstruktioner som f.eks. diger, stenkastninger, høfder og havne

Materialevandring i kystzonen påvirkes hovedsageligt af bølger og kun i mindre grad af strømme på grund af tidevand og vind. Næsten al transport foregår i bølgebrydningszonen, hvor bølgeturbulens mobiliserer sandet. Bølger, som falder skråt ind mod kysten, fremdriver stærke strømme, der transporterer sandet parallelt med kystlinjen.

Erosion fra kysten opstår, når langtransporten stiger langs en kystlinje. Tilsvarende, hvis langtransporten aftager, vil tilvækst forekomme. Transportraten afhænger af:

- Bølgehøjder og bølgeperioden (tiden fra bølgetop til bølgetop)
- Den vinkel, som bølgerne rammer kysten med
- Kystprofilet (hældning og eksistensen af revler)
- Tilgængelighed af sand langs kysten
- Kystbeskyttelse som f.eks. høfder, stenkastninger og havnemoler

Datagrundlag og metoder

Kortlægning af kysternes eksisterende tilstand og udvikling gennem de seneste årtier er baseret på analyser af et omfattende datamateriale samt resultater fra modellering af strøm-, bølge- og langtransport.

Dybdeforhold og havbunden nær kysterne

Opmåling af dybdeforhold og topografi nær kysterne er foretaget i området omkring linjeføringen på Lolland og Fehmarn i 1998 (32 profiler) og i 2009 (445 profiler). Uden for ca. 6 m dybdekanturen er dybdeforholdene opmålt med flerstrålet ekkolodsopmåling (multibeam) i 2009 i Femern Bælt. Opmålinger er foretaget i forhold til DVR90 (Dansk Vertikal Reference 1990).

Vurdering af havbundens tilstand og dens sedimenter nær kysterne er kortlagt baseret på et stort antal prøvetagninger af havbundsmateriale i både kystzonen og i de dybere områder (1998 og 2009), substratkortlægning, baseret på information fra ekkolodsopmåling, (2009) og luftfotos (2009) samt dykkerobservationer af sedimenter og vegetation (2009).

Kystudvikling og kystkonstruktioner

Den historiske udvikling af de kystnære områder er baseret på et større antal historiske kort og luftfotos samt tilgængelig litteratur om f.eks. bygning af diger.

Kystlinjens placering samt erosion og tilvækst langs kysterne i nyere tid (siden 1999) er analyseret på basis af luftfotos fra 1999, 2004 og 2009.

Kystkonstruktioner og kystens tilstand er kortlagt på basis af luftfotos og kystinspektion (januar 2011). Information om vedligeholdelsesudbydning fra Rødbyhavn (havnebassin og adgangs-kanal) er til rådighed for perioden 1977 - 2008.

Modellering af strøm- og bølgeforhold

Data om bølgeforhold er fremskaffet ved modellering af den 21-årige periode 1989 - 2010. Bølgemodellering er omtalt i afsnit 10.1.1. Hydrografi. Den lokale bølgemodel af Femern Bælt har et fintmasket beregningsnet ved kysterne, så de lokale dybdevariationer, der influerer på bølgerne, er repræsenteret i modellen.

Resultater fra den lokale strømningsmodel for året 2005 (afsnit 10.1.1), der er fundet at være repræsentativ for et gennemsnitligt år, er anvendt i transportberegningerne.

Modellering af langtransport og sedimentbudget

Den kystparallelle materialevandring (langtransporten) på tværs af kystprofiler langs Lollands og Fehmarns kyster er modelleret ved hjælp af LITDRIFT-modulet fra LITPACK. LITDRIFT-modulet er anvendt til at bestemme den årlige langtransport. LITDRIFT beregner variationer af bølgehøjder og -retninger, vandstand, kystparallelle strømhastigheder samt langtransport i et vilkårligt kystprofil. Målte kystprofiler fra 2009 og information om havbundens tilstand (bl.a. variationen af sediment) langs kysten anvendes i modelberegningerne. Der tages hensyn til, at kystbeskyttelse nogle steder beslaglægger en del af kystprofilen, der dermed ikke indgår i den aktive del af transportzonen.

Langtransporten beregnes i kystprofiler med omkring 1 km mellemrum på en strækning af 5 km på hver side af henholdsvis Rødbyhavn og Fehmarn. Fordelingen af langtransporten i hvert kystprofil er beregnet for de gennemsnitlige bølgeforhold i den 21-årige periode 1989 - 2010. Resultater af beregningerne for hvert kystprofil er den resulterende netto-langtransport samt brutto-langtransporten (summen af materialevandringen mod øst og vest) og disses fordeling langs kystprofilerne. Beregningerne af langtransporten i kystprofilerne langs med kysten benyttes til at beregne sedimentbudgettet langs kystlinjerne. Gennemsnitlige årlige kystlinjeændringer er beregnet på basis af de beregnede langtransportrater.

LITDRIFT er kalibreret ved at sammenholde observerede kystlinjeændringer vest for Rødbyhavn (fra ortofotos) med beregnede kystlinjeændringer for perioden 1999 - 2009 baseret på gennemsnitlige modellerede bølgeforhold for samme periode. Oprensningsmængderne i indsejling til Rødbyhavn samt i havnebassinene er også anvendt til kalibrering. På Fehmarn er LITDRIFT kalibreret ved hjælp af observerede kystlinjeændringer sydøst for Puttgarden og ændringer af Grüner Brink formationen 1999 - 2009.

Eksisterende forhold på Lollands kyst

Historisk kystudvikling

Lollands kyst har ændret sig meget gennem tiderne både på grund af menneskelig indgriben og naturskabte processer. Figur 10.1.4-1 viser et historisk kort fra 1763 - 1805 og figur 10.1.4-2 viser den eksisterende situation på et satellitbillede.

Diget

Den største menneskelige indgriben skete efter en ekstrem storm- og højvandshændelse i 1872, som oversvømmede store arealer af Lolland og Fehmarn. Et dige til beskyttelse af de lavtliggende landområder blev bygget langs hele sydkysten af Lolland i 1877 (figur 10.1.4-3). Rødby Fjord og dele af området vest for Hyllekrog blev gradvist drænet og udlagt til landbrugsjord over en periode på 100 år.

Kramnitze og Rødbyhavn

Konstruktion af havnene ved Kramnitze i den vestlige del af den gamle Rødby Fjord og ved Rødby har også påvirket kystlinjen (figur 10.1.4-4).

Transporten af sand fra vest hober sig op langs kysten vest for den vestlige bølgebryder, som beskytter Kramnitze Fiskerihavn. Denne sandophobning har delvist fyldt bugten og strækker sig i dag omkring 900 m vest og 600 m øst for bølgebryderne, idet sandet til dels passerer forbi den vestlige bølgebryder.

Den første Rødbyhavn blev bygget i perioden 1900 - 1912. Den større færgehavn blev bygget i 1962 - 63 i forbindelse med udvidelsen af færgetrafikken mellem Rødbyhavn og Puttgarden. Der har været sandophobning på den vestlige side af Rødbyhavn siden den første Rødbyhavn blev bygget (figur 10.1.4-5). Stenkastninger beskytter kysten og diget øst for havnen mod yderligere erosion forårsaget af manglen på sedimenttilførsel fra vest.

Hyllekrog og Rødsand

Den østlige transport af sand langs kysten samt tværtransport mod kysten forårsager fremkomsten af barriereøer og sandrevler langs hele den sydlige del af Rødsand Lagune. Udviklingen af barriereøer fra 1763 til i dag kan ses ved at sammenligne figur 10.1.4-1 og figur 10.1.4-2. En sandtange har udviklet sig på den vestlige side af Gedser, og denne reducerer yderligere åbningen til lagunen.

Hyllekrogs udvikling gennem perioden 1945 - 1995 er undersøgt ved hjælp af historiske kort. Hyllekrog blev forbundet med hovedlandet gennem perioden 1945 - 1989, da åbningen til lagunens vestlige ende blev lukket med brudte mursten for at etablere en vej til Hyllekrog Fyrtårn. Den primære ændring på kystlinjen i denne periode, på grund af naturlige processer, var udviklingen af den østlige sandtange (figur 10.1.4-7).

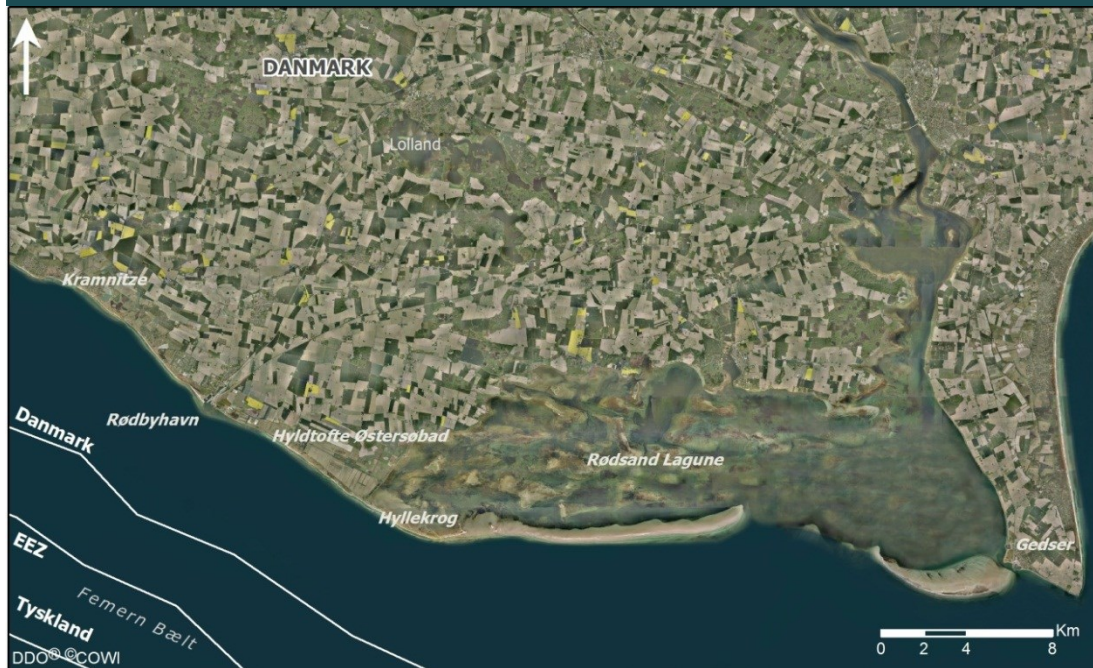
FIGUR 10.1.4-1 Kort over den sydøstlige del af Lolland gennem perioden 1763 - 1805



FIGUR 10.1.4-1 Kort over den sydøstlige del af Lolland gennem perioden 1763 - 1805

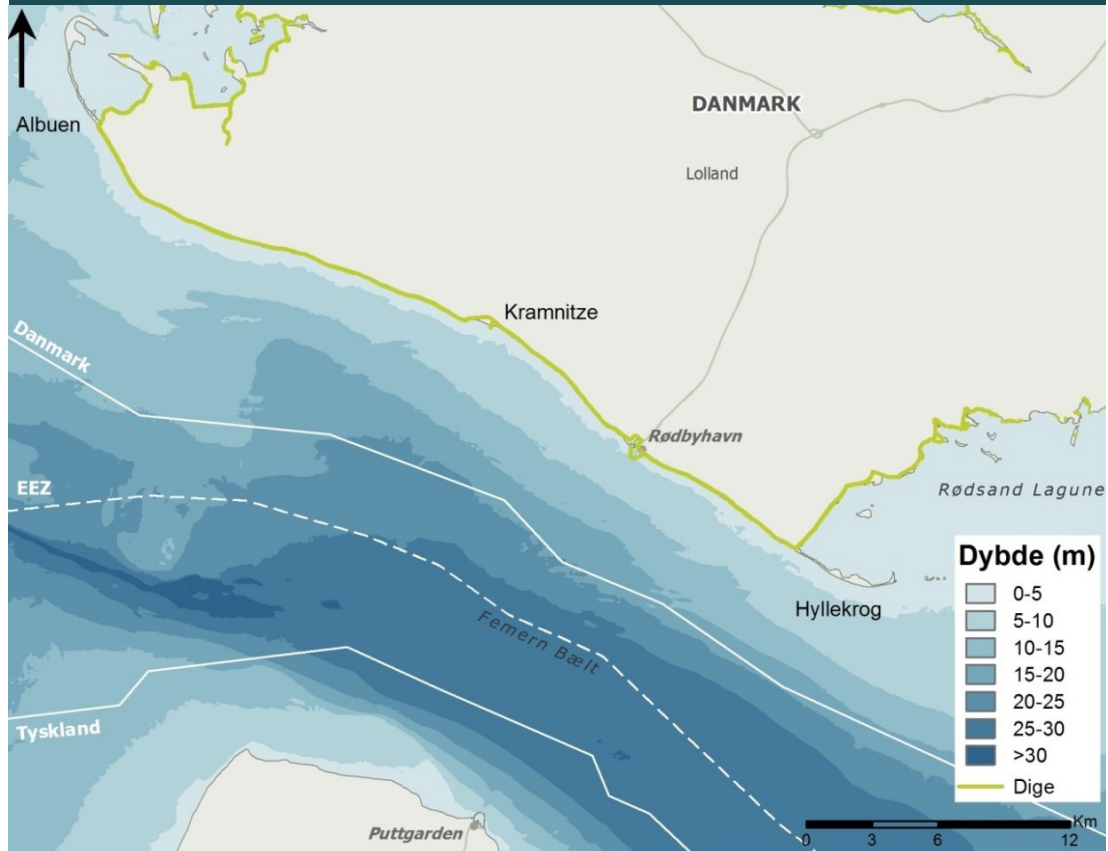
Bemærk at nogle af sandformationerne i Rødsand Lagune kan have eksisteret, men er ikke vist (Videnskaberens Selskab, Geografisk Institut, Københavns Universitet)

FIGUR 10.1.4-2 Satellitbillede af den sydøstlige kyst af Lolland i dag



Kilde: Ortofoto DDO® 2008, (©COWI)

FIGUR 10.1.4-3 Lollandske dige langs sydkysten, markeret med grøn linje



Note: www.kyst.dk

FIGUR 10.1.4-4 Kramnitze Fiskerihavn (Den Danske Havnelods)

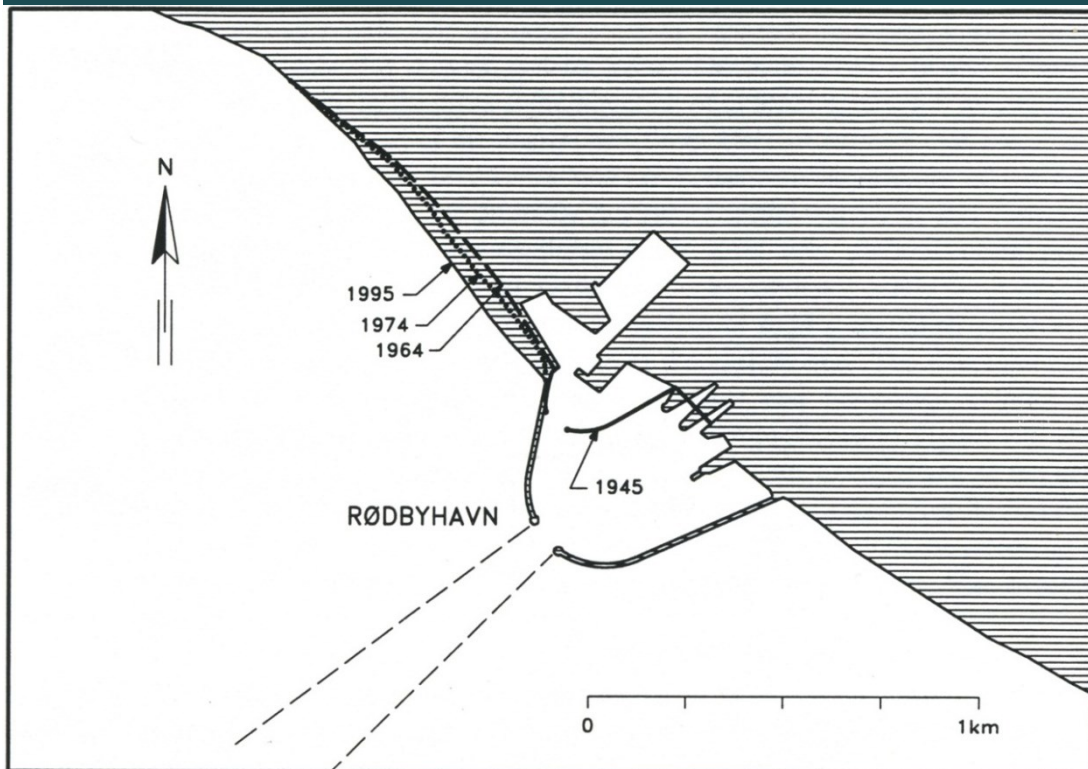


FIGUR 10.1.4-5 Rødbyhavn



Note: (©COWI Ortofoto April 2009)

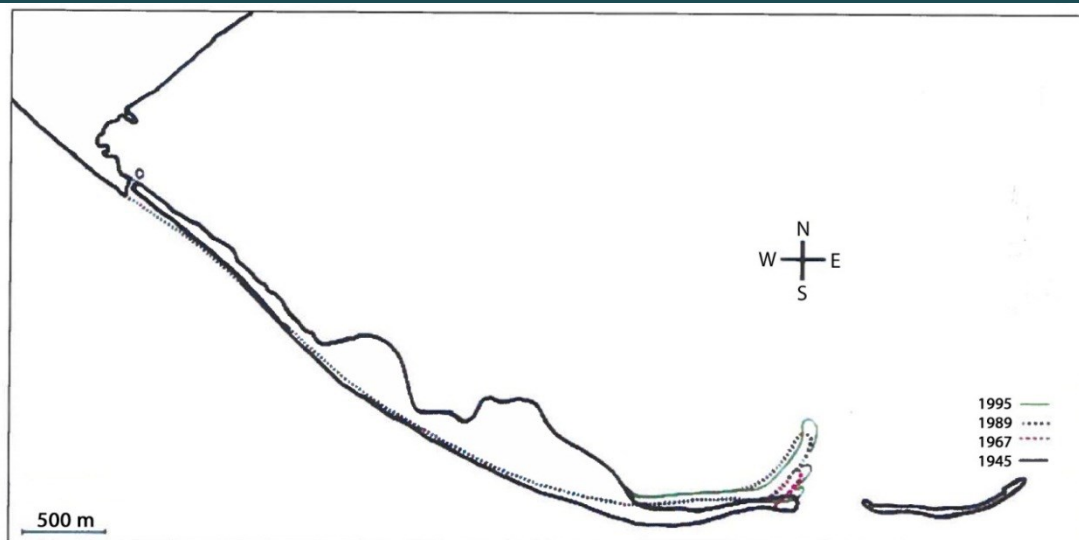
FIGUR 10.1.4-6 Udvikling af kystlinjen vest for Rødbyhavn



Note: Figuren viser udviklingen gennem perioden 1964 - 1995 og den gamle havn i 1945.

Kilde: Fehmarnbelt Environmental Consultants (DHI, VKI, IOW and LIC) (1996)

FIGUR 10.1.4-7 Udvikling af Hyllekrog 1945 - 1995 (Jensen 2006)



Eksisterende kystlinje og nyere kystlinjeændringer

Den eksisterende tilstand af kystlinjen og ændringer i kystlinjens placering gennem 10 år er fastlagt ved hjælp af nøjagtige luftfotos fra 1999, 2004 og 2009 og adskillige detaljerede feltundersøgelser langs med kysten. De eneste steder med markante ændringer var ved Kramnitze Fiskerihavn og Rødbyhavn, Hyldebofte Østersøbad og Hyllekrog.

Kramnitze til Rødbyhavn

Denne kystlinje på omkring 8,4 km består af strækninger med sandstrande og strækninger, hvor diget er beskyttet med stenkastninger for at undgå erosion. Et overblik over kystkonstruktioner langs denne strækning er vist i figur 10.1.4-8.

I perioden 2004 - 2009 skete der en stor tilvækst af stranden vest for Kramnitze Fiskerihavn (figur 10.1.4-8) på grund af den østgående materialevandring, som stadig ophobes vest for havnen. Sandet passerer omkring den vestlige havnemole, og havnemolerne er blevet forlænget adskillige gange, senest i 1985, for at forhindre tilsanding i indsejlingen. Regelmæssig oprensning er nødvendig og har fundet sted senest i 1994 og 1999. Der er ingen strand foran diget fra den centrale del af Kramnitze by og omkring 700 m mod øst, og diget er her beskyttet med en stenkastning.

Stranden foran søen/vådområdet Skarholm er en sandstrand med lidt grus og en smal klit foran diget. Yderligere øst for Skarholm mod Bredfjed sommerhusområde bliver kystlinjen igen beskyttet af en stenkastning. Den 3 km lange strækning fra den vestlige del af Bredfjed til Lalandia har en fin sandstrand med lidt grus, og foran den østlige del af Lalandia er der en bred sandstrand. Fra 2004 - 2009 er der sket en tilvækst af kysten på omkring 15 m uden for Lalandia fra 1,5 - 2 km vest for Rødbyhavn.

Rødbyhavn

Siden 1999 har stranden flyttet sig 35 m ud mod havet langs en strækning på 1 km (figur 10.1.4-10). Sandophobningen på stranden gennem perioden 1999 - 2009 er anslået til 115.000 m³ svarende til gennemsnitligt 10.500 m³ pr. år. Den største tilvækst foregik i perioden 2004 - 2009, hvilket primært skyldes hyppigere bølger fra vest-sydvestlige retninger end i perioden 1999 - 2004.

En del af langtransporten passerer omkring den vestlige bølgebryder og aflejres i et reservoir vest for adgangskanalen til Rødbyhavn. Reservoiret hindrer aflejring i adgangskanalen og havnebassiner. En analyse af oprensningsmængderne til vedligeholdelse mellem 1977 - 2008 viser, at transporten omkring den vestlige havnemole er ca. 22.000 m³ pr. år.

Rødbyhavn til Hyllekrog

Kystlinjen mellem Rødbyhavn og Hyllekrog på 8,2 km er forholdsvis lige. Figur 10.1.4-9 giver et overblik over denne kystlinje og kystkonstruktionerne på denne strækning. Den vestlige del af strækningen mellem Rødbyhavn og Hyltofte Østersøbad karakteriseres ved en stenkastning og ingen strand (figur 10.1.4-11)

I 1999 blev 10 bølgebrydere bygget over en strækning på 750 m ved Hyltofte Østersøbad omkring 4 km øst for Rødbyhavn, og der blev tilført sand til strandene mellem bølgebryderne. Disse led umiddelbart efter opførelsen af mindre erosion, men har været stabile siden 2004 (figur 10.1.4-12).

Kysten mellem Hyltofte Østersøbad og Hyllekrog varierer mellem strækninger beskyttet af en stenkastning (typisk uden en foranliggende strand) og strækninger med sandstrande.

Hyllekrog

Fra 1999 - 2009 var kystlinjen langs Hyllekrog generelt stabil med undtagelse af, at der blev aflejret sand for enden af sandtangen, så den er vokset i østlig retning med gennemsnitligt 25 m pr. år. Ligeledes er der en tendens til tilvækst langs de østligste 3 km af den sydvendte kystlinje (figur 10.1.4-13).

Hyllekrogs østlige sandtange veksler mellem en forlængelse af odden mod nord (fra 1945 - 1999), (figur 10.1.4-7) og en forlængelse af odden mod øst (fra 1999 - 2009), (figur 10.1.4-13). Formen af den nordlige kystlinje og eksistensen af laguner på sandodden viser, at denne udvikling gentager sig selv med års mellemrum.

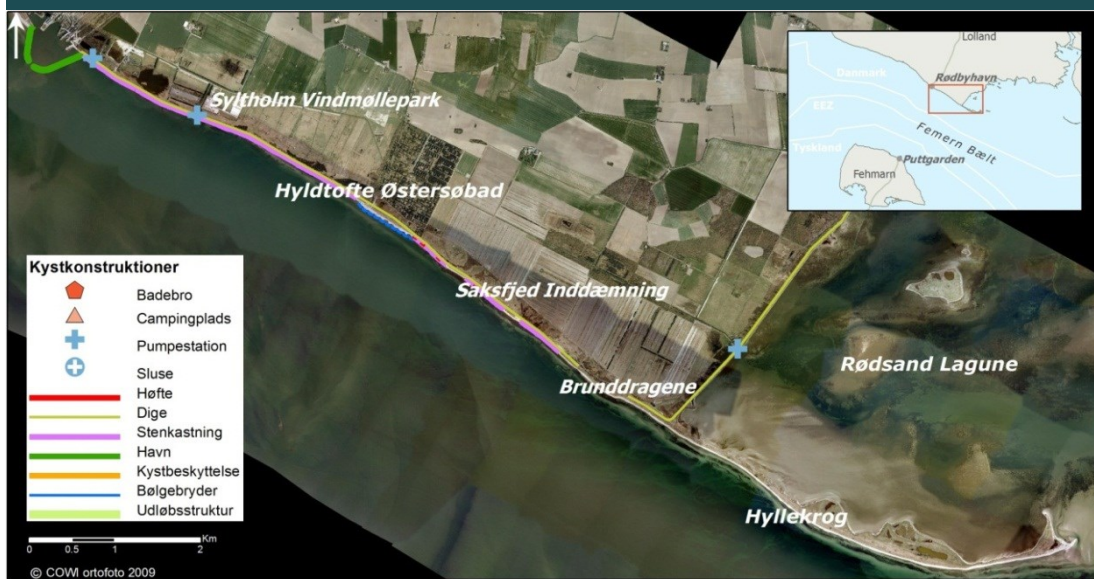
Der er ingen tegn på nylig overskylning af forlængelsen. Det er vurderet, at der er en risiko for overskylning/gennembrydning i fremtiden, specielt på grund af den forventede havspejlsstigning. Imidlertid vil en gennembrydning højst sandsynligt lukke til igen naturligt. Det er vigtigt for stabiliteten af Hyllekrog, at materialevandringen fra vest bibeholdes.

FIGUR 10.1.4-8 Oversigt over kystkonstruktioner mellem Kramnitze og Rødbyhavn

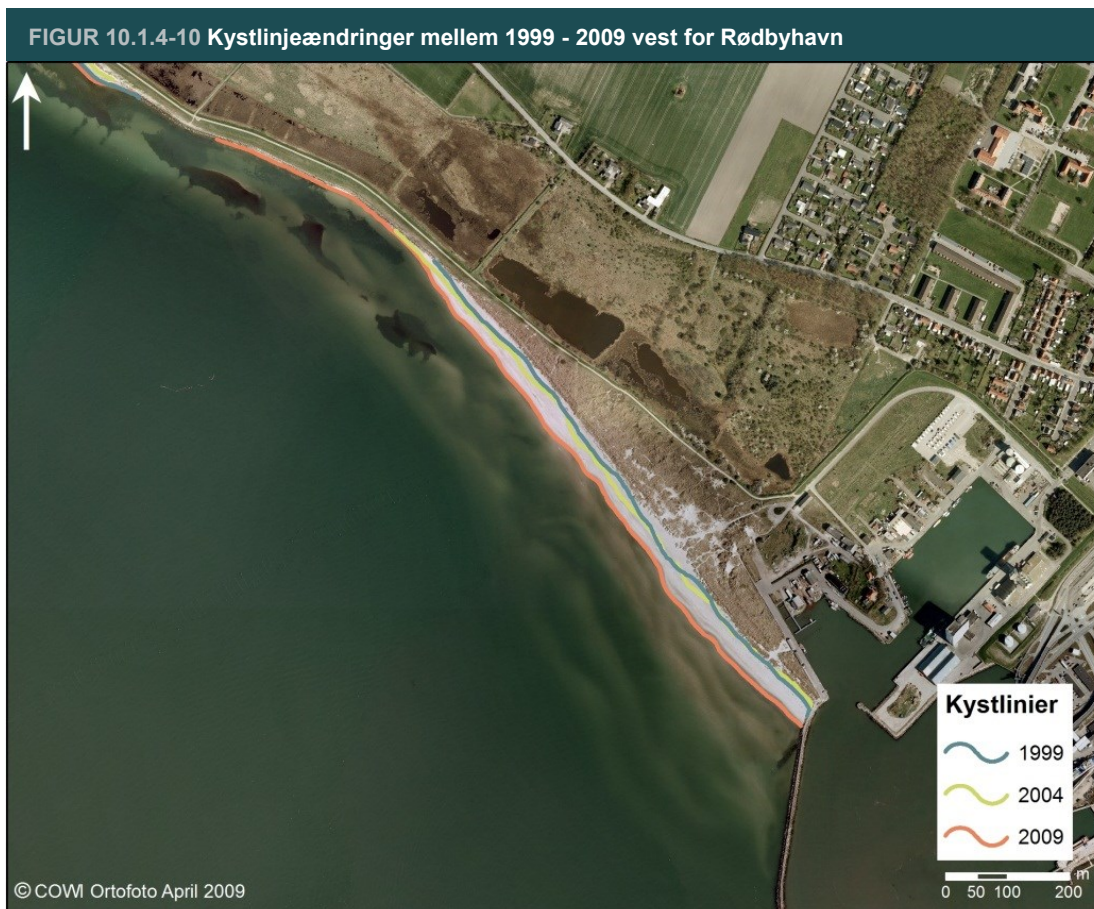


Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-9 Oversigt over kystkonstruktioner mellem Rødbyhavn og Hyllekrog



Note: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)



Luffoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

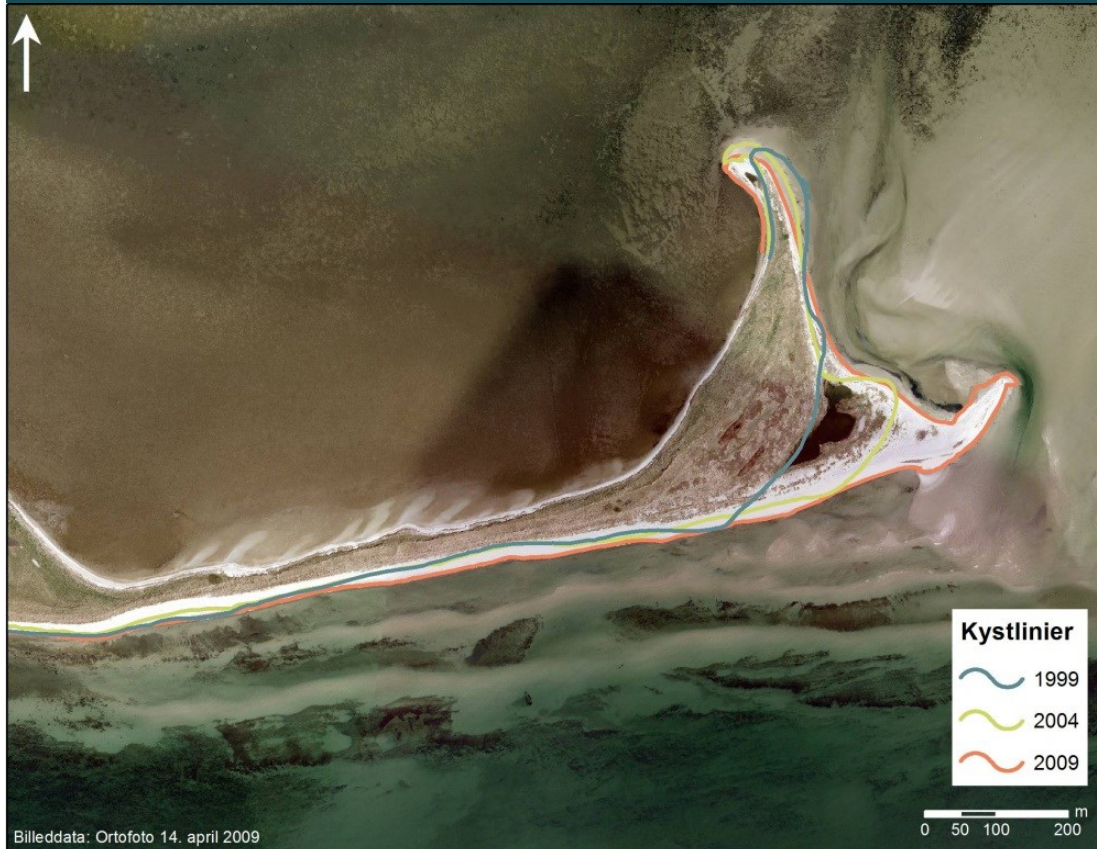


FIGUR 10.1.4-12 Bølgebrydere og kystlinjeændringer mellem 1999 - 2009 ved Hyldtofte Østersøbad



Note: Bølgebryderne blev bygget i 1999. Luffoto fra 2009
Kilde: Luffoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-13 Kystlinjeændringer i perioden 1999 - 2009 ved den østligste del af Hyllekrog



Kilde: Luffoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

Kystprofiler

Kystprofilerne langs Lollands kyst er generelt relativt stejle ud til en vanddybde på 4 - 6 m. Længere væk fra kysten er hældningerne mindre. De kystnære dele af profilerne umiddelbart øst for Rødbyhavn er meget stejle, og stenkastningen strækker sig ned til omkring 1,5 - 2,5 m's dybde.

Analyse af opmålte kystprofiler i 1998 og 2009 på en strækning op til 5 km på hver side af Rødbyhavn bekræfter ophobning af sand på strand og strandplan umiddelbart vest for Rødbyhavn. De øvrige profiler viste kun små ændringer.

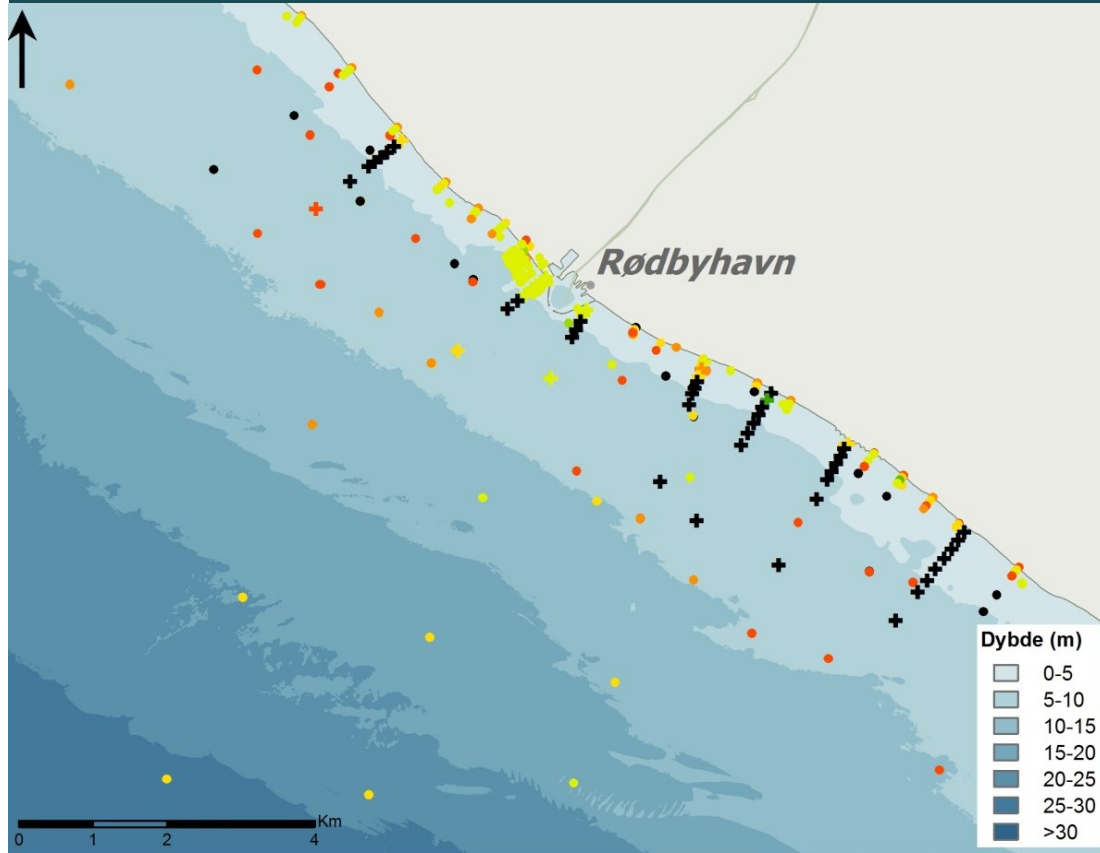
Havbunden nær kysten

Kornstørrelsen af havbundsmateriale i prøvetagninger fra 1998 og 2009 i kystområdet omkring Rødbyhavn er vist i figur 10.1.4-14. Kornstørrelsen er angivet som "mediankorn diameteren", d_{50} , som er den kornstørrelse, hvor 50 pct. af materialet har en mindre diameter, og 50 pct. har en større diameter. Havbunden ved stationerne markeret med sorte symboler var hård, og prøvetagning var her ikke mulig.

I de kystnære områder vest for Rødbyhavn er sandet generelt fint, men nogle af prøverne indeholdt medium til groft sand. Fint sand findes i ophobningsområdet tæt på havnen. Øst for Rødbyhavn er sandet grovere, generelt medium til groft, men enkelte prøver indeholdt også fint sand. Der er ikke observeret forandringer mellem 1998 og 2009.

Af luffotos i figur 10.1.4-8 og figur 10.1.4-9 ses sandrevler langs den største del af kysten mellem Kramnitze og Hyllekrog med undtagelse af en strækning på 2 - 3 km øst for Rødbyhavn, hvor det løse sand er eroderet og transporteret østpå med materialevandringen.

FIGUR 10.1.4-14 Korndiameter, d50, langs Lollands kyst



Mediankornstørrelsen d50 (mm)

1998

- < 0,04 (Medium silt og finere)
- 0,04 - 0,0625 (Groft silt)
- 0,0625 - 0,125 (Meget fint sand)
- 0,125 - 0,25 (Fint sand)
- 0,25 - 0,5 (Medium sand)
- 0,5 - 1,0 (Groft sand)
- > 1,0 (Meget groft sand eller grovere)
- d50 ikke tilgængelig

2009

- < 0,04 (Medium silt og finere)
- 0,04 - 0,0625 (Groft silt)
- 0,0625 - 0,125 (Meget fint sand)
- 0,125 - 0,25 (Fint sand)
- 0,25 - 0,5 (Medium sand)
- 0,5 - 1,0 (Groft sand)
- > 1,0 (Meget groft sand eller grovere)
- d50 ikke tilgængelig

Sedimentbudget langs Lollands kyst

Sedimentbudgettet for den eksisterende kystlinje er fastlagt på basis af beregnede langstransport-rater, som er sammenholdt med blandt andet observerede kystlinjeændringer.

Bølge- og strømforhold

Materialevandringen langs kysten er, som tidligere beskrevet, stærkt afhængig af de kystnære bølgeforhold.

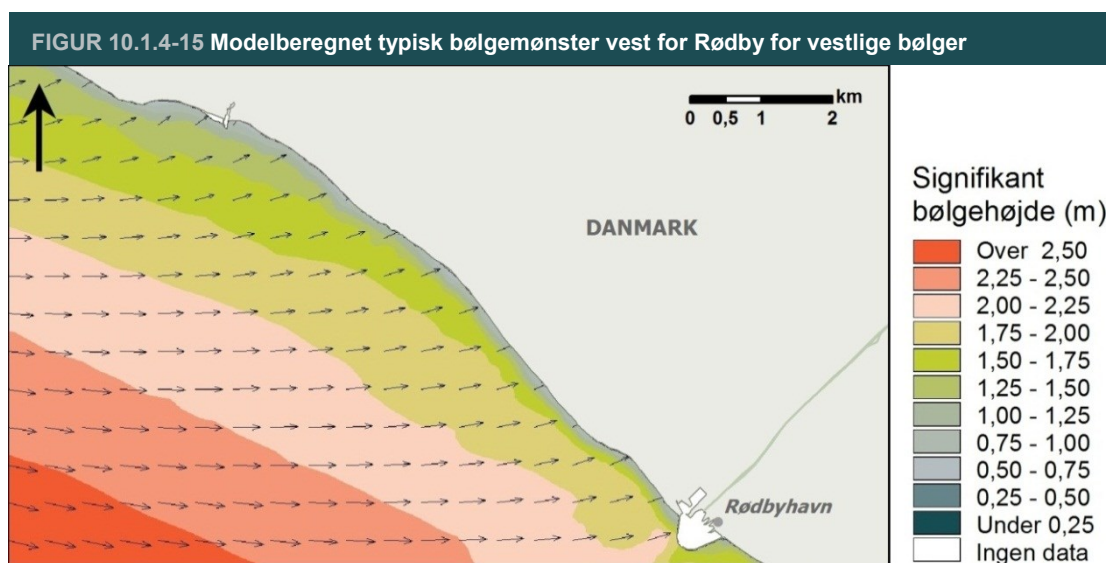
Et typisk bølgemønster langs kysten vest for Rødbyhavn for vestlige bølger er vist i figur 10.1.4-15. De gennemsnitlige bølgeforhold (1989 - 2010) for denne strækning er illustreret i figur 10.1.4-16 med bølgeroser, der viser fordelingen af bølger på bølgehøjde og bølgeretning. Bølgeroserne viser, at bølgerne fordeler sig på to hovedretninger. Den dominerende bølgeretning er sydvest, og herfra kommer også de største bølger. Bølger fra sydøstlige retninger er mindre hyppige og typisk mindre.

Tilsvarende ses et typisk bølgemønster for bølger fra vestlig retning øst for Rødbyhavn i figur 10.1.4-17. De gennemsnitlige bølgeforhold for denne strækning er illustreret med bølgeroser i

figur 10.1.4-18. De dominerende bølger kommer også her fra sydvestlige retninger, mens en mindre andel af bølgerne kommer fra sydøstlige retninger. Lævirkningen af Rødbyhavn ses i bølgerosen for punktet D11 umiddelbart øst for Rødbyhavn.

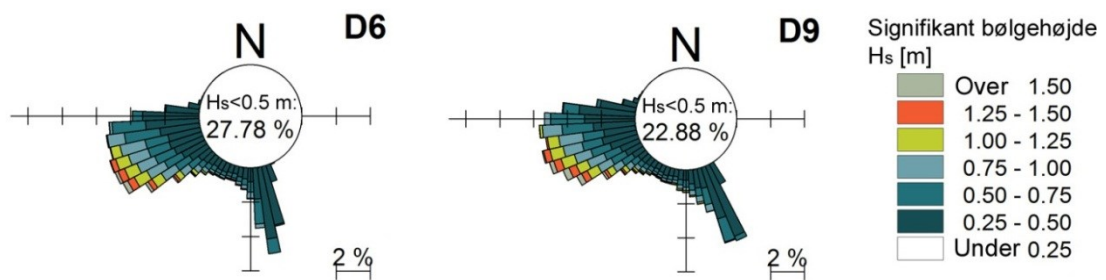
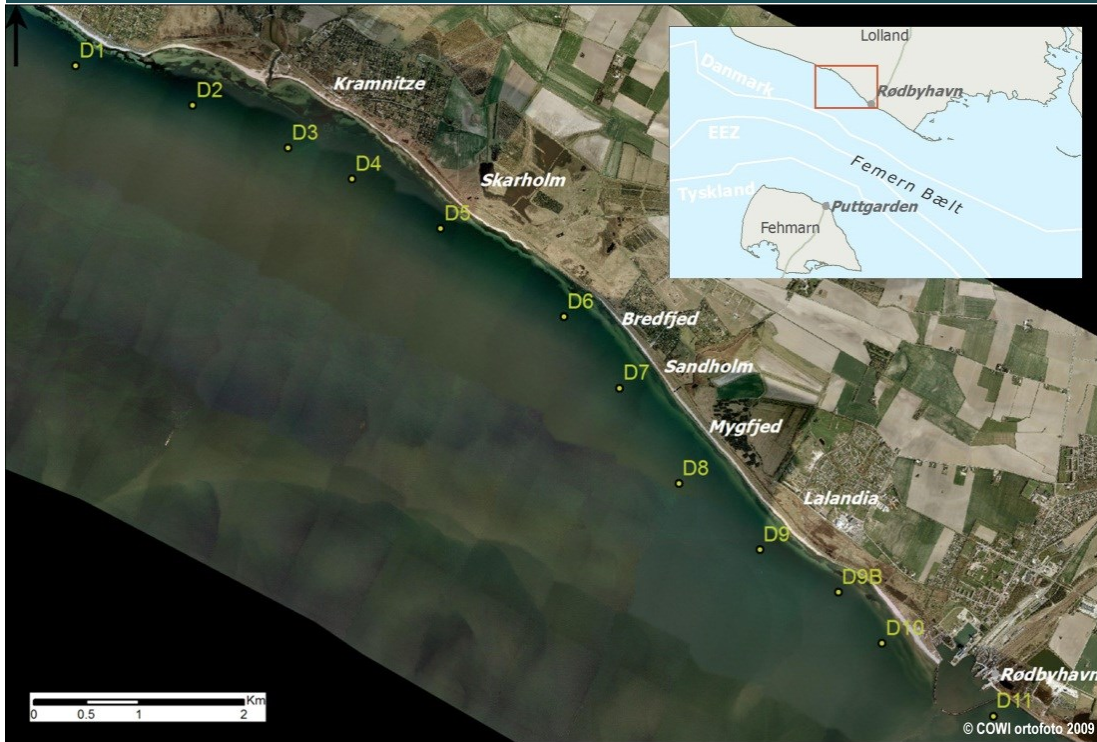
Strømmene uden for brydningszonerne er drevet af meteorologiske betingelser, tidevand samt generel udstrømning fra Østersøen. Strømmene er parallelle med kystlinjen og overskrider sjældent 0,2 m pr. sekund.

Strøm- og bølgeforhold og de metrologiske betingelser, der påvirker dem, er beskrevet i afsnit 10.1.1.



Note: Dato 13.02.2005. Pilene angiver bølgenes udbredelsesretning

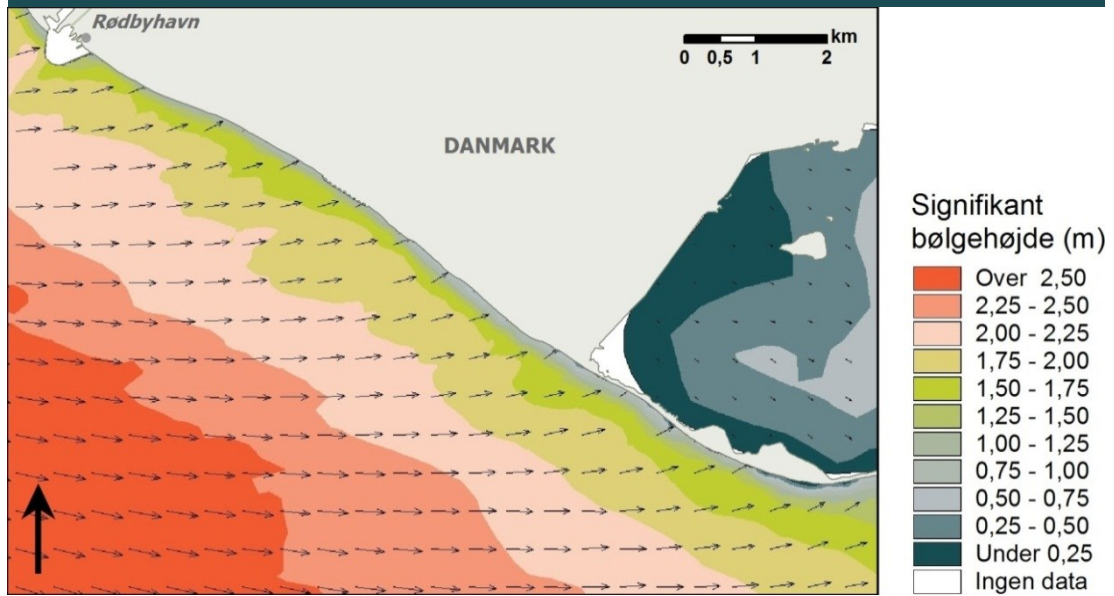
FIGUR 10.1.4-16 Eksempler på modelberegnete kystnære bølgeroser vest for Rødby



Note: Modelberegnete bølger på ca. 4 m's vanddybde. Bølgeroserne viser fordelingen af bølger i perioden 1989 - 2010 på bølgehøjde (farveskala) og bølgeretning (kompassretning). Øvre figur viser de punkter, hvor bølger er analyseret langs kysten vest for Rødbyhavn

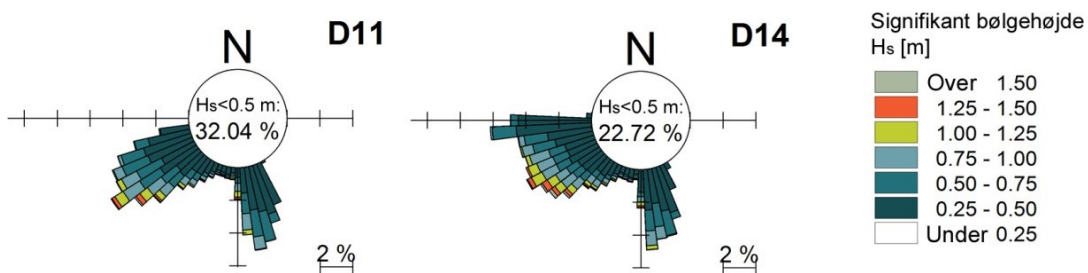
Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-17 Modelberegnete typisk bølgemønster øst for Rødby for vestlige bølger



Note: Dato 13.02.2005. Pilene angiver bølgenes udbredelsesretning

FIGUR 10.1.4-18 Eksempler modelberegnete kystnære bølgeroser øst for Rødby



Note: Modelberegnete bølger på ca. 4 m vanddybde. Bølgeroserne viser fordelingen af bølger i perioden 1989 - 2010 på bølgehøjde (farveskala) og bølgeretning (kompassretning). Øvre figur viser de punkter, hvor bølger er analyseret langs kysten øst for Rødbyhavn

Kilde: Luffoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

Modelleret langstransport

Et sedimentbudget for kysten for de eksisterende forhold er etableret ved at beregne langstransporten i udvalgte profiler med omkring 1 km mellemrum på en strækning af 5 km på hver side af Rødbyhavn (D6-D18 i figur 10.1.4-16 og figur 10.1.4-18).

Det meste af langstransporten foregår på vanddybder mellem 0 - 2 m, hvor bølgerne bryder, og hovedsageligt i perioder, hvor bølgerne er større end 0,5 m. Beregningsmodellen, LITDRIFT er kalibreret ved hjælp af de observerede kystlinjeændringer vest for Rødbyhavn. Kystlinjeændringerne er beregnet på basis af de beregnede langstransporttrater. Af figur 10.1.4-19 ses, at modellen er i stand til at opnå samme variation og størrelse af kystlinjeændringerne som observeret i perioden 1999 - 2009 på den 5 km lange strækning mellem kysten vest for Bredfjed og Rødbyhavn.

Sedimentbudgettet langs Lollands kyst er vist i figur 10.1.4-20 og figur 10.1.4-21. I figurene er vist den beregnede gennemsnitlige nettolangstransport svarende til bølgeforholdene i perioden 1989 - 2010. Langstransporten varierer fra år til år alt efter bølgeforholdene.

Sedimenttilførslen fra vest er en netto-langstransport i østlig retning på gennemsnitligt 31.000 m³ pr. år ved Bredfjed (D6), der aftager til ca. 28.000 m³ pr. år ved Lalandia (D9). Nettotilførslen af sand til denne strækning medfører tendensen til en mindre tilvækst langs kystlinjen, som derfor

rykker ud med 0,5 - 1 m pr. år (figur 10.1.4-20). I bugten øst for Lalandia (D9B) drejer kystlinjen lidt, hvilket giver anledning til en mindre grad af erosion.

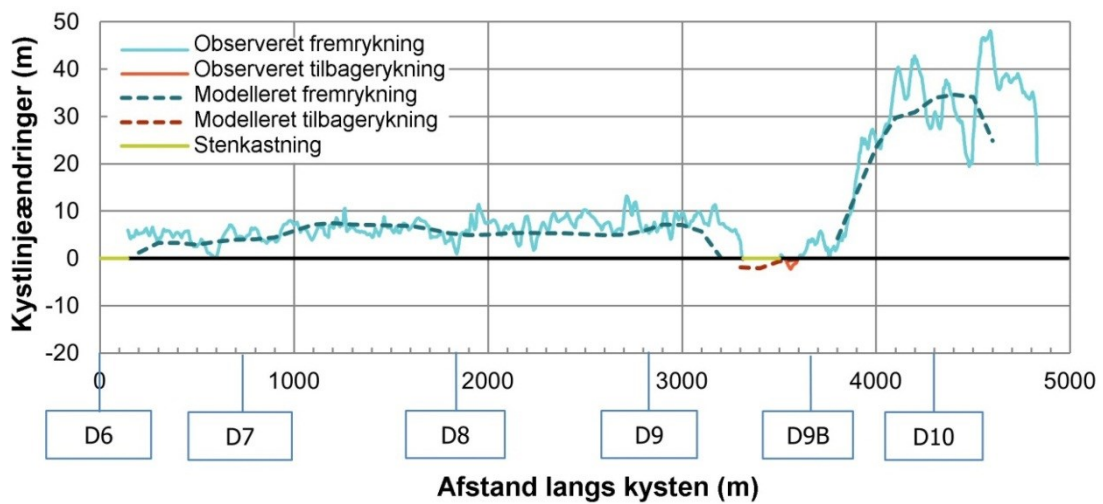
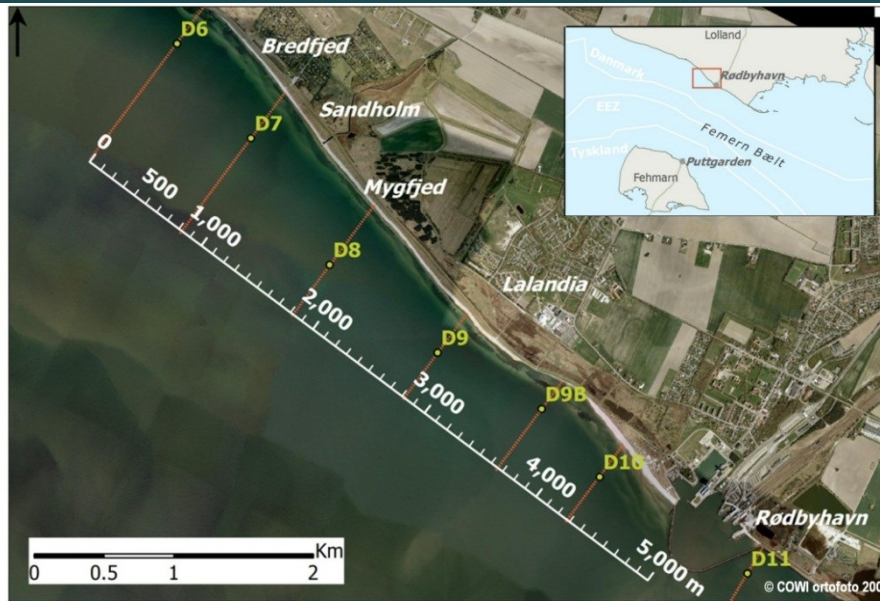
Langs stranden vest for Rødbyhavn aftager langtransporten fra ca. 27.000 m³ pr. år ved D9B, vest for Lalandia, til 17.500 m³ pr. år, der transporteres forbi den vestlige havnemole. Dette giver anledning til ophobning af sand af størrelsesordenen 9.500 m³ pr. år, og at kystlinjen rykker frem med omkring 30 - 40 m pr. år.

Øst for Rødbyhavn er der en mere eller mindre konstant stigning i langtransporten på kyststrækningen mellem den østlige havnemole (ca. 1.500 m³ pr. år ved D11) og Brunddragene (ca. 22.000 m³ pr. år ved D17). Langs hele denne kyststrækning transporteres der derfor mere havbundsmateriale væk fra kysten og kystprofilerne, end der tilføres, hvilket indikerer, at strækningen er udsat for vedvarende erosion. Den største erosion sker mellem havnen og Hyldeifte Østersøbad, idet langtransporten ved D13 allerede igen er nået op på 18.000 m³. På den sidste strækning ud til Brunddragene ved starten af Hyldekrog (D14 til D17) sker der kun mindre og naturlige ændringer af langtransporten. Langs selve Hyldekrog er langtransporten ikke opgjort kvantitativt, men fortsætter på samme niveau til spidsen, hvor der sker en delvis aflejring. Det henvises i øvrigt til kapitel 17 vedrørende kystmorfologien i Natura 2000-området Hyldekrog-Rødsand.

Der sker ingen eller kun ubetydelig tilførsel af sand omkring havnemolerne fra stranden vest for Rødbyhavn til kysten øst for havnen. Da der samtidig er en høj kapacitet af østlig langtransport langs kysten umiddelbart øst for Rødbyhavn, har det resulteret i erosion således, at størstedelen af det løse havbundsmateriale i dette område indtil ca. 2,5 km øst for havnen er borteroderet. Det stemmer overens med fraværet af strande, stejle kystprofiler og behovet for kystbeskyttelse langs denne strækning. Derudover viser prøvetagning fra havbunden, at bunden er hård med grove sedimenttyper.

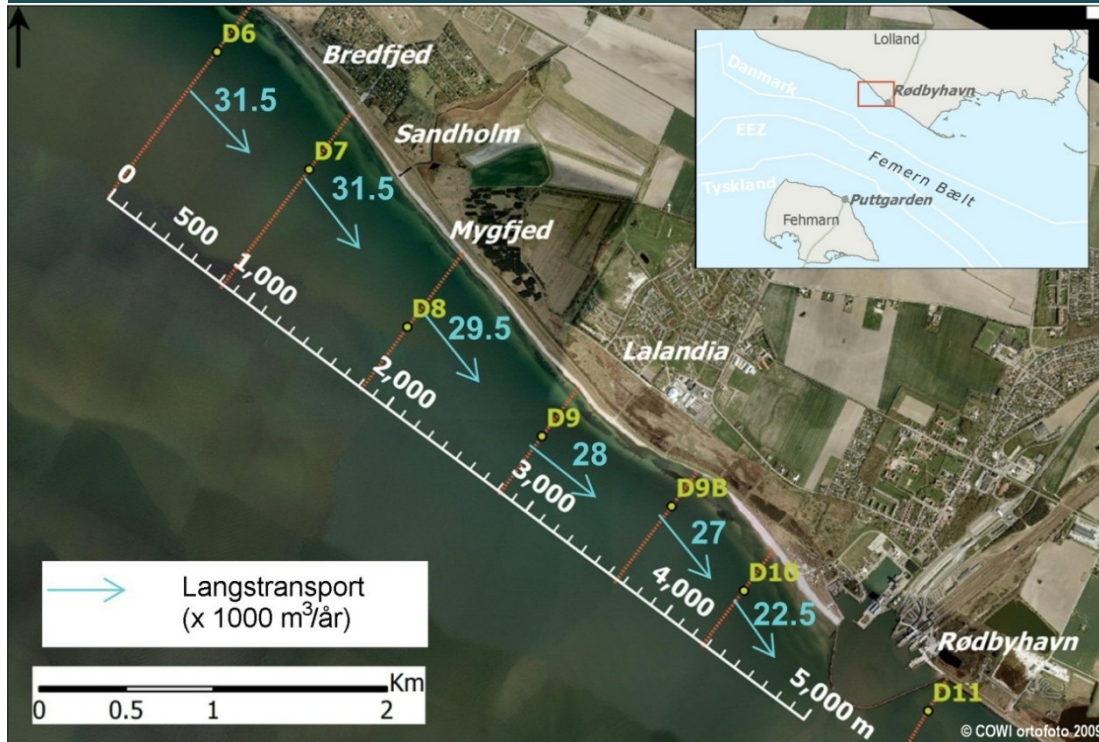
Omkring Hyldeifte Østersøbad er den aktive del af transportzonen bredere. Stigningen i netto-transportraten og dermed erosionspresset øst for Hyldeifte Østersøbad er her noget mindre end umiddelbart øst for Rødbyhavn, og kysten her er derfor mere stabil men med tendens til erosion.

FIGUR 10.1.4-19 Simulering af kystfremrykning ved hjælp af LITDRIFT-modellen



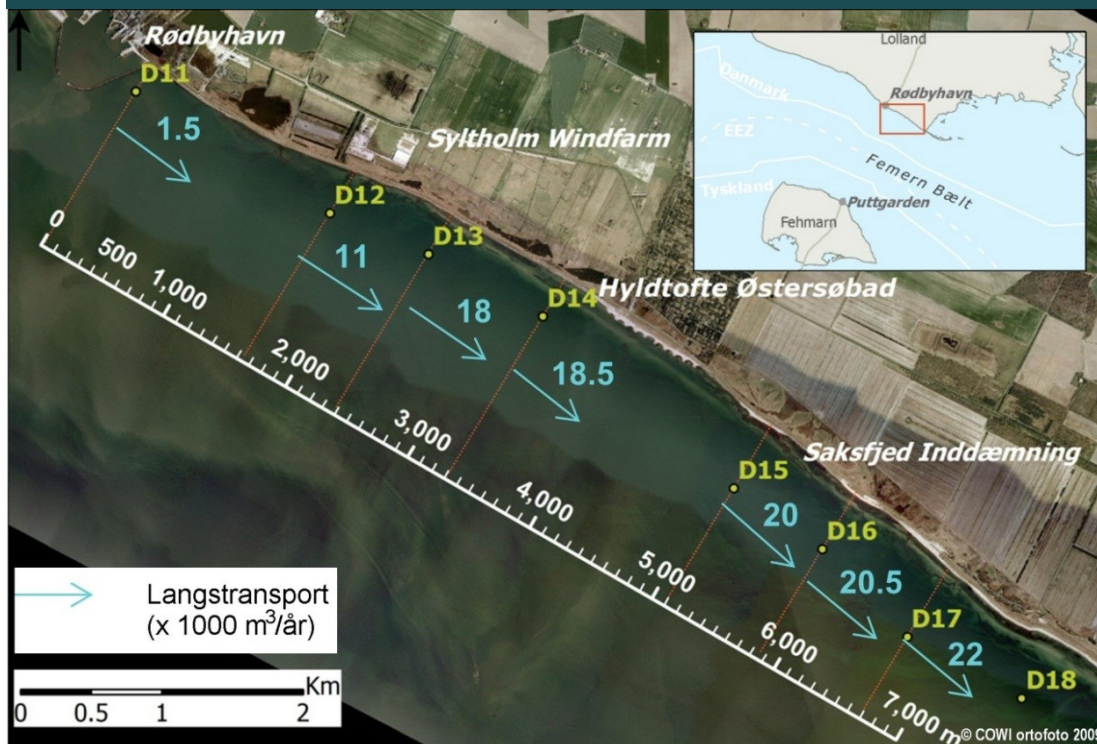
Note: Simuleret kystlinjeudvikling sammenlignet med observeret kystlinjeudvikling 1999 - 2009. Vest for Rødbyhavn
 Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-20 Sedimentbudget for kysten vest for Rødbyhavn



Note: Sedimentbudgettet er beregnet på basis af bølgeførhold i perioden 1989 – 2010
Kilde: Luffoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-21 Sedimentbudget for kysten øst for Rødbyhavn



Note: Sedimentbudgettet er beregnet på basis af bølgeforhold i perioden 1989 – 2010

Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

Eksisterende forhold på Fehmarns kyst

Historiske kystlinjer

Et historisk kort over Fehmarn fra 1852, før 1872-stormen, er vist i figur 10.1.4-22. Her ses det, at de nordlige og vestlige kyster på Fehmarn var domineret af sandtanger, barriereøer og laguner. Til sammenligning er Fehmarn i dag vist i figur 10.1.4-23. Der ses store forandringer på de nordlige og vestlige kyster, mens de østlige og sydlige kyster er næsten uændrede.

Diger

På Fehmarn blev store områder også oversvømmet under 1872-stormen og efterfølgende beskyttet med diger på tilsvarende vis som på Lolland (figur 10.1.4-24). Digebyggeri og dræning forårsagede tab af laguner og af lavtliggende områder. Områderne Grüner Brink og Markelsdorfer Huk er de sidste resterende områder med denne type kystmorfologi på Fehmarns nordkyst. Digerne er bygget landværts for disse formationer.

Grüner Brink

Grüner Brink er en speciel morfologisk formation, som strækker sig langs kysten 2,4 - 4,7 km vest for Puttgarden. Formationen består af en kystparallel sandtange, der i begge ender er fæstnet til kysten og således former en kystlagune/strandsø. Grüner Brinks historiske kystlinjeudvikling mellem 1874 - 1995 er vist i figur 10.1.4-25. Den væsentligste udvikling i denne periode var en tilvækst af formationen mod øst, hvorimod den nordlige kystlinje var næsten stabil.

Puttgarden

Færgehavnen i Puttgarden blev bygget i 1962 - 1963 på samme tid som Rødbyhavn (figur 10.1.4-26). Af grunde, som beskrives nedenfor, har havnen haft en meget lille indflydelse på den lokale morfologiske udvikling af kysten. Der er små sandophobninger på begge sider, hvor bølgebryder-

ne møder kysten. På den østlige side er denne ophobning tilstrækkelig stor til at forme en mindre, smal strand.

FIGUR 10.1.4-22 Historisk kort over Fehmarn



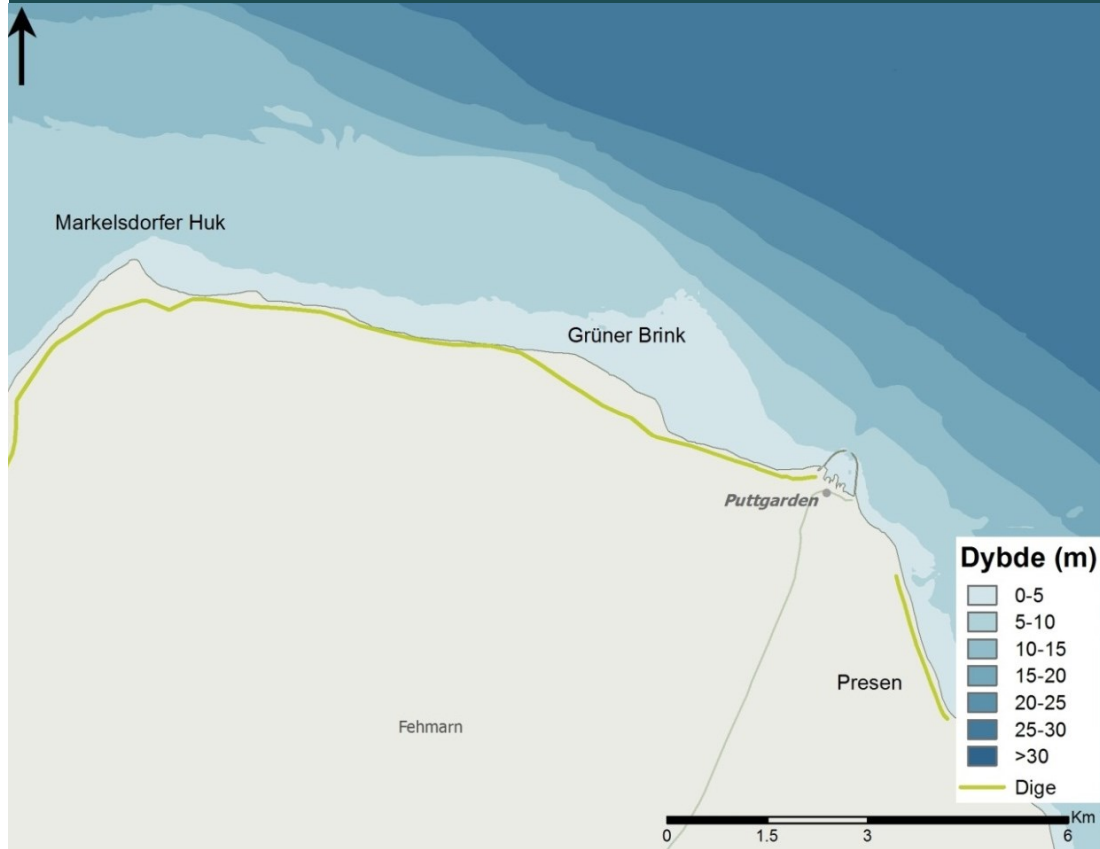
Note: Meyers Håndatlas 1852, No 138, Herzogthum Schleswig (<http://rumsey.geogarage.com/maps/g4807080.html>)

FIGUR 10.1.4-23 Fehmarn i dag

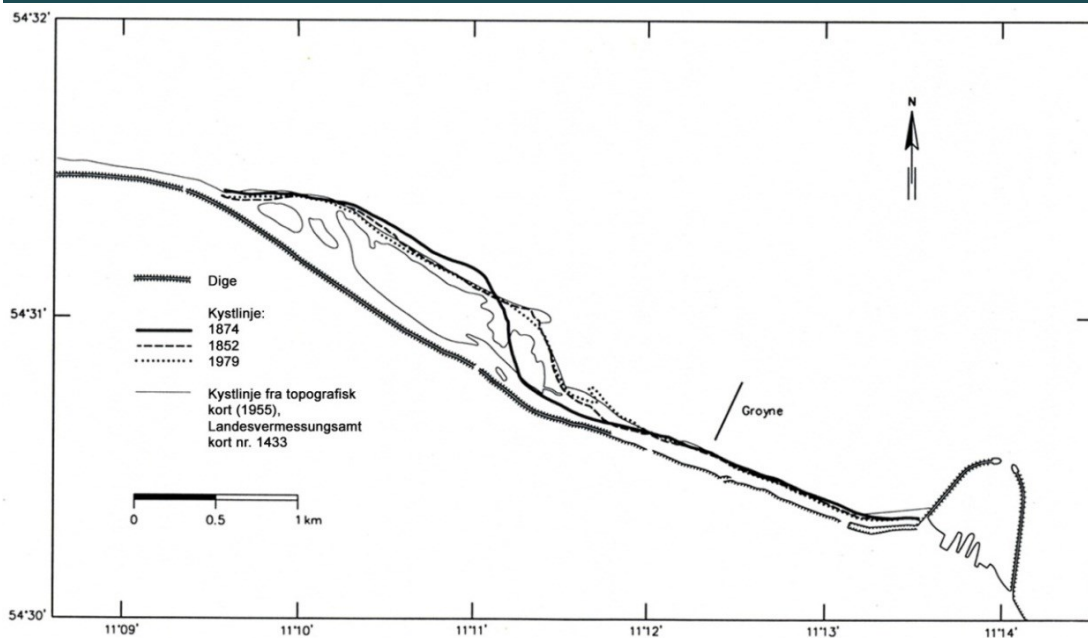


Note: Luffoto fra 2008 (©COWI Ortofoto DDO® 2008)

FIGUR 10.1.4-24 Diget langs Fehmarns kyster mod vest, nord og nordøst



FIGUR 10.1.4-25 Kystudvikling vest for Puttgarden Havn



Kilde: Fra Fehmarn Environmental Consultants (DHI, VKI, IOW and LIC) 1996 (tekst oversat fra engelsk)

FIGUR 10.1.4-26 Havnemoler ved Puttgarden



Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

Eksisterende kystlinje og nyere kystlinjeændringer

Den eksisterende tilstand af kystlinjen og ændringer i kystlinjens placering gennem 10 år er fastlagt ved hjælp af nøjagtige luftfotos med horisontal opløsning på 0,2 - 0,4 m fra 1999, 2004 og 2009 samt adskillige detaljerede feltundersøgelser langs kysten.

De eneste markante ændringer på kysten har fundet sted ved:

- Grüner Brink
- Afløbet fra Blankenwisch vest for den lange fritliggende hofde

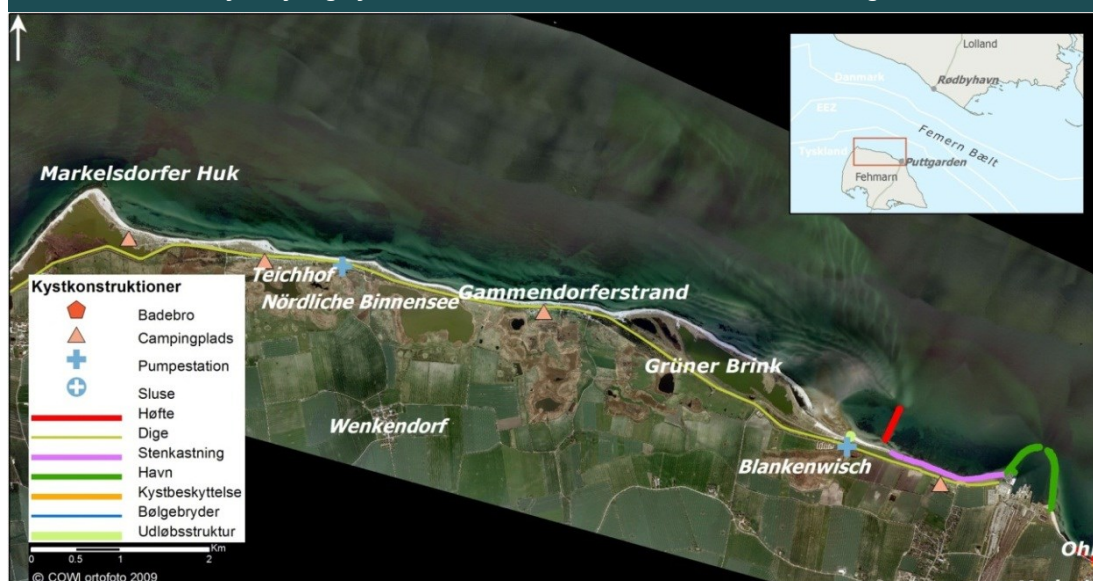
Gennem de sidste 10 år har der kun været små kystlinjeændringer ved Puttgarden og langs kysten sydøst for havnen.

Markelsdorfer Huk til Grüner Brink

Et luftfoto og et overblik over konstruktionerne langs denne del af kysten kan ses i figur 10.1.4-27. Markelsdorfer Huk er et marint forland med laguner, sandtanger/odder og barrierer af sand, grus og rullesten.

Langs strækningen fra Markelsdorfer Huk til Gammendorf varierer strandbredden, og nogle steder findes en relativt bred kystzone med klitter foran diget.

FIGUR 10.1.4-27 Kystlinje og kystkonstruktioner fra Markelsdorfer Huk til Puttgarden



Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

Grüner Brink

Den eksisterende Grüner Brink formation er vist i figur 10.1.4-29. Den har en længde på 2,3 km langs kysten og en bredde på omkring 400 m.

Udviklingen af Grüner Brink er indikeret med pile i figur 10.1.4-29. De fremherskende vind- og bølgeforhold er på dette sted næsten parallelle med kysten. Sådanne forhold kan føre til en ustabil kystlinje, hvormed en mindre variation af kystlinjen kan vokse i størrelse og som her danne en sandtange. Sandtangen vokser parallelt med kysten ved aflejring af materialevandringen langs kysten fra vest, og når den får kontakt med kysten, formes en lagune. Denne proces gentager sig med års mellemrum, som indikeret i figur 10.1.4-29. Den nuværende sandtange er vokset omkring 200 m i længden fra 1999 - 2009, det vil sige med en vækstrate på 20 m pr. år (figur 10.1.4-30).

Den østgående transport af sand langs Grüner Brink aflejres på den undersøiske østligste ende/front af formationen, der skimtes gennem vandoverfladen i figur 10.1.4-30. Denne tilvækst gør, at formationens østligste front bevæger sig mod øst. Fronten har i perioden 1999 - 2009 bevæget sig mod øst med en rate på omkring 10 m pr. år. Fronten er karakteriseret ved en relativ stejl hældning, der betyder, at vanddybden stiger brat øst for fronten.

Et område med sandbølger (med højderygge i nord-syd-gående retning) ses umiddelbart nord for Grüner Brink.

Afløb fra Blankenwisch

Øst for Grüner Brink er der en ca. 1 km lang sandstrand. Midt på denne strækning er der et afløbsudtag fra vådområdet Blankenwisch. Afløbet er beskyttet af to 30 m lange stenhøfder. Figur 10.1.4-31 viser, at der er tilvækst øst for konstruktionen og erosion vest for konstruktionen. Dette antyder, at der er lokal vestgående transport på dette sted.

Lang høfde

1,4 km vest for bølgebryderen ved Puttgarden ligger en 350 m lang høfde (figur 10.1.4-31). Høfden ligger med en afstand mellem høfde og kystlinje på omkring 90 m. Høfden blev bygget i 1960 med det formål at hindre tilsanding i indsejlingen til Puttgarden. Den overvejende del af transporten fra vest aflejres, som beskrevet på Grüner Brinks front. Tilvæksten af Grüner Brinks østligste del betyder dog, at dele af langtransporten og formationens materiale er begyndt at blive transporteret omkring den yderste ende af den lange høfde, som det ses af figur 10.1.4-31.

Puttgarden

Havnen ved Puttgarden strækker sig 520 m ud fra kystlinjen. Sejlrenden, som fører til havnen, er 8,5 m dyb. Der er næsten ingen sandophobning vest for Puttgarden, hvilket indikerer en begrænset langstransport fra vest. Der rapporteres ikke om tilsanding i sejlrenden.

Puttgarden til Klausdorf

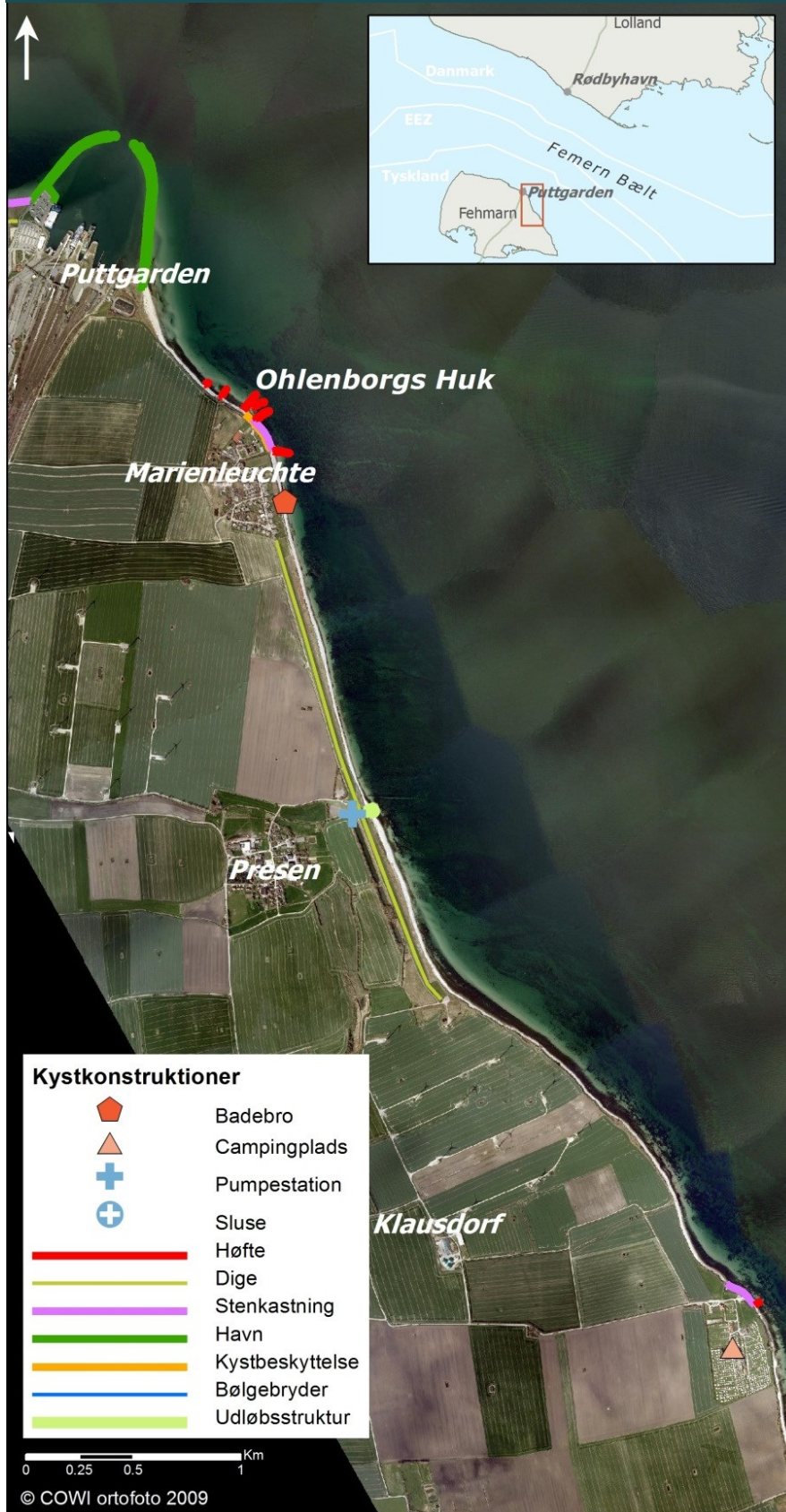
Kystlinjen sydøst for Puttgarden er generelt karakteriseret ved lave klinger. Et luffoto over kystlinjen med kystkonstruktioner angivet er vist i figur 10.1.4-28.

Marienleuchte by ligger 700 m sydøst for Puttgarden og umiddelbart syd for Ohlenborgs Huk, som er en 5 m høj moræneformation. Små høfder, en lodret mur samt sten glacis/stenkastning beskytter kyststrækningen uden for Ohlenborgs Huk og Marienleuchte mod erosion. Nogle af høfderne beskytter ilandføring af kabler. Ophobning af sediment foregår på den sydøstlige side af de små høfder og indikerer en nettotransport af sand mod nordvest.

Umiddelbart syd for Marienleuchte falder baglandets niveau. Et lavt græsdækket dige beskytter lavtliggende land i området omkring byen Presen fra syd for byen Marienleuchte til moræneklinterne ud for Klausdorf (figur 10.1.4-32). Stranden foran diget er sandet med noget grus. Afløbsbygværket ud for den nordlige del af Presen er beskyttet af stenmoler, som fungerer som høfder. Kun meget begrænsede kystlinjeændringer (mindre end 0,5 m pr. år) er observeret mellem Marienleuchte og Presen i perioden 1999 - 2009.

Kystlinjen ud for Klausdorf er en moræneklint, der forsætter videre mod sydøst. Foran klinten er der en ral/stenstrand.

FIGUR 10.1.4-28 Kystlinje og kystkonstruktioner fra Puttgarden til Klausdorf



Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-29 Grüner Brink formationen vest for Puttgarden



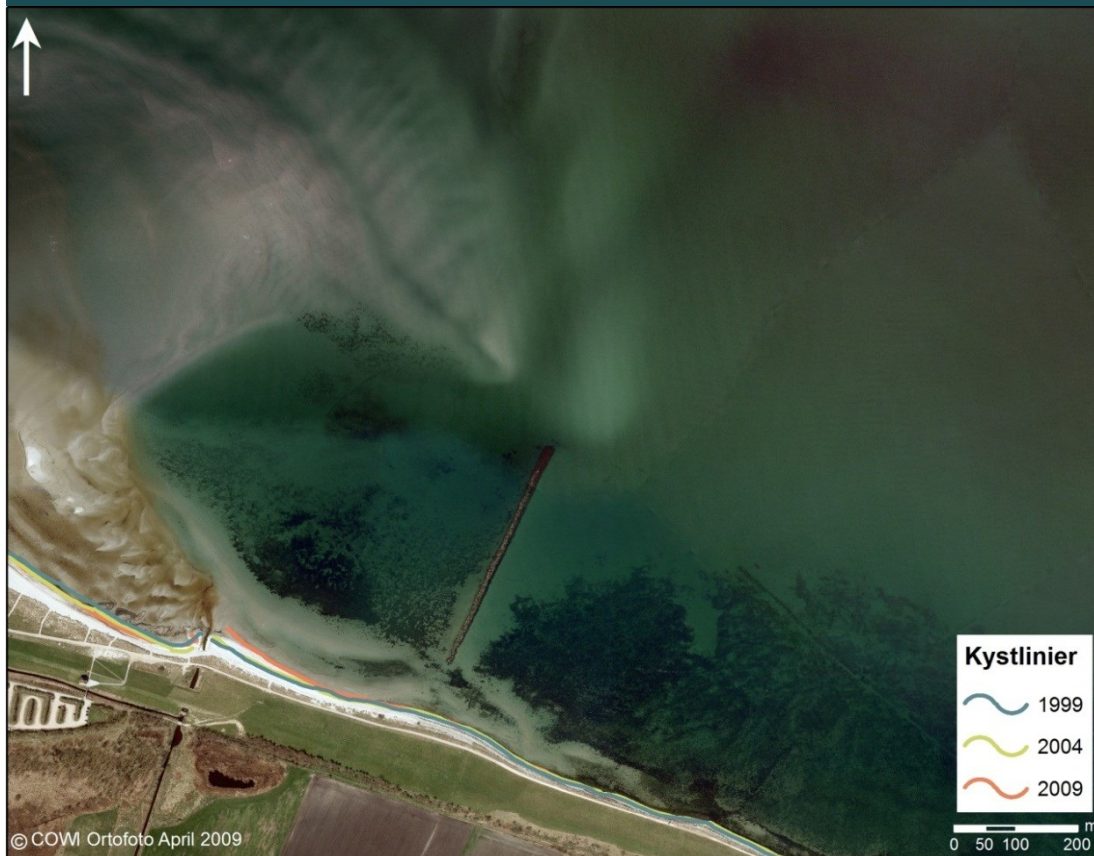
Note: Kystlinjerne fra 1999, 2004 og 2009. Morfologisk udvikling af Grüner Brink er angivet med følgende pile: De røde pile viser resterne fra tidligere sandtanger. Den mørkeblå pil viser den nuværende sandtange. De lyseblå pile viser udviklingen af den undersøiske del af formationen under vandets overflade. De grå pile viser materialevandringen, som aflejrer sig for enden af sandtangen eller på den østligste stejle ende/front af formationen. Sandbølger ses nord for Grüner Brink. Den lange hofde ses øst for Grüner Brink

Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-30 Udvikling af sandtangen på Grüner Brink i perioden 1999 - 2009



FIGUR 10.1.4-31 Den fritliggende høfde og konstruktionerne ved udløbet mellem Grüner Brink og Puttgarden Havn



Note: Kystlinjerne er fra 1999, 2004 og 2009
Kilde: Luffoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-32 Diget, som beskytter det lavtliggende land omkring Presen



Kystprofiler

Kystprofilerne langs det morfologisk aktive Grüner Brink-område har en meget lav hældning ud til omkring 300 - 500 m fra kysten, hvor vanddybden er omkring 2,5 - 3 m. Længere ude stiger hældningen.

Umiddelbart vest for Puttgarden er kystprofilet stejlt tæt på kystlinjen, mens hældningen er lille på vanddybder mellem ca. 2 - 7 m. Øst for havnen er profilerne moderat stejle, men yderligere mod sydøst er alle profilerne karakteriseret som værende meget stejle på vanddybder mindre end omkring 4 - 5 m.

Generelt er profilerne uforandrede fra 1998 - 2009 med undtagelse af profilerne omkring Grüner Brink, hvor specielt fronten af formationen og den østligste del af sandtangen er i konstant udvikling.

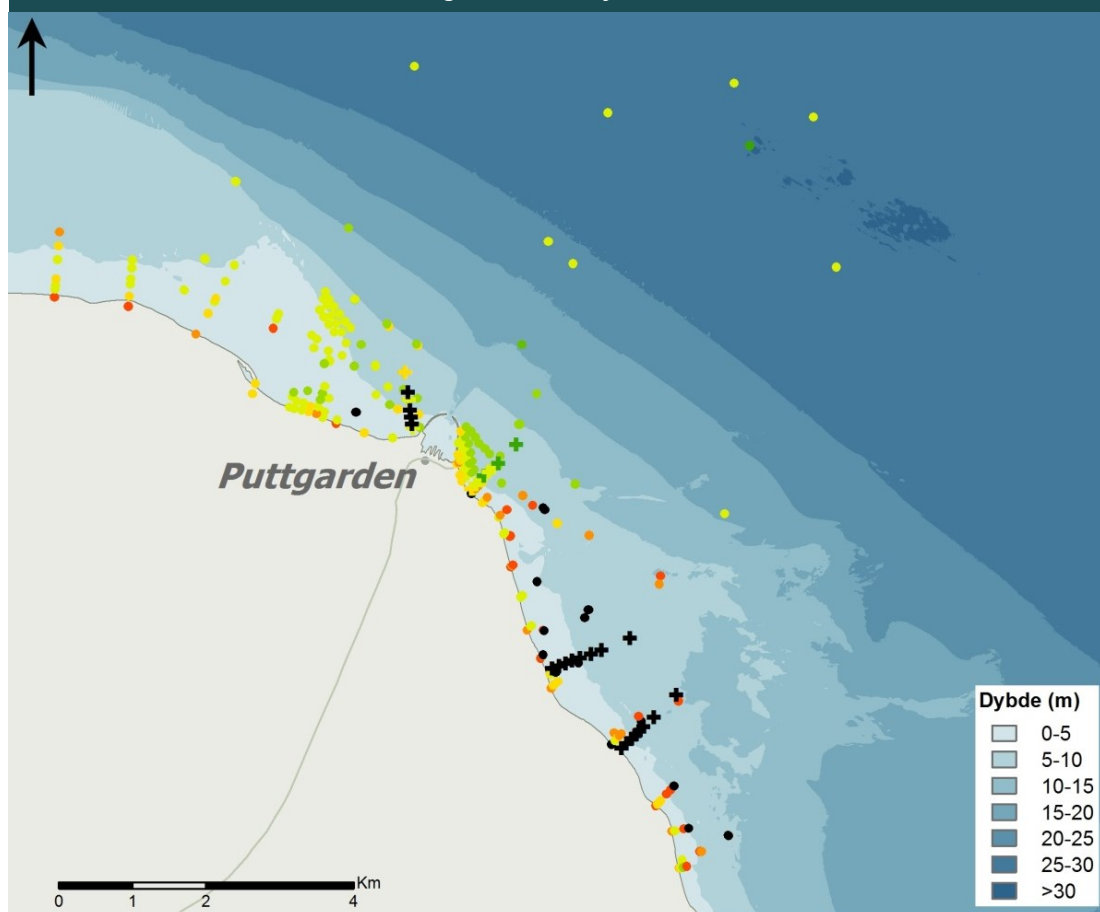
Havbunden nær kysten

Vest for Puttgarden Havn består den kystnære havbund af fint og medium sand omkring Grüner Brink, groft sand i kystlinjen men meget fint sand vest for Grüner Brink (figur 10.1.4-33).

Et smalt bånd af sand findes langt kystlinjen mellem den lange hofde (vest for Puttgarden) og Puttgarden samt langs kysten sydøst for havnen. Mange mislykkede prøvetagninger indikerer hård havbund uden løst sand uden for 1 - 2 m dybdekonturerne. Umiddelbart øst for Puttgarden ses et område med meget fint til medium fint sand, hvilket indikerer et lokalt ophobningsområde.

Ingen væsentlige forandringer er identificeret mellem 1998 - 2009.

FIGUR 10.1.4-33 Korndiameter d50 langs Fehmarns kyst



Mediankornstørrelsen d50 (mm)

1998

- + < 0,04 (Medium silt og finere)
- + 0,04 - 0,0625 (Groft silt)
- + 0,0625 - 0,125 (Meget fint sand)
- + 0,125 - 0,25 (Fint sand)
- + 0,25 - 0,5 (Medium sand)
- + 0,5 - 1,0 (Groft sand)
- + > 1,0 (Meget groft sand eller grovere)
- + d50 ikke tilgængelig

2009

- < 0,04 (Medium silt og finere)
- 0,04 - 0,0625 (Groft silt)
- 0,0625 - 0,125 (Meget fint sand)
- 0,125 - 0,25 (Fint sand)
- 0,25 - 0,5 (Medium sand)
- 0,5 - 1,0 (Groft sand)
- > 1,0 (Meget groft sand eller grovere)
- d50 ikke tilgængelig

Sedimentbudget for Fehmarn

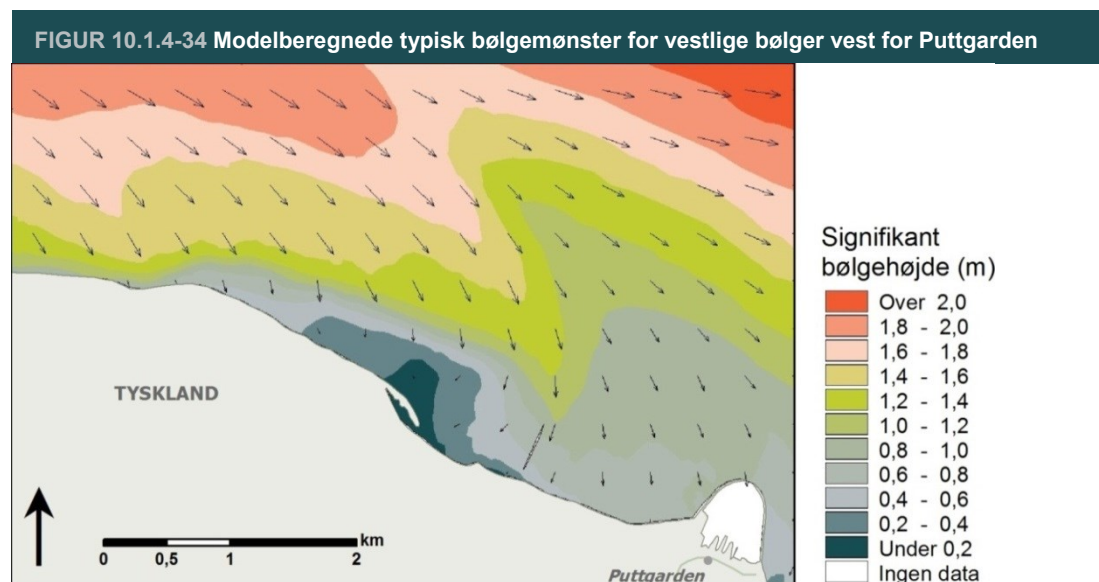
Sedimentbudgettet for Fehmarns nordlige og sydøstlige kyster er fastlagt på basis af beregnede langstransporttrater, som er sammenholdt med observerede ændringer af kysten.

Bølge- og strømforhold

Et typisk bølgemønster for vestlige bølger er vist i figur 10.1.4-34 for strækningen vest for Puttgarden. Bølgeforholdene for perioden 1989 - 2010 for denne strækning er illustreret i (figur 10.1.4-35) med bølgeroser for punkter ud for Grüner Brink henholdsvis mellem den lange hofde og havnen. Bølgeroserne viser, at bølger kommer fra to hovedretninger. Bølger fra nordvestlige retninger er mest hyppige, og herfra kommer også de største bølger. Langs Grüner Brink falder disse bølger ind med en lille vinkel i forhold til dybdekonturerne. Langs strækningen umiddelbart vest for havnen yder Grüner Brink nogen læ-effekt for de nordvestlige bølger, og dybdeforholdenes indflydelse på bølgerne gør ydermere, at de drejer op mod nord. Den lange hofde har dermed en meget begrænset indflydelse på disse bølger (figur 10.1.4-35). Bølger fra nordøstlige retninger er mindre hyppige og typisk mindre.

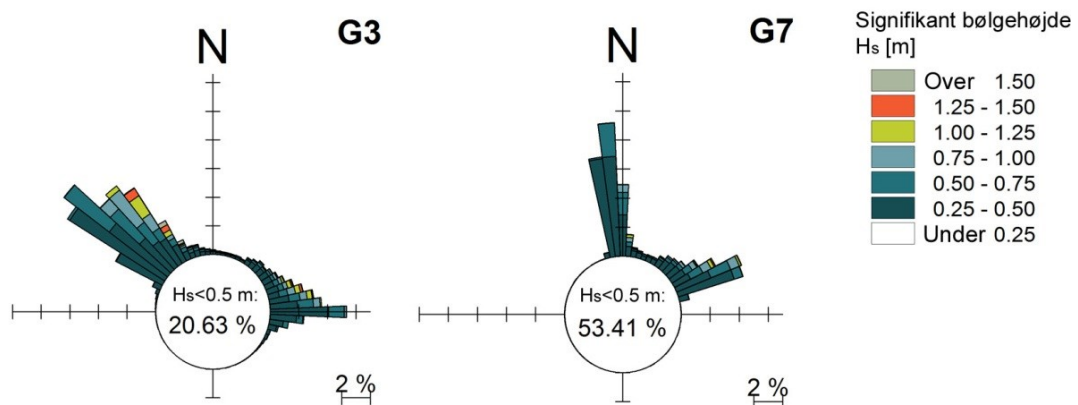
Kysten sydøst for Puttgarden er i læ for bølger fra vestlige retninger på grund af havnen og kystens drejning. Bølger fra østlige retninger er derfor de mest hyppige langs denne kyst. Et typisk bølgemønster for østlige bølger ses i figur 10.1.4-36. Bølgeroser for to punkter ud for denne strækning er vist i figur 10.1.4-37.

Strømme forårsaget af tidevand, vind eller udstrømning fra Østersøen er generelt svage i forhold til den bølgegenererede kyststrøm og er parallelle med kysten.



Note: Modeldata. Dato 08.01.2005. Pilene angiver bølgenes udbredelsesretning

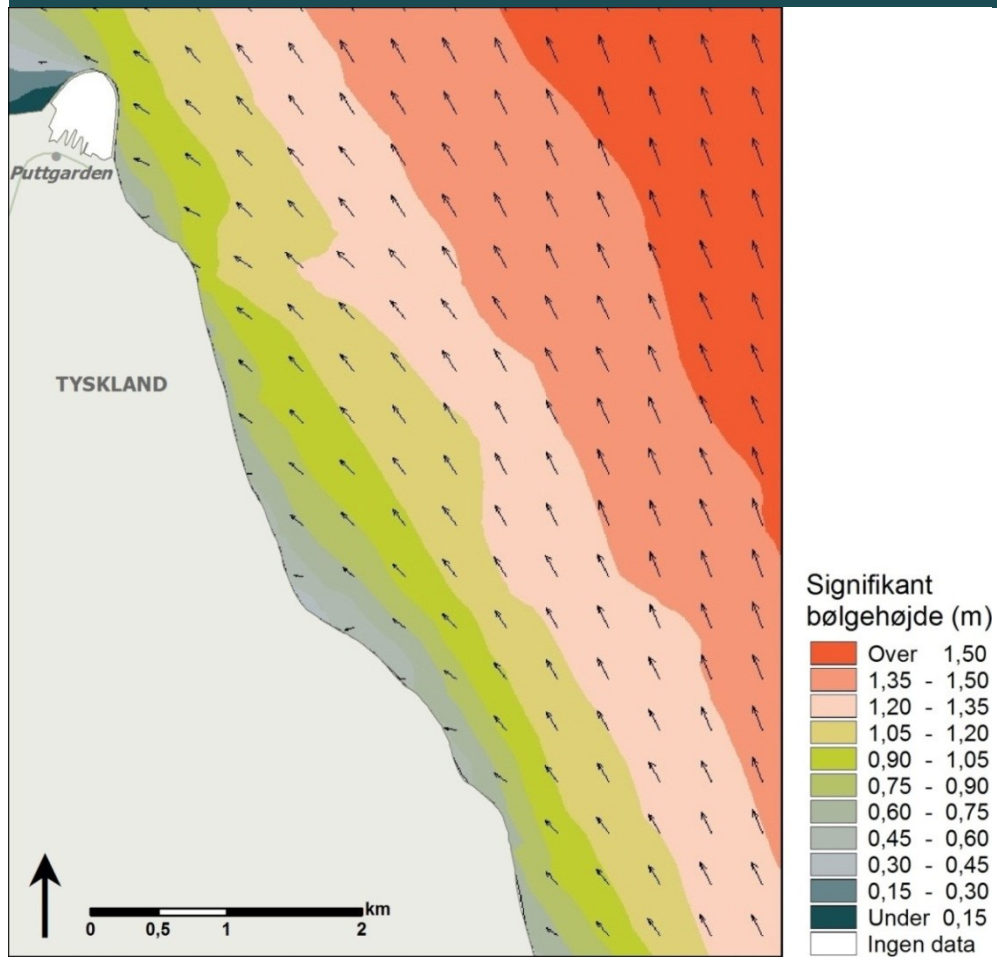
FIGUR 10.1.4-35 Eksempler på modelberegnete kystnære bølgeroser vest for Puttgarden



Note: Modelberegnete bølger på ca. 4 m's vanddybde. Bølgeroserne viser fordelingen af bølger i perioden 1989 - 2010 på bølgehøjde (farveskala) og bølgeretning (kompassretning). Øvre figur viser de punkter, hvor bølger er analyseret langs kysten vest for Puttgarden

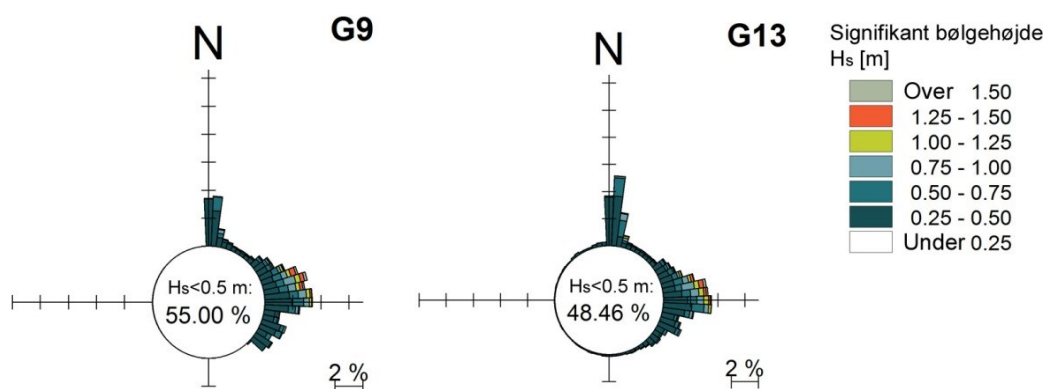
Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-36 Modelberegnede typisk bølgemønster for østlige bølger øst for Puttgarden



Note: Modeldata. Dato: 24.11.2005. Pilene angiver bølgenes udbredelsesretning

FIGUR 10.1.4-37 Eksempler på modelberegnete kystnære bølgeroser sydøst for Puttgarden



Note: Modelberegnete bølger på ca. 4 m vanddybde. Bølgeroserne viser fordelingen af bølger i perioden 1989 - 2010 på bølgehøjde (farveskala) og bølgeretning (kompasretning). Øvre figur viser de punkter, hvor bølger er analyseret langs kysten sydøst for Puttgarden

Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

Modelleret langstransport

Et sedimentbudget for kysten for de eksisterende forhold er etableret ved at beregne langstransporten på basis af de simulerede bølgeforhold i perioden 1989 - 2010 i udvalgte profiler med omkring 1 km mellemrum på en strækning af ca. 5 km på hver side af Puttgarden (G1 og G3-G14 i figur 10.1.4-37 og figur 10.1.4-38).

Beregningsmodellen, LITDRIFT, er kalibreret ved hjælp af observerede kystlinjeændringer sydøst for Puttgarden og ændringer af Grüner Brink formationen 1999 - 2009.

Sedimentbudgettet vest for Puttgarden er illustreret i figur 10.1.4-38. Nettotransporten er mod øst og er omkring 40.000 m³ pr. år ved Gammensdorferstrand vest for Gruner Brink. Ved Puttgarden er nettotransporten ca. nul. Langstransporten aftager kraftigt fra Gammensdorferstrand (G1) til

Grüner Brink (G3 - G4) på grund af ændring i kystlinjens orientering. Dette volumen af sediment aflejres dels på Grüner Brinks østligste del, hvormed der sker en tilvækst af formationen mod øst, og dels tilføres sandbølgeområderne (figur 10.1.4-38) nord for Grüner Brink nord store mængder sand. Der er fundet overensstemmelse mellem sedimentbudgettet og den estimerede tilvækst af Grüner Brink- formationen baseret på luftfotos (FEHY 2013).

Tilvæksten af Grüner Brinks østligste del betyder, at dele af langstransporten og formationens materiale begynder at blive transporteret omkring den lange hofde øst for Grüner Brink. På længere sigt (10 - 120 år) vil bugten mellem Grüner Brink formationen og den lange hofde blive fyldt op med aflejret kystmateriale, og der vil med tiden også aflejres mere øst for den lange hofde.

Dybdeforholdene omkring Grüner Brink og deres indflydelse på de vestlige bølger gør, at bølgerne dæmpes, og at de øst for formationen falder meget vinkelret ind mod kysten. Dette giver anledning til meget begrænsede transportrater forårsaget af de vestlige bølger. Vest for den lange hofde er en lille nettotransport mod vest, hvilket bekræftes af den mindre sandophobning øst for afløbsstrukturerne fra Blankenwisch i perioden 1999 - 2009.

Også mellem den lange hofde og havnen er der kun mindre bølger og en lille langsgående transport. Der er derfor kun lille sandophobning bag den lange hofde og kun en meget lille sandophobning vest for den vestlige mole.

Sedimentbudgettet for kysten sydøst for Puttgarden er vist i figur 10.1.4-39. Nettolangstransporten er på hele strækningen mellem Presen og Puttgarden nordgående og har en størrelsesorden på 500 - 2.000 m³ pr. år. Nettotransportraterne er faldende på den sydligste del af strækningen, men er længere mod nord stort set konstante, hvilket er i god overensstemmelse med den stabile kystlinje, der er observeret her.

Den lille nettotransport langs denne strækning skyldes, at de sydøstgående og nordvestgående transportkomponenter her har omtrent samme størrelsesorden. Bruttotransporten (summen af de to transportkomponenter) har en størrelse på omkring 5.000 - 25.000 m³ pr. år. Den er mindst mod syd, hvor der er mindre tilgængeligt sediment i kystprofilerne, og materialet er lidt grovere.

Umiddelbart sydøst for Puttgardens østlige havnemole er beregnet en nordgående nettotransport på ca. 1.000 m³ pr. år. Det stemmer overens med den begrænsede sandophobning i dette område. Der er beregnet en høj potentiel transportkapacitet umiddelbart nordvest for Ohlenborg Huk (G10). Imidlertid vil denne transport ikke blive effektueret i praksis, fordi der er en kraftig kystbeskyttelse omkring Ohlenborgs Huk i form af både hofder og skråningsbeskyttelse, og fordi der ikke er meget sand i kystprofilet på denne strækning.

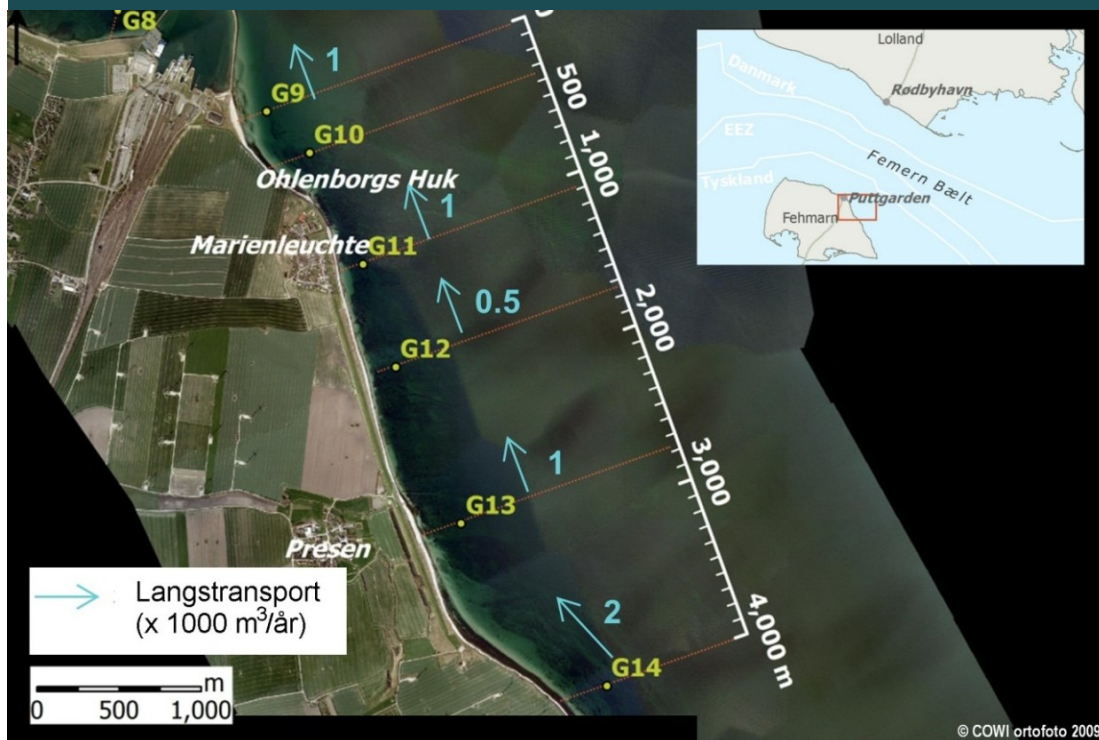
FIGUR 10.1.4-38 Sedimentbudget (m³ pr. år) for kysten vest for Puttgarden baseret på LITDRIFT-modelberegninger



Note: Sedimentbudgettet er beregnet på basis af modelberegnete bølgeførhold i perioden 1989 – 2010

Kilde: Luffoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

FIGUR 10.1.4-39 Sedimentbudget for kysten sydøst for Puttgarden baseret på LITDRIFT-modelberegninger



Note: Sedimentbudgettet er beregnet på basis af modelberegnete bølgeførhold i perioden 1989 - 2010
 Kilde: Luftfoto fra 2009 (©COWI Ortofoto April 2009)

10.1.5 Plankton og gopler

Plankton dækker over en forskelligartet gruppe af ofte små planter og dyr, der lever i vandsøjlen. De vigtigste planktonorganismer er typisk mellem 0,001 mm og 1 mm. Gopler som vandmænd og brandmænd udgør dog en undtagelse, da de kan opnå en diameter på over 30 cm.

Nogle planktonorganismer er i stand til at bevæge sig op og ned i vandet, enten ved aktiv svømning eller ved at regulere vægtfylden, men generelt bestemmes planktons transport og dermed deres fordeling af vandets horisontale (strøm) og vertikale (opblanding) bevægelser. I modsætning til andre biologiske komponenter i Femern Bælt sker der derfor en stadig udveksling af plankton med de tilgrænsende farvande, Storebælt og Østersøen. I gennemsnit løber der mellem 800 - 850 km³ overfladevand – indeholdende plankton – gennem Femern Bælt fra Østersøen og ca. 140 km³ bundvand gennem Femern Bælt fra Storebælt til Østersøen.

Plantep planktonet er planktonalger tilhørende en række taksonomiske grupper med forskellig tilpasning til levevilkårene i vandet. De planktoniske dyr omfatter grupper, der tilbringer hele deres liv i vandet (såkaldt holoplankton) og grupper, der er larvestadier af bunddyr (såkaldt mero-plankton). En særlig gruppe af dyreplankton er goplerne, hvor nogle grupper tilhører holo-plankton, mens andre har en fase, hvor deres larver (polypper) udvikles på sten eller andre faste overflader og herfra "afsnører" små gopler. Disse små polypper kan leve i flere år.

I Femern Bælt og Østersøen er cyanobakterier en vigtig del af planktonet; især om sommeren, hvor disse kolonidannende "blågrønne bakterier" kan danne tætte opblomstringer i havoverfladen. Cyanobakterier er primærproducenter, der ligesom planktonalgerne fikserer CO₂ ved brug af lys som energikilde. De kaldes også ofte for blågrøn alger. Cyanobakterier har en konkurrencefordel om sommeren, når næringsstofferne er i underskud, fordi de kan optage og indbygge kvælstof fra atmosfæren. Høje saltholdigheder – over 10 - 15 ‰ PSU – forringer levedmulighederne for de

cyanobakterier, der danner opblomstringerne, og derfor ser man kun undtagelsesvist større opblomstringer i Kattegat.

Dyreplankton lever hovedsageligt ved græsning på planteplankton. De vigtigste grupper er krebsdyrene, vandlopper og brakvandsdafnier, der hver især består af flere arter. Meroplankton (larver af børsteorm, muslinger, snegle mv.) lever som plankton i 1 - 4 uger, og ligesom resten af dyreplanktonet ernærer de sig hovedsageligt af planteplankton, hvorefter de slår sig ned på havbunden, makroalger eller på sten.

Dyreplanktonet er en vigtig fødekilde for planktonædende fisk, herunder fiskelarver af mange arter, men også voksne fisk som sild og brisling. Gopler er også vigtige "græssere" på dyreplankton. De mest kendte inden for denne gruppe tilhører "storgoplerne", hvor øregoplen (alm. vandmand) og "brandmand" er typiske repræsentanter i danske farvande og også i Femern Bælt. En anden vigtig gruppe er ribbegopler, hvor den invasive art "amerikansk ribbegople", *Mnemiopsis leidyi*, er mest kendt, fordi den var en medvirkende årsag til kollaps af fiskeriet i Sortehavet for ca. 25 år siden. Den amerikanske ribbegople er fundet første gang i den vestlige Østersø i 2006.

Det overordnede formål med undersøgelserne af de eksisterende forhold er at opnå en grundig viden om plankton både i Femern Bælt og i de tilstødende farvande. Denne viden skal dokumentere de karakteristiske forhold for området og skabe et solidt grundlag for den efterfølgende vurdering af virkninger på miljøet. Østersøen er som nævnt et indhav, som i betydeligt omfang er påvirket af mennesker både direkte og i sit opland. En oversigt over de væsentligste eksisterende belastninger er nævnt i indledningen til kapitel 10, og er her også klassificeret generelt i et Baltic Sea Pressure index (Helcom, 2010). For planktonets vedkommende er det især eutrofieringen og den umiddelbare virkning på Chl-a og vandets lysgennemtrængelighed, der samlet set påvirker planktonet. Nye arter (herunder invasive arter) og bundfauna knyttet til nye kunstige hårde substrater er andre belastninger, som kan påvirke planktonet.

Målet med undersøgelsesprogrammet, der er fastlagt i Scoping-rapporten har været:

- At beskrive forskellige vandkvalitetsparametre (koncentration af næringssalte, klorofyl-a, vandets gennemsigtighed og iltkoncentrationen i de bundnære vandmasser)
- At beskrive fordelingen af planteplankton over store områder ved anvendelse af in situ fluorescens målinger og målinger af klorofyl-a
- At vurdere og beskrive den rumlige og sæsonmæssige variation i artssammensætningen hos planteplankton i tre forskellige stationer fordelt udover undersøgelsesområdet
- At vurdere og beskrive den rumlige, sæsonmæssige variation hos planteplankton ud fra algepigmenter på 12 stationer på dybt vand og 10 kystnære stationer og screene de enkelte prøver for at kunne bestemme eventuelt dominerende arter
- At vurdere og beskrive den rumlige og sæsonmæssige variation i biomasse og artssammensætningen hos dyreplankton (mesozooplankton) samt hos goplerne, almindelig vandmand og almindelig brandmand og den invasive ribbegople *Mnemiopsis leidyi* (Amerikansk ribbegople) i Femern Bælt og Mecklenburg Bugt
- At vurdere hvilken betydning meduser af den almindelige vandmand har i den pelagiske fødekæde, når det gælder predation af fiskelarver og dyreplankton i Femern Bælt og Mecklenburg bugt

For en detaljeret beskrivelse af de eksisterende forhold for plankton henvises til (FEMA/FEHY 2013).

- FEMA/FEHY (2013): Fauna & Flora Baseline – Marine Biology - Water Quality and Plankton of the Fehmarnbelt Area - E2TR0020 Volume IV

Datagrundlag og metode

Viden om området er opnået gennem feltundersøgelser af plankton (primærproduktion, biomasser af planktonalger og dyreplankton) i 2009 - 2010, sammenligninger med tidligere undersøgel-

ser og modellering af dynamikken i planktonsamfundenes biomasser. De indsamlede data er også anvendt til kalibrering af de økologiske modeller.

Feltundersøgelser

Beskrivelsen af de eksisterende forhold for plankton er baseret på månedlige feltundersøgelser i 2009 - 2010 omfattende 21 togter ("planktonprogram") til de dybe og centrale dele af undersøgelsesområdet, der strækker sig fra Storebælt i vest til Darss-træsklen i øst, og et mindre "kystprogram", hvor der blev indsamlet prøver mellem 12 og 18 gange på 10 stationer (fem stationer langs Lolland, fire stationer rundt om Femern og én station i Mecklenburg Bugt). Undersøgelserprogrammernes prøvetagningsstationer fremgår af figur 10.1.5-1.

Målet med undersøgelsesprogrammerne var at bestemme den geografiske og tidslige variation i artssammensætning, tæthed (antal individer) og biomasse af plante- og dyreplankton (inkl. gopler) samt af algenes primærproduktion. Undersøgelserne er opdelt i tre delprogrammer: Ét for planteplankton, ét for dyreplankton og ét program for gopler.

Planteplanktons artssammensætning er bestemt på tre stationer, hvor der allerede foreligger lange tidsserier. Analyserne omfattede arter, antal individer (tæthed) og algenes kulstof-biomasse. Algebiomassen er også bestemt som klorofyl-a, der anvendes som et mål for mængden af primærproducerende alger. Klorofyl-a er bestemt i 4 - 7 dybder på 12 stationer i de centrale dele og i en dybde (midt i vandsøjlen) på de 10 kyststationer. På de samme stationer er planktonalgenes pigmentsammensætning også bestemt. Det muliggør opdeling af klorofyl-biomassen på algegrupper.

Som en del af den hydrografiske kortlægning blev der også bestemt klorofyl-fluorescens i dybdeprofiler på mellem 60 - 110 stationer på hvert togt og kontinuerlig klorofyl-fluorescens på tre faste bøjestationer; (stationerne H036 og H037 i linjeføringen, og station 12 i den ydre del af Mecklenburg Bugt). Normalt vil der være et forholdsvis fast forhold mellem klorofyl-fluorescens og koncentrationen af klorofyl, men i stille og solrige perioder kan hæmning af primærproduktionen forårsaget af høj lysintensitet også føre til en reduktion i klorofyl-fluorescensen i overfladen. Derfor er togternes overflademålinger fravalgt på stille dage og dagsmålinger fravalgt fra bøjestationerne. Profilerne er anvendt til at opnå en større arealdækning for klorofyl-a, og de kontinuerede målinger gør det muligt at følge udviklingen i perioder mellem togterne (figur 10.1.5-1).

Planktonets primærproduktion er bestemt på de samme 12 stationer, hvor der blev analyseret for algepigmenter. Arealproduktionen er bestemt på baggrund af indbygning af den radioaktive isotop $^{14}\text{CO}_2$ i plankton udsat for 8 - 10 forskellige lysintensiteter. Disse inkubationer er udført løbende om bord under togterne med vandprøver fra 1 m og 15 m.

Programmet for dyreplankton har alene fokuseret på "netplankton", dvs. plankton større end 0,1 mm. Småt dyreplankton så som ciliater og små larver indgår således ikke. Prøver til bestemmelse af dyreplanktons artssammensætning, tæthed og biomasse blev indsamlet med planktonnet (WP-2 net) som vertikaltræk under springlaget (fra bunden til springlag) og over springlaget (fra springlag til vandoverfalden). I de tilfælde hvor der ikke var springlag (især efterår/vinter, tabel 10.1.5-1) blev der taget ét vertikaltræk fra bunden til overfladen.

Goplernes artssammensætning og tæthed er bestemt på basis af prøver indsamlet med plankton multinet (hver forsynet med fem net), der gør det muligt at indsamle op til fem separate prøver i det samme planktontræk. Som det var gældende for dyreplankton, blev der indsamlet under og over springlaget, men ved skrå-træk over lange afstande for at filtrere tilstrækkeligt stort volumen.

Indsamling, prøvebehandling og oparbejdning af prøver er gennemført efter standardiserede metoder, så det er muligt direkte at sammenligne med tidligere data fra undersøgelsesområdet.

TABEL 10.1.5-1 Antal prøver indsamlet og analyseret for planktonalgearter, klorofyl-a, algepigmenter, primærproduktion, dyreplankton og gopler under baggrundsundersøgelserne i 2009 - 2010

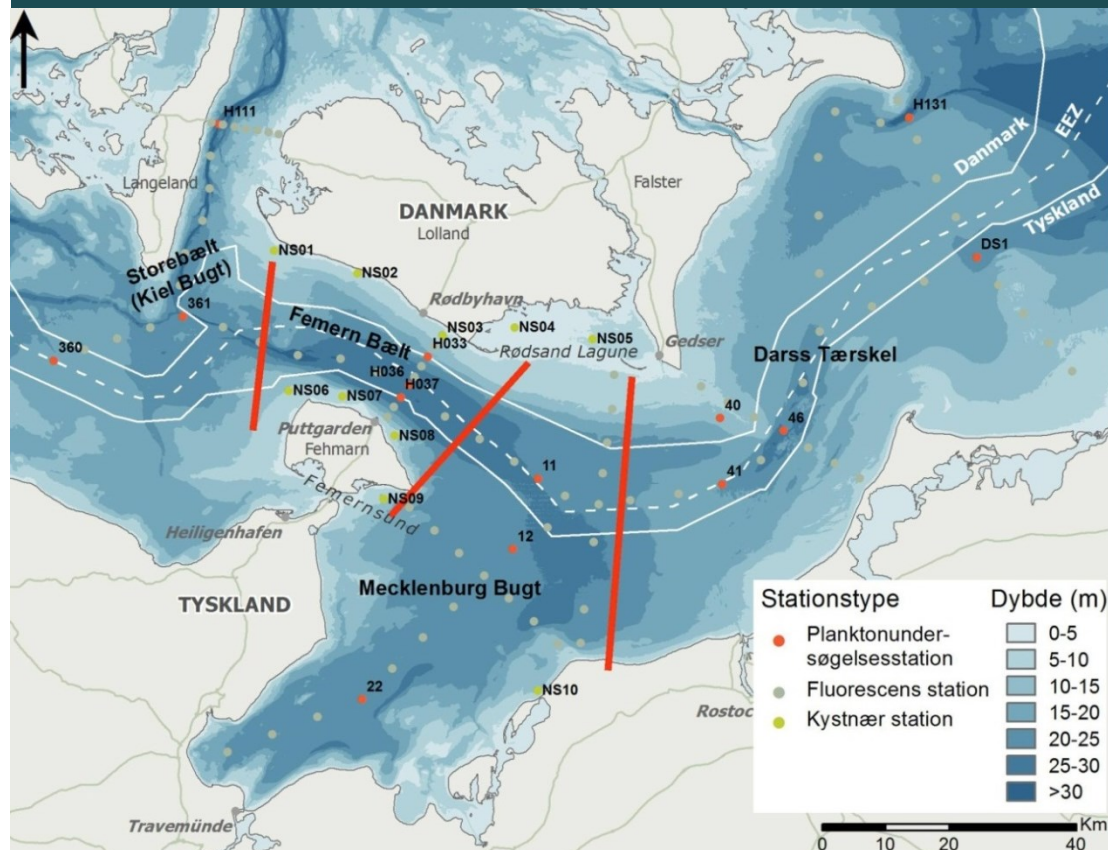
	År	2009									2010										Sum			
	Måned	F	M	A	J	J	A	S	O	N	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O		N	D	
	Station																							
Alger, arter, tæthed, biomasse	360	-	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	17	
	12	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	-	1	18	
	46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-	19	
Klorofyl-a	360	-	5	5	6	5	-	6	7	5	5	8	6	6	-	6	7	6	6	6	-	-	95	
	361	6	5	6	6	5	7	5	6	5	5	6	7	7	7	7	7	6	4	6	-	-	113	
	H111	-	-	6	6	6	7	6	6	6	-	6	6	6	6	7	9	7	-	6	6	-	102	
	H033	-	5	5	4	5	-	4	5	4	4	4	4	-	4	4	5	-	-	-	-	-	57	
	H036	-	6	6	6	7	-	6	6	6	-	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	111
	H037	6	6	7	7	8	-	7	6	7	6	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	72	
	11	-	5	6	6	7	6	6	6	6	-	6	6	6	6	7	6	-	6	6	-	6	103	
	12	5	6	7	9	7	-	7	7	7	-	9	7	7	7	7	7	-	7	6	-	6	118	
	22	-	6	7	7	6	-	-	6	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	
	40	-	4	4	4	4	4	3	4	3	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	38	
	41	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	-	96
	46	6	6	7	7	5	6	7	7	7	6	9	7	7	7	7	7	-	-	7	7	-	122	
	H131	-	6	6	8	8	5	-	7	7	-	6	6	-	6	6	6	6	6	6	6	-	101	
	DS1	-	-	7	6	6	4	-	5	5	5	5	6	5	5	5	5	-	5	5	5	-	84	
	Algepigmenter	360	-	2	2	2	2	-	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	-	-	36	
361		2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	-	-	41	
H111		-	-	2	2	3	3	2	3	2	-	2	2	2	2	2	3	2	-	2	2	-	36	
H033		-	2	2	2	3	-	2	3	2	2	-	2	-	2	2	2	-	-	-	-	-	26	
H036		-	2	2	2	3	-	2	2	2	-	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	39	
H037		2	2	3	3	3	-	3	2	2	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	24	
11		-	2	2	2	2	3	3	2	2	-	-	3	2	2	2	2	-	2	2	-	2	35	
12		2	2	3	2	3	-	2	3	2	-	2	3	2	2	2	2	-	2	2	-	2	40	
22		-	2	2	3	3	-	-	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	
46		2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	-	2	2	2	-	41	
H131		-	2	2	3	3	2	-	3	2	-	2	3	-	2	2	2	2	2	2	2	-	36	
DS1		-	2	2	3	3	2	-	2	2	2	2	3	2	2	2	2	-	2	2	2	-	37	
Primærproduktion	360	-	1	2	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	31	
	361	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	-	-	32	
	H111	-	-	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	-	28	
	H033	-	2	2	2	2	-	2	2	2	2	-	2	-	2	2	2	-	-	-	-	-	24	
	H036	-	2	2	2	2	-	2	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	
	H037	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	20	
	11	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	-	2	2	-	2	32	
	12	2	2	2	2	2	-	2	2	-	-	-	2	2	2	2	2	-	2	2	-	2	30	
	22	-	2	2	2	2	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	
	46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	-	2	2	2	-	34	
	H131	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	-	-	2	2	2	2	-	2	-	-	27	

TABEL 10.1.5-1 Antal prøver indsamlet og analyseret for planktonalgearter, klorofyl-a, algepigmenter, primærproduktion, dyreplankton og gopler under baggrundsundersøgelserne i 2009 - 2010

	År	2009										2010										Sum	
	Måned	F	M	A	J	J	A	S	O	N	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		D
Dyreplankton, arter, tæthed, biomasse	DS1	-	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	-	2	2	2	-	2	2	2	-	32
	360	-	1	2	2	2	-	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	29
	361	1	-	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	-	2	-	-	30	
	H111	-	-	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	-	2	1	-	30	
	H033	-	1	2	2	2	-	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
	H036	-	1	2	2	2	-	1	2	2	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
	H037	1	1	2	2	2	-	-	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	
	11	-	-	2	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	-	-	1	-	2	27
	12	2	1	2	2	2	-	2	2	1	-	1	2	2	2	2	2	-	2	2	-	2	31
	22	-	1	2	2	2	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	46	2	-	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	-	35
	H131	-	1	2	2	2	2	-	2	2	-	2	-	-	2	2	2	2	-	2	2	-	27
	DS1	-	-	2	2	2	2	-	1	2	1	1	-	2	2	2	2	-	2	2	2	-	27
Gopler, arter, tæthed	360	-	-	-	2	1	-	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4	-	-	29	
	361	-	-	-	2	2	2	1	1	1	2	2	-	2	2	2	2	2	-	2	-	-	25
	H111	-	-	-	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	-	2	-	-	27	
	H033	-	-	-	2	2	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
	H036	-	-	-	2	2	-	1	2	2	-	2	2	-	2	2	2	2	2	4	2	31	
	H037	-	-	-	2	2	-	-	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
	11	-	-	-	2	2	2	2	-	2	-	-	2	2	2	2	2	-	-	1	-	21	
	12	-	-	-	2	2	-	2	2	1	-	1	2	2	2	2	2	-	4	2	-	2	28
	22	-	-	-	2	2	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
	46	-	-	-	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	-	4	2	3	-	34
	H131	-	-	-	2	2	2	-	2	2	-	2	-	-	2	2	2	2	-	2	2	-	24
	DS1	-	-	-	2	2	2	-	1	2	1	1	-	2	2	1	2	-	2	2	2	-	24

Note: For alger er der analyseret én samleprøve, der repræsenterer de øverste 10 m af vandsøjlen. For de øvrige parametre blev der taget prøver fra flere dybder. Indsamlingen foretaget i månederne februar, marts og april repræsenterer foråret. Perioderne maj – august og september – november repræsenterer henholdsvis sommer og efterår. Månederne december og januar repræsenterer vinteren

FIGUR 10.1.5-1 Undersøgelsesområde for plankton Femern Bælt med angivelse af placering af undersøgelsesstationer ("planktonstationer", kyststationer (NSxx) og fluorescensstationer)



Note: Undersøgelsesområdet er inddelt i fire delområder (Storebælt, Femern Bælt, Mecklenburg Bugt og Darss-tærskel-området)

Historiske data

Der foreligger lange tidsserier af plankton (plante-og dyreplankton) indsamlet i Mecklenburg Bugt (St 12) og Storebælt (St 360) i perioden maj - august og analyseret med samme metoder som i feltundersøgelserne. Disse tidsserier er anvendt til at dokumentere, at undersøgelserne gennemført i 2009 - 2010 er repræsentative for forholdene i området omkring Femern Bælt. Der foreligger ikke historiske data for gopler i undersøgelsesområdet.

Modeller

Der er anvendt dynamiske modeller som ét af redskaberne til vurdering af virkninger på miljøet. I modellen, som fokuserer på lokale forhold (det vil sige Femern Bælt), er plankton beskrevet ved én samlegruppe repræsenterende alle typer af planktonalger (og klorofyl-a) og én samlegruppe for hele populationen af dyreplankton. Gopler indgår ikke i modellerne på grund af begrænset viden om goplers bestandsdynamik i undersøgelsesområdet. Desuden indgår detaljer som vertikal bevægelse af planktonorganismer heller ikke. Modellerne beskriver derfor et meget overordnet billede af planktonsamfundet, hvor der er fokus på de funktionelle sammenhænge, så som lys og næringsstoffers påvirkning af primærproduktionen og dyreplanktonets græsning på planteplankton. Data fra feltundersøgelserne (primært klorofyl-a) er anvendt til at validere modellerne i lokalområdet.

Eksisterende forhold

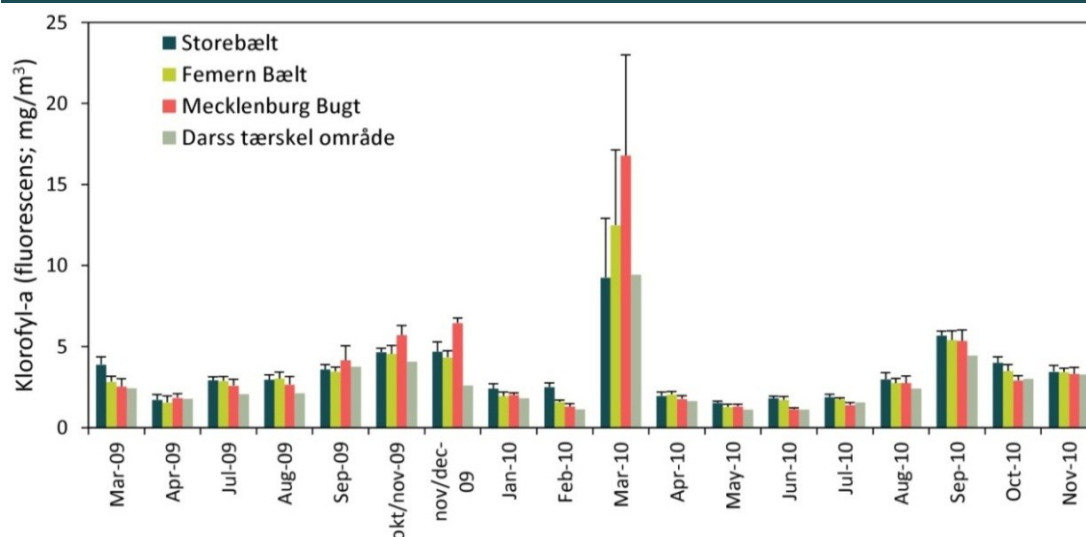
Overordnet viste feltundersøgelserne den forventede sæsonvariation, som man kender fra de tempererede farvande med en kortvarig forårsopblomstring af planteplankton, der sluttede, når

næringsstofferne var brugt op, efterfulgt af en lav, men aktiv planteplanktonbiomasse om sommeren, der i hovedsagen var kontrolleret af dyreplanktonets græsning samt en langvarig efterårsopblomstring, der indtrådte, når det græssende dyreplankton blev reduceret. Feltundersøgelserne bekræftede også resultaterne fra tidligere undersøgelser, nemlig at plankton-koncentrationer og sammensætning i stor udstrækning ligner områderne øst og vest for området. Der er således både indslag af cyanobakterier og dafnier, der især karakteriserer den brakke Østersø og indslag af "marine" vandlopperarter, der især er tilknyttet vand med højere saltholdigheder. Dette understøtter, at der hele tiden sker en stor udveksling mellem Femern Bælt og de omgivende farvande.

Planktonalger

Den geografiske variation i koncentrationen af planktonalger (bestemt ved klorofyl-a) og primærproduktion er forholdsvis begrænset, dog med en tendens til aftagende koncentration og produktion fra Storebælt til "Darss-tærsklen", hvilket antagelig skyldes de aftagende næringskoncentrationer fra vest mod øst (figur 10.1.5-2, figur 10.1.5-3). Resultaterne viser også, at koncentration og primærproduktion i perioder er størst i Mecklenburg Bugt området; dette ses i 2009 under efterårsopblomstringen og i 2010 under forårsopblomstringen.

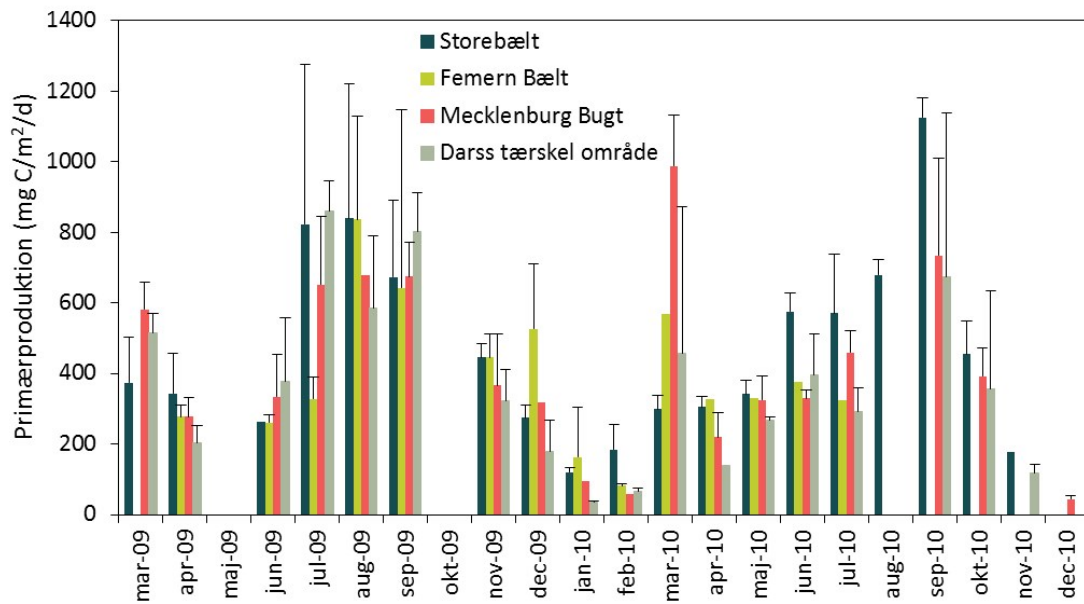
FIGUR 10.1.5-2 Rumlig og tidlig variation i klorofylkoncentration i Storebælt, Femern Bælt, Mecklenburg Bugt og området omkring Darss-tærsklen



Note: Søjlerne viser gennemsnit af 14 - 30 stationer (med standardafvigelse) over et dybdeinterval på 5 - 15 m. I 2009 fandt forårsopblomstringen sted i februar, inden indsamlingsprogrammet var igangsat.

Den beregnede primærproduktion i de fire delområder varierede fra 118 gC/m² pr. år i området omkring Darss-tærsklen til 142 gC/m² pr. år i Storebæltområdet. I Femern Bælt og Mecklenburg Bugt var primærproduktionen henholdsvis 128 gC/m² pr. år og 138 gC/m² pr. år (figur 10.1.5-3). Sammenlignet med tidligere målinger (1980 - 1997) var produktionen 10 - 20 pct. lavere i 2009 - 2010. Nedgangen skyldes sandsynligvis reduktionen i tilførslen af næringsstoffer, idet der i perioden 1990 - 2010 har været et fald på 15 pct. i vinterkoncentrationen af nitrat.

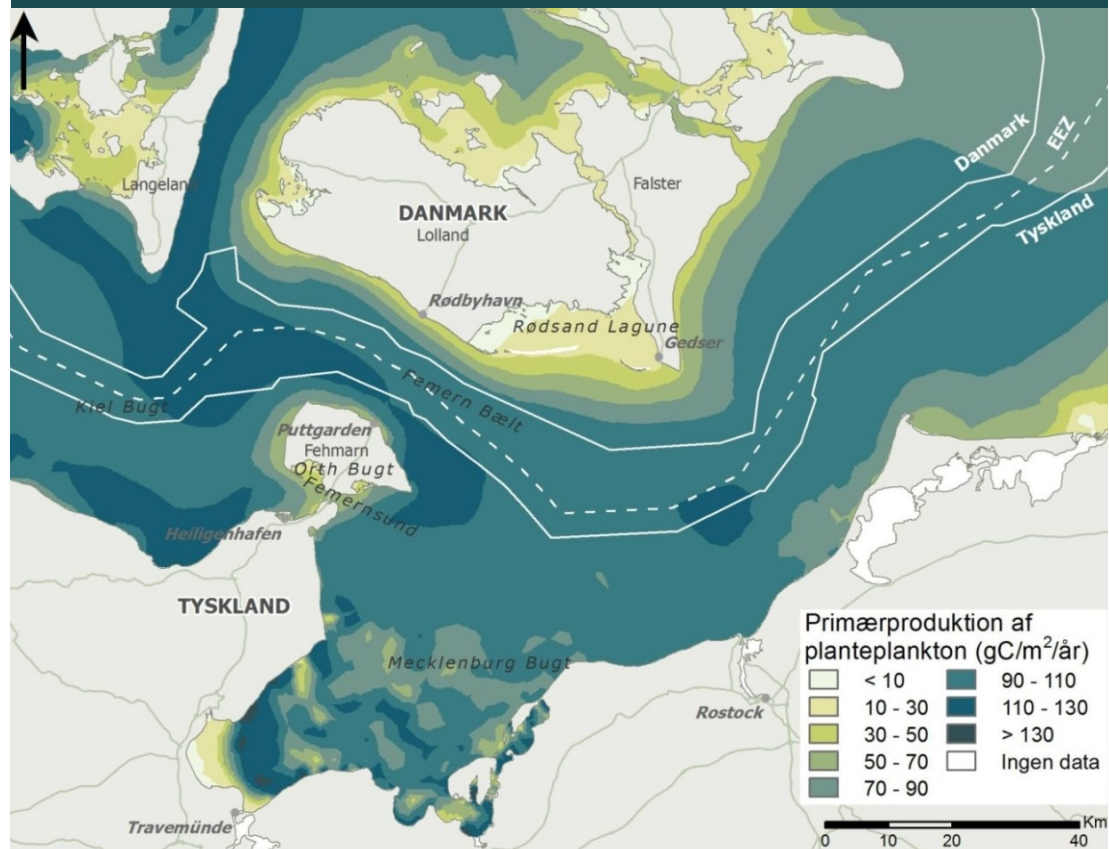
FIGUR 10.1.5-3 Sæsonvariation (marts 2009 - december 2010) i dybdeintegreret primærproduktion i de fire delområder inden for undersøgelsesområdet



Note: Søjlerne viser gennemsnit (med standard afvigelse) af 2 - 3 stationer

Den horisontale fordeling af den modellerede primærproduktion var i god overensstemmelse med målingerne (højest i vest – lavest i øst), men niveauet var lidt lavere (figur 10.1.5-4), blandt andet fordi tab til respiration ikke er indregnet i den målte produktion, og modellen beregner "netto-primærproduktionen".

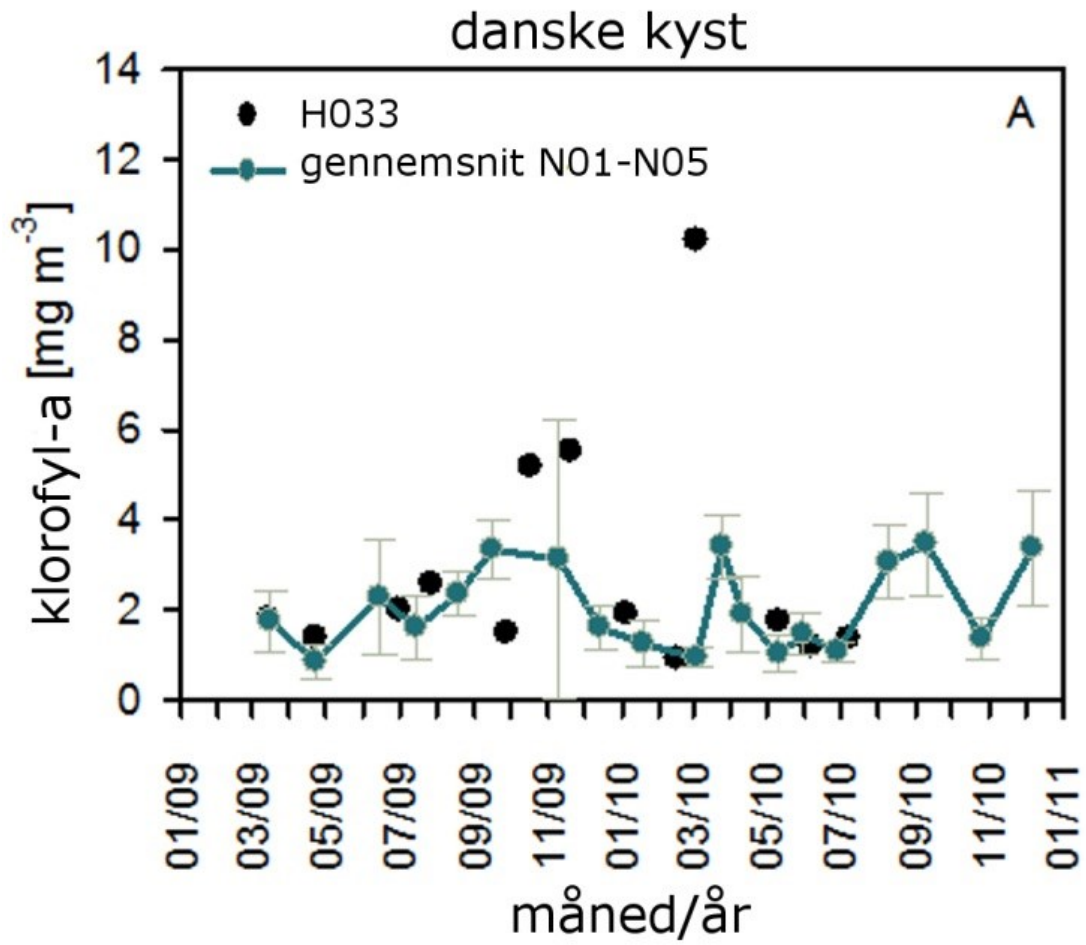
FIGUR 10.1.5-4 Modelleret primærproduktion af planteplankton i Femern Bælt og tilstødende områder for "modelåret" 2005



Under opblomstringer om foråret og efteråret var koncentrationen af klorofyl-a lavere ved kyststationerne langs Lolland end ved de nærliggende stationer centralt i Femern Bælt. Den resterende del af året lå koncentrationerne på samme niveau. Langs kysten omkring Femern var der med enkelte undtagelser god overensstemmelse med klorofylkoncentrationen i den åbne del af Femern Bælt uanset årstid (figur 10.1.5-5).

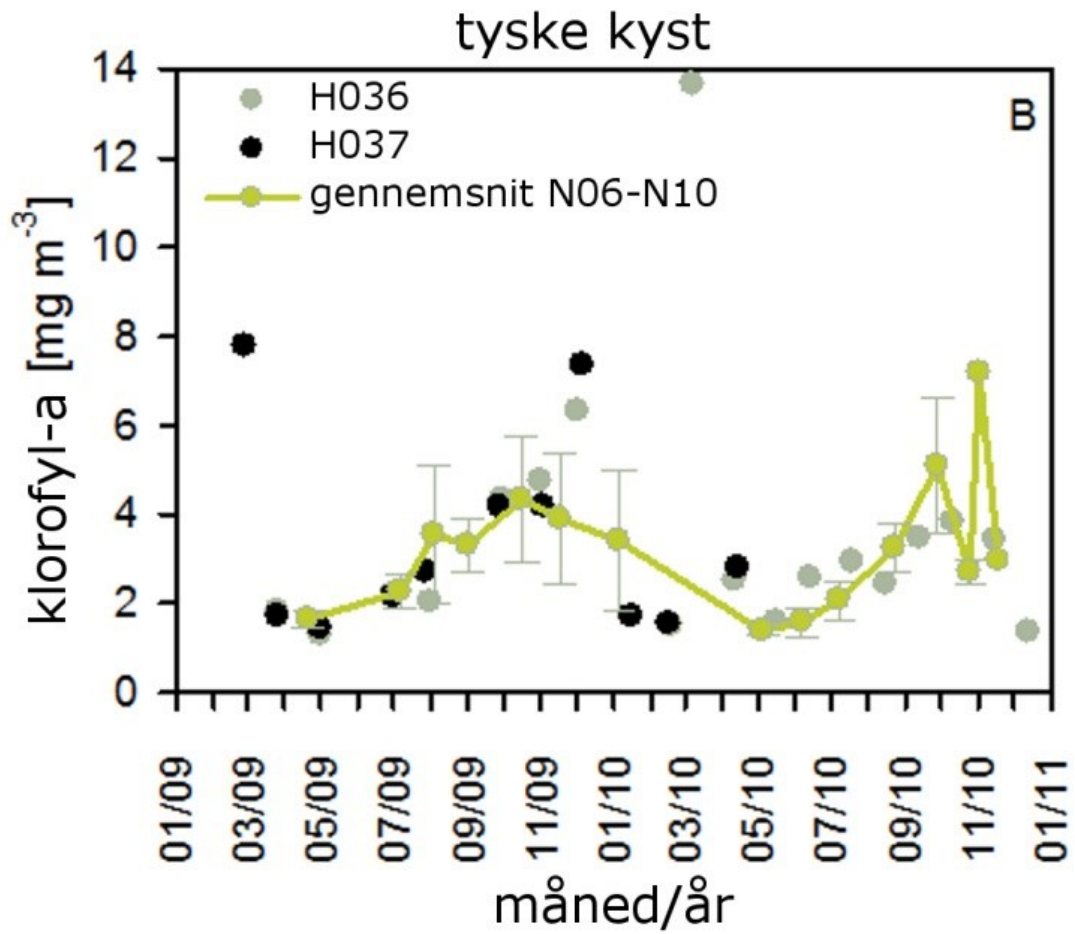
Ved direkte sammenligning af danske og tyske kystdata fremgår det, at koncentrationen af klorofyl i gennemsnit er 25 pct. højere i de tyske kystvande end i de danske (figur 10.1.5-7). Der er tre mulige forklaringer; 1) ved østgående overfladestrøm sker indstrømningen af det mere næringsrige vand fra Storebælt især langs den tyske kyst, 2) under udstrømning påvirkes kystvandene omkring Fehmarn af det næringsrige vand fra Mecklenburg Bugt og 3) græsningstrykket på planktonalger fra de bundlevende muslinger er større langs Lollands kyst end omkring Fehmarn, fordi muslingebestandene er større og mere udbredte langs Lolland.

FIGUR 10.1.5-5 Koncentration af klorofyl ved kyststationer



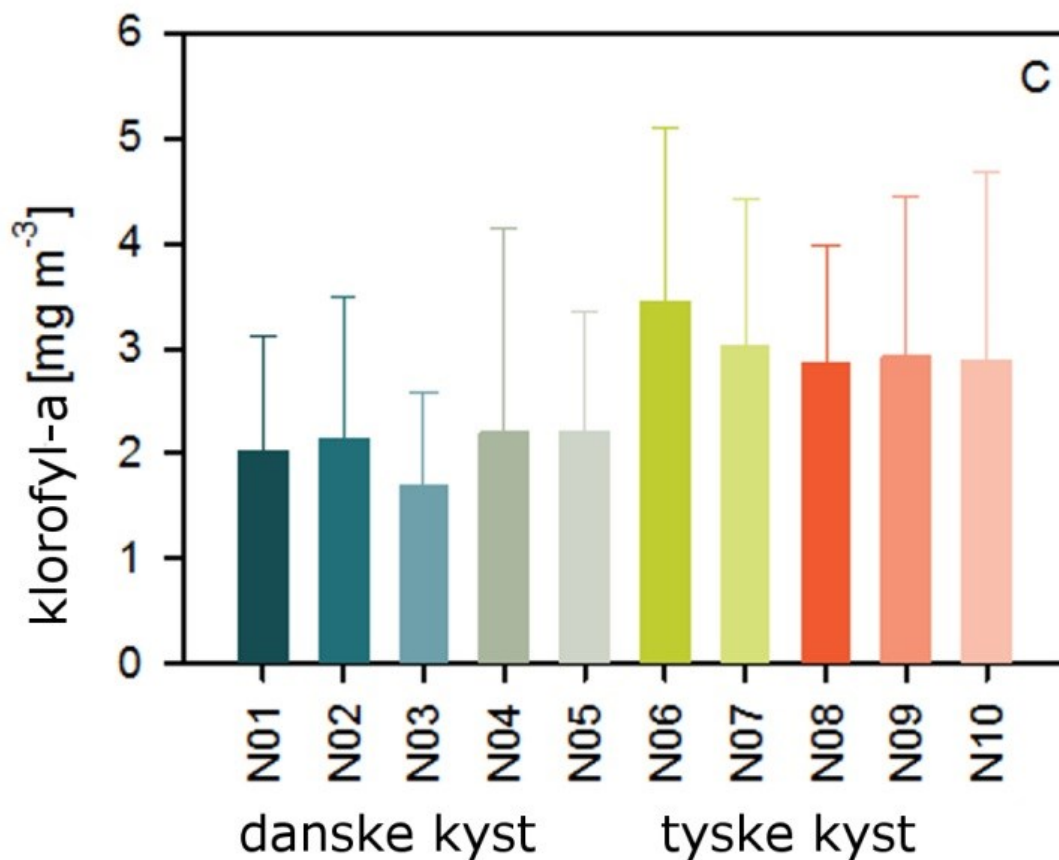
Note: Sæsonvariation ved danske stationer (N01-N05) og koncentration ved station i den åbne del af Femern Bælt (H033)

FIGUR 10.1.5-6 Koncentration af klorofyl ved kyststationer



Note: Sæsonvariation ved tyske stationer (N06-N10) og koncentration ved stationer i den åbne del af Femern Bælt (H036, H037)

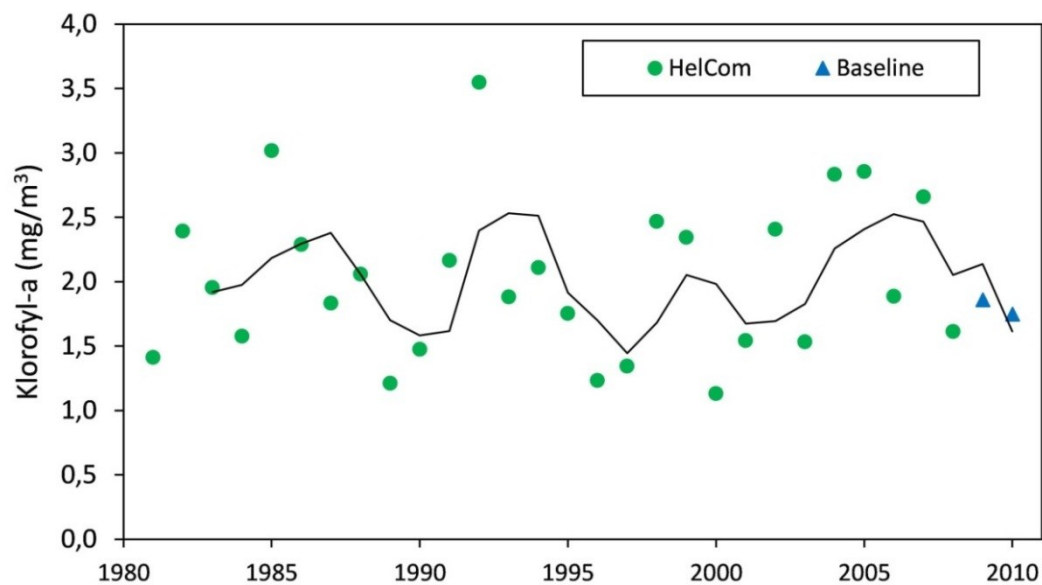
FIGUR 10.1.5-7 Koncentration af klorofyl ved kyststationer



Note: Årligt gennemsnit (med standard afvigelse) af klorofyl-a ved 10 kyststationer

Sommerkoncentrationen af planktonalger (klorofyl-a) i perioden 1981 - 2010 i Mecklenburg Bugt (og antagelig også i Femern Bælt) har varieret uden en egentlig tendens mellem 1,1 - 3,5 mg pr. m³, hvor de højeste koncentrationer i 1985 og i 1992 var sammenfaldende med opblomstring af cyanobakterier (figur 10.1.5-8). Koncentrationen i 2009 og 2010 lå ca. 10 pct. lavere end gennemsnittet af de seneste 28 års undersøgelser, men set i forhold til den betydelige år-til-år variation er forskellen ikke signifikant. Det er således klart, at undersøgelserne af planktonalgens koncentration i 2009 og 2010 giver et repræsentativt billede af forholdene i Femern Bælt i sommerperioden.

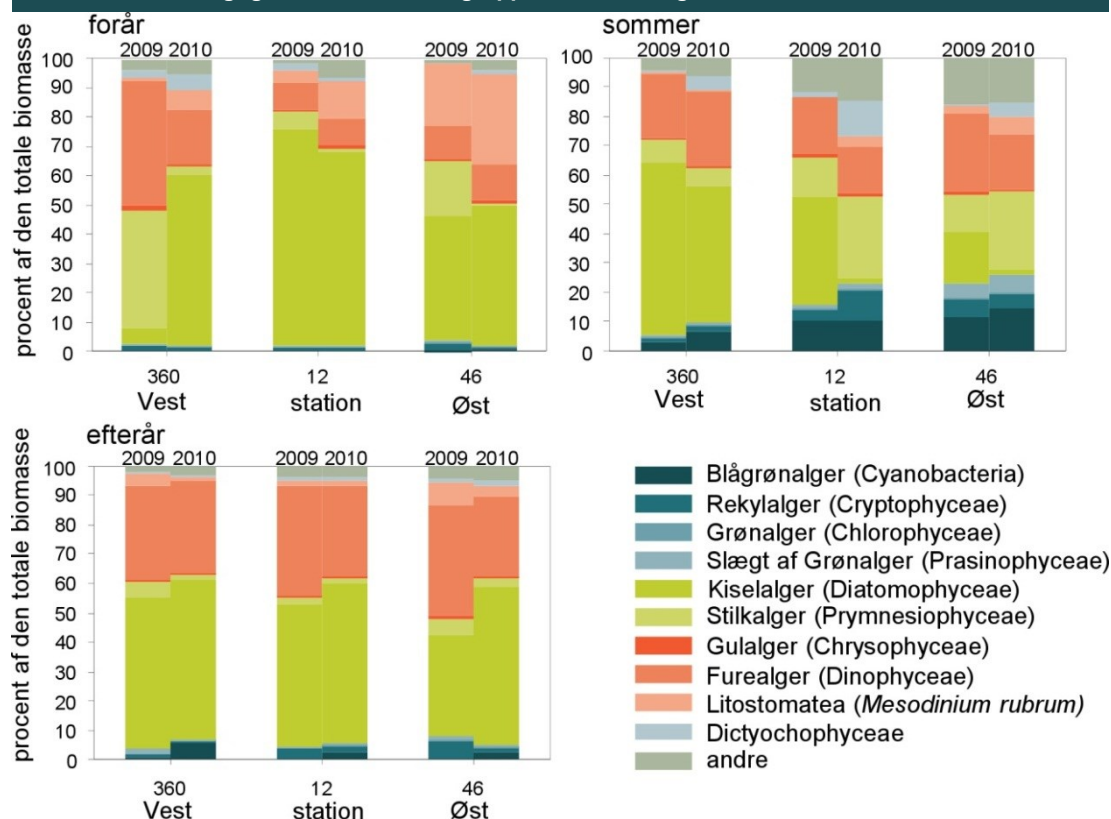
FIGUR 10.1.5-8 Historiske sommerkoncentrationer af klorofyl-a i overfladen



Note: Gennemsnit af prøver indsamlet i 0 og 10 m's dybde og koncentrationer bestemt under undersøgelserne i 2009 - 2010 på station 12 i Mecklenburg Bugt. Hvert punkt repræsenterer mellem 2 - 4 prøvetagninger i perioden maj - august det enkelte år. Linjen angiver glidende gennemsnit over tre år

Variationen i sammensætning af planktonalger fra Storebælt i vest til området ved Darss-tærsklen i øst var forholdsvis ens, dog med en aftagende betydning af cyanobakterier om sommeren jo længere man kommer mod vest. I den østlige del af undersøgelsesområdet (station 46 og 12) var der forskel i planktonalgernes sammensætning i de to undersøgelsesår, med en betydelig andel af kiselalger (Diatomophyceae) om sommeren i 2009 og en lav andel i 2010. Om efteråret var fordelingen af biomassen mellem de forskellige grupper ens inden for undersøgelsesområdet (figur 10.1.5-9).

FIGUR 10.1.5-9 Vigtigste taksonomiske grupperes andel af algebiomassen



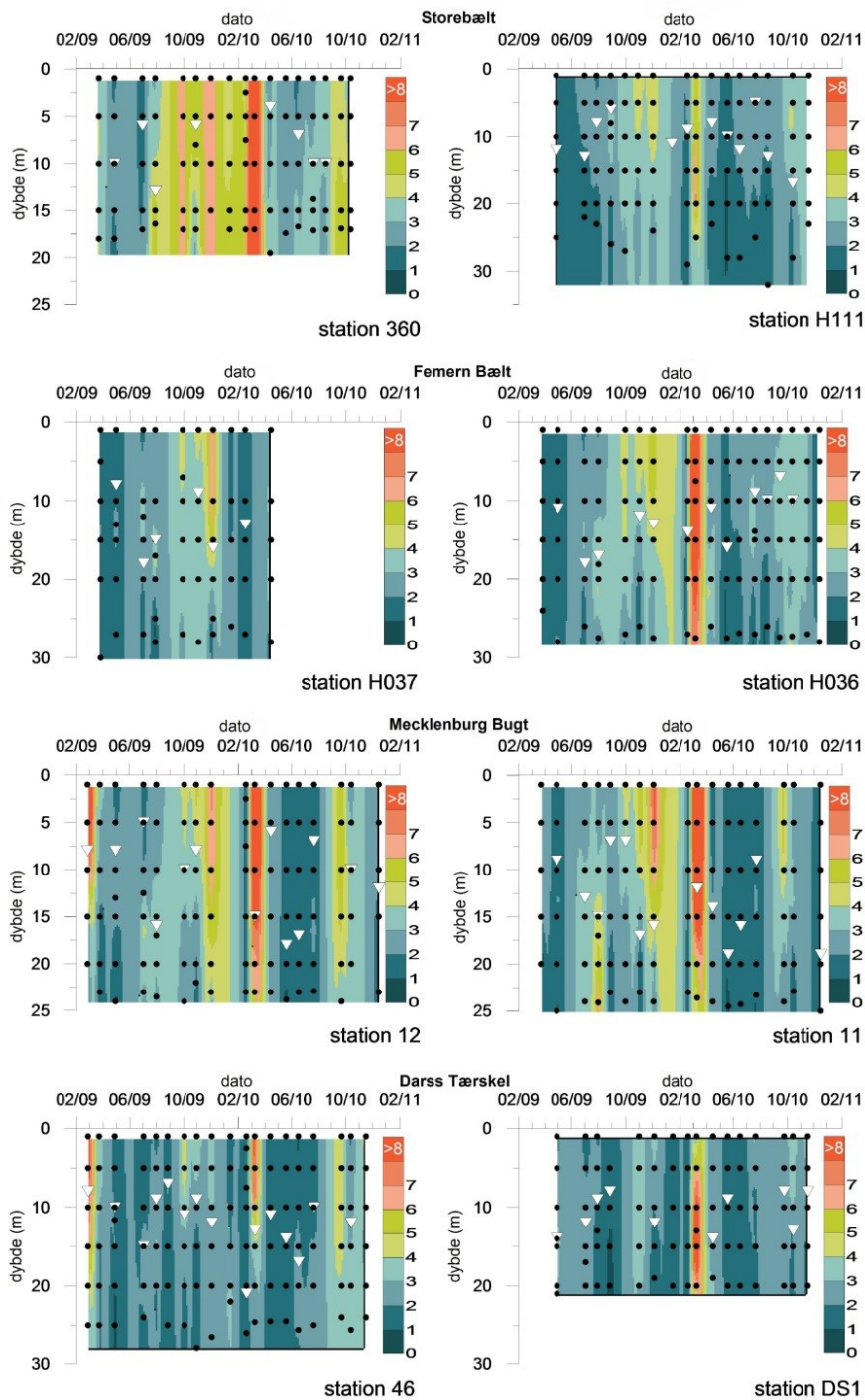
Note: Algebiomassen er udtrykt som pct. af den totale kulstofbiomasse. Baseret på dybdeintegrerede prøver (1 - 10 m) og inddelt i sæsoner

Analyserne af algepigmenter, som omfattede et større antal stationer, bekræftede, at sammensætningen af planktonalger var relativt ens i overfladevandet inden for undersøgelsesområdet (figur 10.1.5-11).

Dybdevariation

I modsætning til forholdene i overfladen var koncentration og sammensætning af planktonalger langt mere forskellig over dybden (figur 10.1.5-10 – 10.1.5-11). Dybdeforskelle i koncentrationen af klorofyl-a forekom især samtidigt med lagdeling af vandsøjlen, hvor der er høje koncentrationer i overfladen (figur 10.1.5-9). Der var også flere eksempler på høje klorofyl-a koncentrationer i bundlaget. Dette forekom især i perioder med fuldstændig opblanding af vandsøjlen, f.eks. i efteråret 2009 på station 360 (figur 10.1.5-10).

FIGUR 10.1.5-10 Dybdeprofiler af klorofyl-a fra februar 2009 til og med december 2010

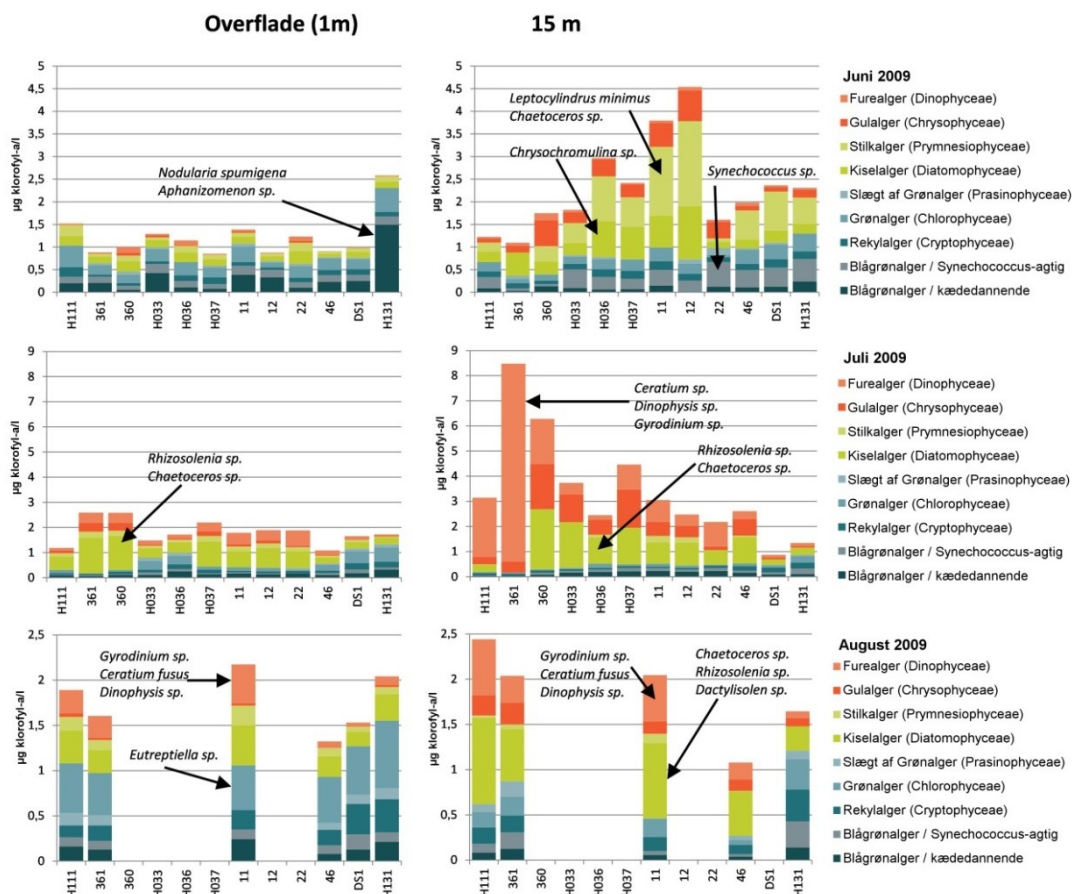


Note: Sorte prikker viser, hvor og hvornår prøver blev indsamlet, og hvide trekanten indikerer om vandsøjlen var lagdelt og dermed positionen af springlaget. Farveskalaen viser koncentration fra 0 - 8 mg klorofyl pr. m³

Arts- og gruppesammensætning viste den største variation med dybden om sommeren, når vandsøjlen var lagdelt. I juni - juli 2009 var biomassen højere i 15 m's dybde end i overfladen, og med

en tydelig forskel i sammensætning. Andelen af stilkalger (prymnesiophytes) var langt større i 15 m's dybde, og biomassen var især domineret af den potentielt giftige slægt *Chrysochromolina*, som tidligere har medført fiskedød i Lillebæltsområdet. I juli 2009 – også under lagdelte forhold – var bundvandet domineret af furealger (dinoflagellater) i undersøgelsesområdets vestlige del, med slægterne *Ceratium*, *Dinophysis* og *Gyrodinium* som de dominerende (figur 10.1.5-11). I overfladen var biomassen af furealger lav. I august 2009 under og efter en periode med op-blandede forhold var algesammensætningen relativt ens i overfladen og i 15 m's dybde.

FIGUR 10.1.5-11 Fordeling af taksonomiske grupper i 1 m og 15 m's dybde baseret på analyser af pigmentsammensætning



Note: Tilhørsforhold af dominerende arter og slægter er indikeret med pil

Sæsonvariation i sammensætning

I lighed med andre tempererede områder ser man i undersøgelsesområdet også den generelle sæsonvariation i biomasse og gruppesammensætning, der drives af den årlige cyklus i solindstråling, næringsstoffilgængelighed, vindforhold osv. Forårsopblomstringen, der begyndte i februar i 2009 og en måned senere i 2010 var domineret af kiselalger (diatomeer) med *Skeletonema costatum* som den dominerende art. Efter forårsopblomstringen i april var planktonalgerne domineret af dinoflagellater og stilkalger samt en dybtliggende opblomstring af gulalger (chrysophytes) domineret af silicoflagellaten *Dictyocha speculum*.

I løbet af sommeren styrkes lagdelingen af vandet, og det fører til lavere koncentrationer af planteplankton på grund af næringsbegrænsning og græsning, men den lave biomasse er fordelt på mange grupper (høj diversitet). I sensommeren øges andelen af cyanobakterier især i områdets østlige del.

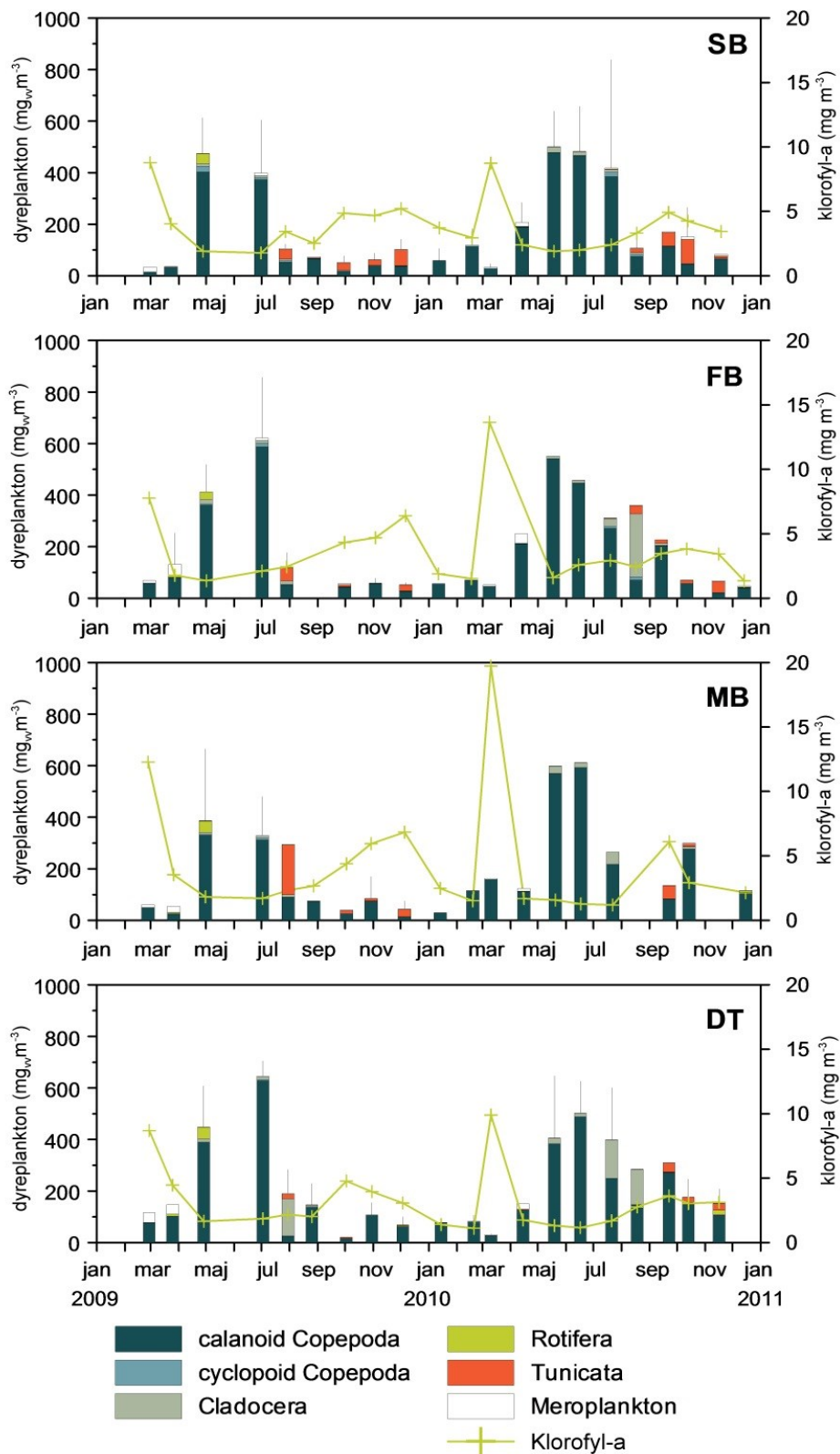
Kiselalgerne bliver igen dominerende om efteråret, fordi indstrålingen reduceres, vandsøjlen opblandes og næringskoncentrationen øges, alt sammen forhold der styrker konkurrenceforholdene for kiselalger.

Dyreplankton

Dyreplanktonet domineres af vandlopper (især arterne *Acartia bifilosa*, *Pseudocalanus* spp., *Temora longicornis*, *Acartia longiremis* and *Centropages hamatus*), dafnier (især slægterne *Bosmina*, *Evadne* og *Podon*), hjuldyr (især *Synchaete*), larveformer af bunddyr (meroplankton) og fritsvømmende sækdyr (*Oikopleura*). Artsantallet i dyreplanktonet øges fra 20 i det østligste undersøgelsesområde til 30 i Storebælt. Det svarer til det generelle mønster, at diversiteten falder med aftagende saltholdighed. Udover vandlopper, der dominerede i alle sæsoner, bestod dyreplanktonet af larver af børsteorm og rurer om foråret, hjuldyr i maj, dafnier i august - september og sækdyr om efteråret.

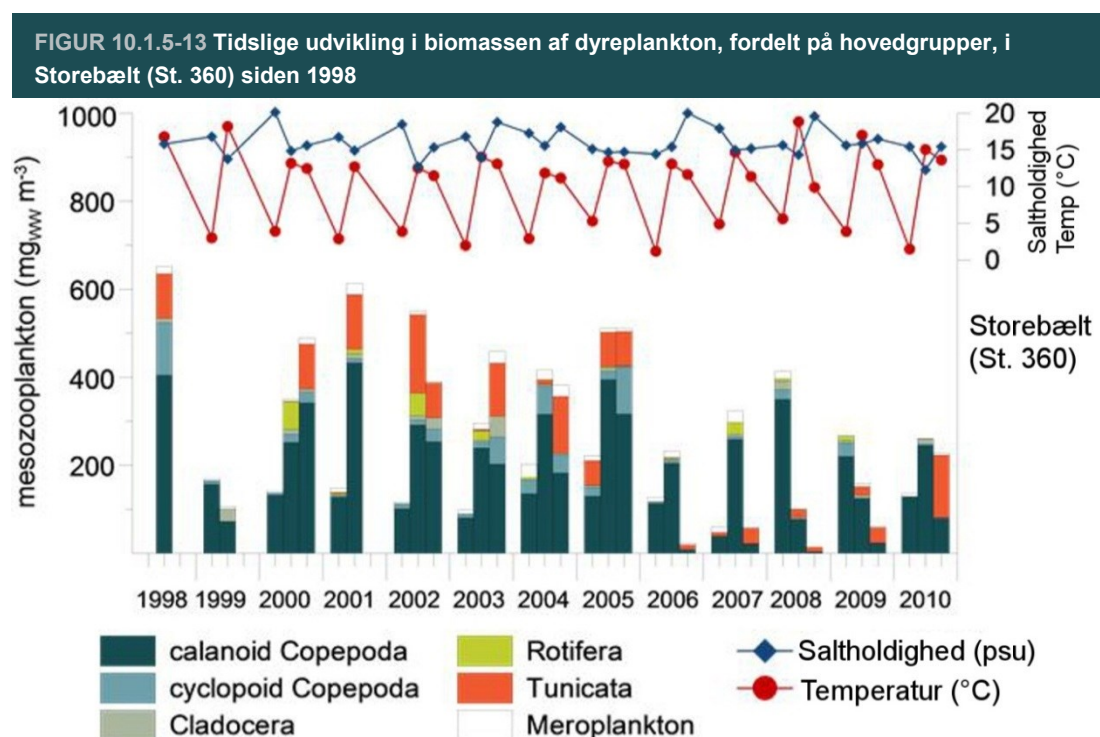
Sæsonvariationen i dyreplanktonet var betydelig med en maksimal biomasse om sommeren (maj - august) på ca. 500 g vådvægt pr. m³ (figur 10.1.5-12) over hele undersøgelsesområdet. I 2009 faldt koncentrationen brat i august, og var konstant lav indtil maj 2010. I 2010 skete faldet i biomassen om efteråret mere gradvist. Samtidigt med reduktionen i biomasse om efteråret øgedes koncentrationen af klorofyl-a. Den næsten omvendte udvikling af biomasser indikerer et tæt kobling, hvor variationer i biomassen og græsningstryk af dyreplankton udløser "omvendte" variationer i planteplankton.

FIGUR 10.1.5-12 Biomasse af dyreplankton



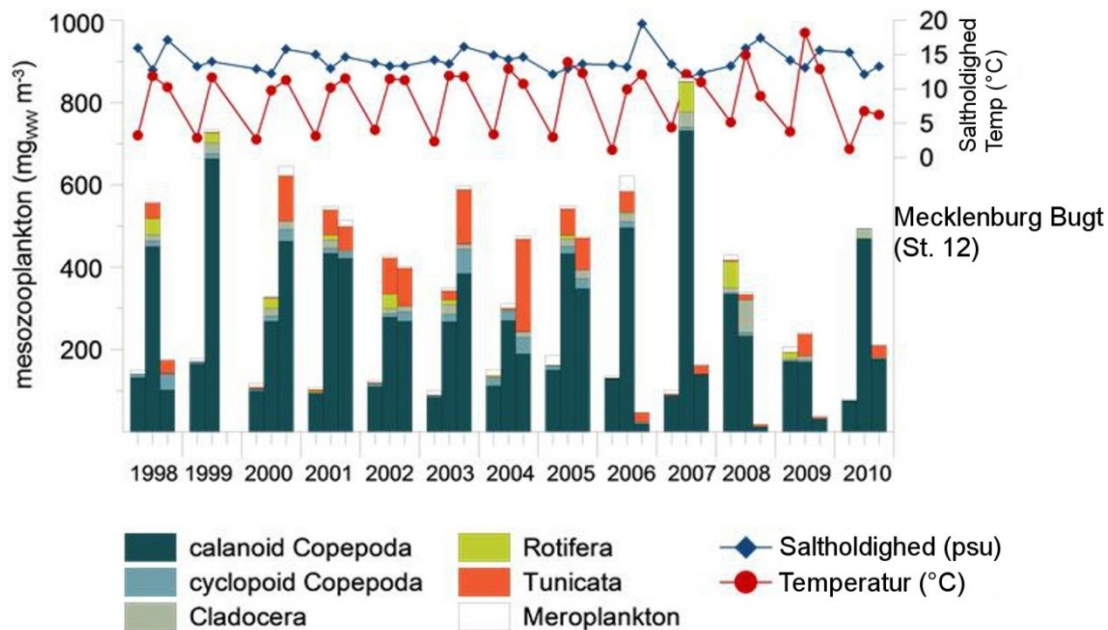
Note: Copepoda (vandlopper), Cladocera (dafnier), Rotifera (hjuldyr), Tunicata (sækdyr), Meroplankton er larver af større dyr såsom snegle, muslinger og børsteorme. Gennemsnit over hele vandsøjlen med angivelse af standardvariationen og Klorofyl-a i de fire delområder (GB – Storebælt, FB – Femern Bælt, MB – Mecklenburg Bugt, DS – Darss-tærsklen) i 2009 - 2010

Historiske data og feltundersøgelserne viser, at den maksimale biomasse om sommeren har varieret gennem de seneste 13 år, men uden at der er en langvarig tendens mod stigende eller faldende biomasser (figur 10.1.5-13). Tidsserien demonstrerer derimod en ændring i sæsonvariationen. Efter 2006 ses der et markant fald i biomassen om efteråret. Dette var også tilfældet i 2009, og lidt mindre udtalt i 2010. En lav biomasse af dyreplankton betyder, at græsningstrykket på planteplanktonet reduceres, og det kan være en medvirkende forklaring på den langvarige efterårsopblomstring af planktonalger, der er set de seneste 5 - 6 år (ikke vist), og også ses i feltundersøgelserne (figur 10.1.5-2).



Note: Copepoda (vandlopper), Cladocera (dafnier), Rotifera (hjuldyr), Tunicata (sækdyr), Meroplankton er larver af større dyr såsom snegle, muslinger og børsteorme

FIGUR 10.1.5-14 Tidslige udvikling i biomassen af dyreplankton, fordelt på hovedgrupper, i Mecklenburg Bugt (St. 12) siden 1998

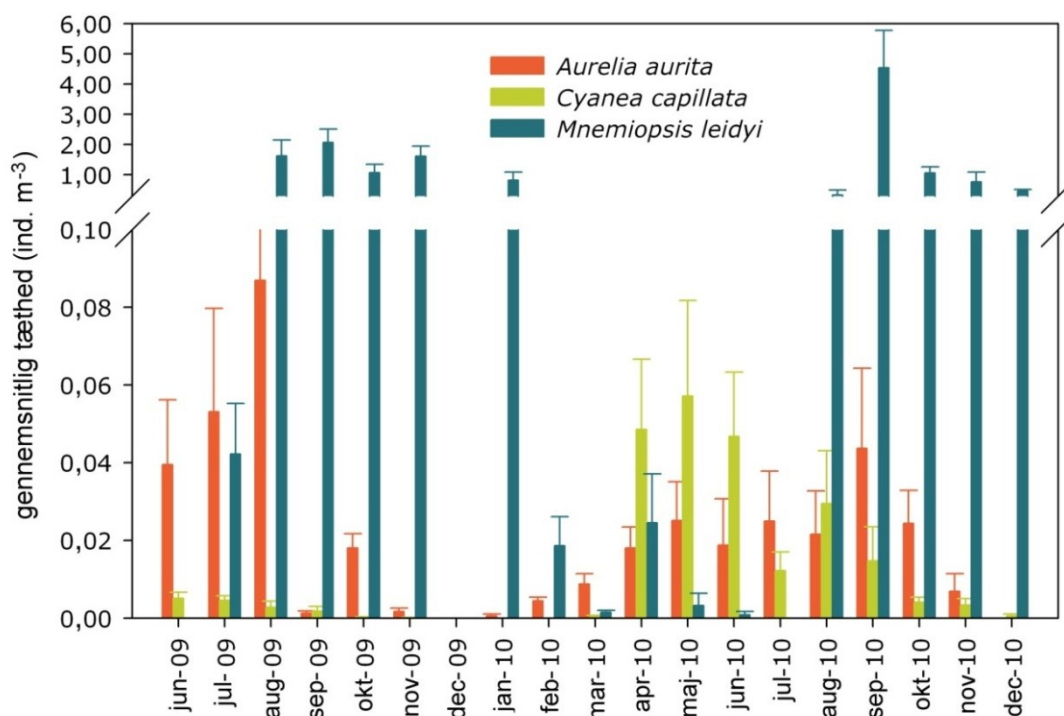


Note: Copepoda (vandlopper), Cladocera (dafnier), Rotifera (hjuldyr), Tunicata (sækdyr), Meroplankton er larver af større dyr såsom snegle, muslinger og børsteorme

Gopler

Storgoplerne rød brandmand (*Cyanea capillata*), øregopler (almindelig vandmand - *Aurelia aurita*) og den invasive art *Mnemiopsis leidyi* (amerikansk ribbegopler) dominerede i undersøgelsesområdet i 2009 - 2010. Storgoplerne dominerede fra april - september med maksimale tætheder på 50 individer pr. 1.000 m³, mens den langt mindre amerikanske ribbegopler dominerede om efteråret med tætheder, der var 10 - 20 gange højere på (1 - 5 individer pr. m³) (figur 10.1.5-15).

FIGUR 10.1.5-15 Tæthed af gopler i Femern Bælt



Note: Tæthed af øregopler (*Aurelia aurita*), rød brandmand (*Cyanea capillata*) og den amerikanske ribbegopler (*Mnemiopsis leidyi*) mellem juni 2009 - december 2010 som gennemsnit (+standardafvigelse) over hele undersøgelsesområdet (12 stationer, tabel 10.1.5-1)

Den horisontale variation inden for undersøgelsesområdet var lav, mens der var nogen forskel i dybdefordeling. Øregoplen fandtes især i overfladevandet, mens den røde brandmand især forekom i det salttere bundvand. Den amerikanske ribbegopler var fordelt over hele vandsøjlen.

Øregoplens græsning på dyreplankton blev undersøgt ved maveundersøgelser gennem hele undersøgelsesperioden. Resultaterne viste, at øregopler maksimalt kunne fange og spise 0,6 pct. af vandlopperne, og i perioder op til 5 - 10 pct. af dafnier og fiskeæg på tidspunkter, hvor deres mængde var lav. Set over hele undersøgelsesområdet og -perioden er øregoplens effekt som rovdyr på dyreplankton uden betydning.

Trods sin betydeligt mindre størrelse er den amerikanske ribbegoples fødeoptag af dyreplankton langt mere effektiv end øregoplens. Fra undersøgelser rapporteret i den videnskabelige litteratur er det vist, at denne gopler i tætheder på 1 - 2 individer pr. m³ (som i Femern Bælt) kan spise 10 - 15 pct. af vandlopperne pr. dag.

Et sådant græsningstryk overstiger væksten af vandloppopulationerne under de temperatur- og fødeforhold, som man finder i Femern Bælt om efteråret. Det er derfor ikke usandsynligt, at nedgangen i dyreplanktonet om efteråret skyldes prædation fra den amerikanske ribbegopler. Gopler blev observeret i den vestlige Østersø i 2006, og dette stemmer godt overens med, at det var første gang, man så en lav biomasse af dyreplankton om efteråret (figur 10.1.5-13).

Ud over mulige effekter på planktonspisende fisk kan den reducerede bestand af dyreplankton om efteråret få afledte effekter på mængden af planktonalger, der vil øges, fordi græsningstrykket på dem reduceres. Dette er i overensstemmelse med øgningen af klorofyl-a, som feltundersøgelserne viste om efteråret i 2009 - 2010.

Beskyttede arter

Der findes ingen beskyttede arter i planktonet.

10.1.6 Bundflora

Den marine bundflora er en fremtrædende og værdifuld del af økosystemet i kystområder, hvor vegetationen har en høj produktion og ofte opnår store biomasser. Bundflora er levested for mange hvirvelløse dyr og mindre fisk og fungerer som opvækstområder for adskillige fiskearter. Planterne er en vigtig fødekilde for hvirvelløse dyr og fugle. De dæmper bølgenes påvirkning, spiller en vigtig rolle i næringsstofkredsløbet og for iltproduktionen og medvirker til at forbedre klarheden af vandet samt stabiliserer bundsedimentet.

Marin bundflora omfatter makroalgесamfund på hård bund og blomsterplanter på blød bund. Hård bund findes langs Lollands sydkyst, sydøst for Langeland, ved Staberhuk på den nordøstlige kyst af Fehmarn samt på stenrevet ved Sagasbanke sydøst for Fehmarn. Spredte forekomster af hård bund findes vest og nordvest for Fehmarn. Områder med blød bund, der er egnet til vækst af blomsterplanter, findes især i beskyttede bugter som Rødsand Lagune og Orth Bugt.

Østersøen er et stærkt påvirket indhavsområde, hvor eksisterende belastninger med især tilførelse af næringsstoffer, miljøfremmede stoffer og påvirkninger fra fiskeri anses som de væsentligste. Betragtes den marine bundflora specifikt, vurderes eutrofieringen og den afledte virkning på vandets lysgennemtrængelighed, forringelser af hårdbunds-områder ved stenfiskeri eller tilmudring og ødelæggelser ved fiskeri med bundslæbende redskaber at være de væsentligste eksisterende belastninger. Disse belastninger udgør en vigtig del af forudsætningerne for de eksisterende forhold og indgår i VVM-processen.

For at kortlægge de eksisterende forhold for bundflora er der gennemført en undersøgelse af vegetationen i Femern Bælt og de tilstødende vandområder. Formålet med undersøgelseerne er at redegøre for de eksisterende forhold. Undersøgelseerne omfatter udbredelse, artssammensætning og diversitet, skudtæthed (ålegræs) og biomasse for de marine bundflorasamfund. Omfang og metoder af undersøgelseerne er fastlagt i Scoping-rapporten.

For en deltaljeret beskrivelse af de eksisterende forhold for bundflora henvises til:

- FEMA (2013): Marine Biology – Baseline. Benthic flora of the Fehmarnbelt Area. Doc. E2TR0020 Vol. I

Datagrundlag og metoder

Kortlægningen af bundflora i Femern Bælt er sket på basis af feltundersøgelser i 2008 (kun blomsterplanter), 2009 og 2010 suppleret med data, herunder historiske fra lokale monitoringsprogrammer og videnskabelige studier. Der er desuden benyttet luffoto til at understøtte beskrivelsen af vegetationen på lavt vand.

Undersøgelseerne i 2009 er mest omfattende og dokumenterer forekomst og udbredelse af vegetation i hele området. Undersøgelseerne i 2010 er primært fokuseret på biomassebestemmelser i centrale områder, som potentielle referenceområder, og indsamling af supplerende biomassedata fire gange i løbet af vinter/forår 2009 - 2010 for at sikre en god beskrivelse til validering af den økologiske model, der anvendes til effektvurderingerne (afsnit 12.7 Bundflora).

Kortlægningen af vegetationen omfatter en beskrivelse af udbredelsen, dækningsgraden, skudtætheden (blomsterplanter) og biomassen. Makroalgernes udbredelse er undersøgt med video langs sammenlagt 99 transekter i 2009 og 2010. Videoptagelseerne danner basis for udvælgelse af stationer med veletableret vegetation, hvor dækningsgrad og biomasse af alle arter er bestemt inden for prøvetagningsrammer. Sammenlagt er 225 stationer besøgt i 2009 og 2010 (tabel 10.1.6-1 og figur 10.1.6-1). Derudover er vegetationens dækning af egnet hård bund (i pct. af total vegetation og nøglearter) og bundens beskaffenhed bestemt af dykkere i områder af 25 m² i forskellige dybder på i alt 492 stationer (figur 10.1.6-2).

Vegetationens dækning (i pct.) af egnet hårdbund er opgjort i henhold til de tekniske anvisninger til det danske overvågningsprogram, NOVANA.

Egnet hård bund er defineret som substrat egnet til vækst af flerårige makroalger. Desuden er udbredelsen af den stabile hårde bund i procent af områdets samlede bundareal bestemt. For at kunne kortlægge vegetationen har fokus været på bundens totale dækningsgrad. Den totale

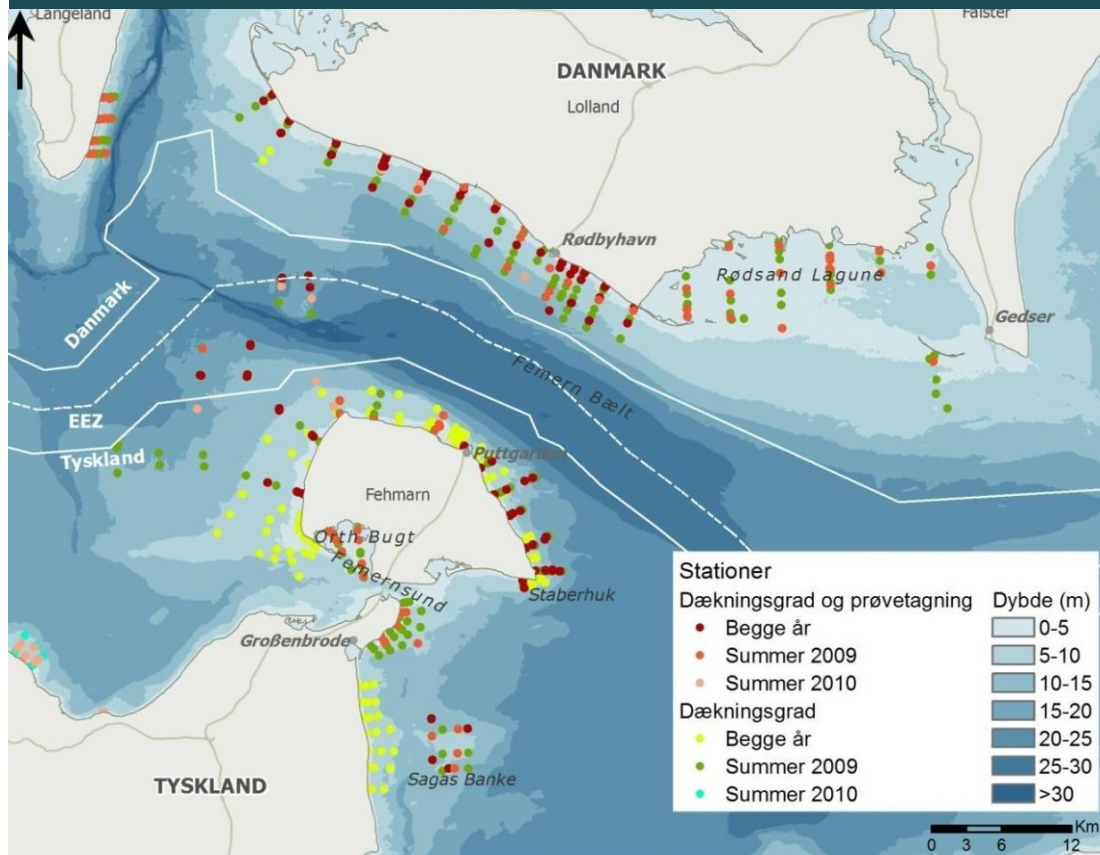
dækningsgrad er beregnet ud fra udbredelsen af egnet hård bund og vegetationens dækning af egnet hård bund.

Blomsterplanternes udbredelse er i 2009 undersøgt med video langs 11 transekter i Rødsandområdet og Orth Bugt. Derudover er dækningsgraden bestemt ved 79 dykkerobservationer, og på 31 stationer er skudtæthed, blad- og rhizom-biomassen (biomassen af jordstænglerne) bestemt. (tabel 10.1.6-2, figur 10.1.6-2). Luffoto er optaget i forsommeren 2009. Til støtte for fugleundersøgelserne er ålegræsset desuden undersøgt med video langs 16 transekter og 41 biomasseprøver er indsamlet i vinteren 2008 - 2009.

TABEL 10.1.6-1 Oversigt over makroalgeundersøgelser i Femern Bælt i 2009 og 2010

Undersøgelseskomponent	Antal i 2009	Antal i 2010	Replikater	Prøvetagningsfrekvens
Video transekter				Juni 2009 og 2010
Danmark	22	18	-	
Tyskland	30	29	-	
Total	52	47	-	
Dækningsgrad – total og nøglearter i område				Juni - august 2009 og 2010
Danmark	165	51	5	
Tyskland	192	84	5	
Total	357	135	5	
Biomasse/dækningsgrad arter i ramme				Juni - august 2009 og 2010
Danmark	59	50	5	
Tyskland	53	63	5	
Total	112	113	5	
Biomasse vinter-forår				November 2009 (kun Tyskland), januar (kun Danmark), marts, april, maj 2010
Danmark	-	24	3	
Tyskland	12	36	3	
Total	12	60	3	

FIGUR 10.1.6-1 Undersøgelsesområdet med position af prøvetagninger for dækningsgrad



Note: Figuren viser hvor dækningsgraden er bestemt af dykkere, og hvor der er indsamlet biomasseprøver

TABEL 10.1.6-2 Oversigt over undersøgelser af blomsterplanter i Femern Bælt i 2009 og 2010

Undersøgelseskomponent	Antal i 2009	Antal i 2010	Replikater	Prøvetagningsfrekvens
Video transekter				Juni 2009 og 2010
Danmark	6	-	-	
Tyskland	5	-	-	
Total	11	-	-	
Dækningsgrad – total og nøglearter i område				Juni - august 2009
Danmark	49	-	3	
Tyskland	30	-	3	
Total	79	-	3	
Biomasse/dækningsgrad arter i ramme				Juni - august 2009 og 2010
Danmark	17	-	3	
Tyskland	14	-	3	
Total	31	-	3	
Biomasse vinter-forår				November 2009 (kun Tyskland), marts, april, maj 2010
Danmark		18	2	
Tyskland	3	9	2	
Total	3	27	2	

Bundflorasamfund

På basis af statistiske samfundsanalyser af fordelingen af arterne og deres biomasse er vegetationen opdelt i samfund. Samfundene er defineret ved forekomst af karakteristiske nøglearter i området. Kun flerårige arter med en stabil forekomst er anvendt til at definere samfundene. De identificerede makroalgesamfund er sammenlignelige med historiske observationer af bundflorasamfund i den vestlige del af Østersøen. Opdelingen giver mulighed for at analysere effekterne af projektets belastninger på bundfloraen ud fra sårbarheden af de karakteristiske arter i samfundene. Detaljer vedrørende analysen er givet i baggrundsrapporten.

I alt er fem hård-bunds-makroalge-samfund og to blød-bunds-samfund bestående af blomsterplanter identificeret ved denne metode. De syv bundflorasamfund er angivet i tabel 10.1.6-3 med en beskrivelse af de vigtigste karakteristika. De flerårige bundflora-samfund er meget vigtige for det kystnære økosystem. De store, ofte forgreninger og strukturdannende arter har en lang levetid og danner derfor stabile habitater. De enkelte samfunds økologiske betydning og deres sårbarhed over for projektets belastninger er gennemgået i forbindelse med vurderingerne af virkningerne på bundflora (afsnit 12.7 Bundflora).

TABEL 10.1.6-3 Beskrivelse af de syv vegetationssamfund i Femern Bælt og tilstødende havområder

Bundflorassamfund	Vigtige karakteristika
Ålegræs	<p>Blomsterplanter Samfundet er karakteristisk for dybder mellem 1 - 5 m i beskyttede bugter og laguner, men findes også på lidt mere eksponerede kyster. Tætte, store ålegræs-populationer har en vigtig strukturerende rolle i det kystnære økosystem, hvor de danner levesteder for hvirvelløsedyr og fisk. Karakterarter: Ålegræs (<i>Zostera marina</i>) Ledsagearter: <i>Ruppia</i> sp., <i>Potamogeton</i>, <i>Tolypella nidifica</i>.</p>
Havgræs/dværgålegræs	<p>Blomsterplanter Havgræs/dværgålegræs-samfundet er udbredt på helt lavt vand (0,25 - 1,5 m), hvor det forekommer med lille tæthed og biomasse. Samfundet er begrænset til beskyttede lavvandede områder, som ikke er eksponeret for bølger og strøm i Rødsand Lagune og Orth Bugt. Karakterarter: Havgræs (<i>Ruppia cirrhosa</i> og/eller <i>Ruppia maritime</i>) og dværgålegræs (<i>Zostera noltii</i>). Ledsagearter: <i>Chara baltica</i>, <i>Tolypella nidifica</i>, <i>Potamogeton pectinatus</i>.</p>
Blæretang	<p>Makroalger Samfundet findes på hård bund på lavt vand (< ca. 5 m). Samfundet findes kun i mindre arealer inden for undersøgelsesområdet. Blæretang er en nøgleart i Kattegat-Østersøområdet. Det er den eneste store makroalgeart, der er udbredt langt ind i Østersøen, hvor den lave saltholdighed ellers udelukker forekomsten af mange arter. Karakterarter: Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>), savtang (<i>Fucus serratus</i>). Ledsagearter: <i>Ahnfeltia plicata</i>, <i>Polysiphonia fucoides</i>.</p>
Gaffeltang	<p>Makroalger Samfundet af langsomt voksende, flerårige rødalgearter danner stabile habitater på hård bund i lavvandede og mellemdebe områder (ned til ca. 10 m). I undersøgelsesområdet er forekomsten særlig stor langs Lollands sydkyst. Gaffeltang er vidt udbredt i Kattegat-Østersøområdet. Karakterarter: Gaffeltang (<i>Furcellaria lumbricalis</i>) Ledsagearter: <i>Fucus vesiculosus</i>, <i>Fucus serratus</i>, <i>Coccotylus/Phyllophora</i>, <i>Ceramium</i> sp.</p>
Ribbeblad	<p>Makroalger Samfundet findes på hård bund på dybt vand fra ca. 8 - 19 m. Samfundet er en blanding af arter og uden dominans af store, strukturdannende arter. Arterne af ribbeblad er gode til at udnytte svagt lys og danner tætte samfund på dybt vand. Karakterarter: Blodrød ribbeblad (<i>Delesseria sanguinea</i>), bugtet ribbeblad (<i>Phycodrys rubens</i>). Ledsagearter: <i>Coccotylus/Phyllophora</i>, <i>Membranoptera alata</i>, <i>Brongniartella byssoides</i>, <i>Cystoclonium purpureum</i>, <i>Rhodomela confervoides</i>.</p>
Sukkertang	<p>Makroalger Samfundet findes på omtrent samme dybder som ribbeblad-samfundet (12 - 19 m), og adskillelsen mellem de to samfund er ikke klar. Sukkertang er en høj, kraftig alge, der kan blive indtil flere meter. Den enkelte plante kan opbygge en stor biomasse selv på dybt vand, hvor lyset er svagt. I områder med høj saltholdighed gror arten på lavere vand, men i undersøgelsesområdet er den begrænset til de dybe, mest saltholdige områder. Karakterart: Sukkertang (<i>Saccharina latissima</i>). Ledsagearter: <i>Desmarestia aculeata</i>, <i>Polysiphonia stricta</i>, <i>Delesseria sanguinea</i>.</p>

TABEL 10.1.6-3 Beskrivelse af de syv vegetationssamfund i Femern Bælt og tilstødende havområder

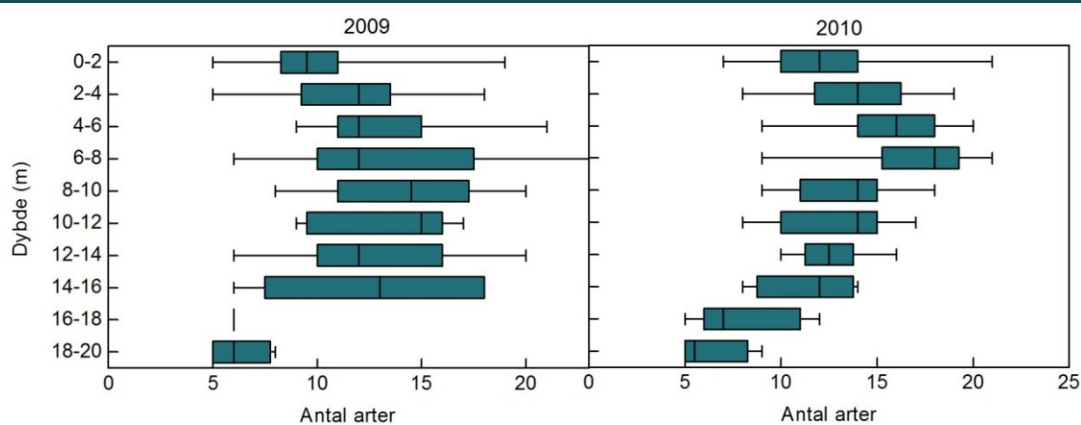
Bundflorassamfund	Vigtige karakteristika
Trådalger	<p>Makroalger Samfundet forekommer på lavt til dybt vand ofte i områder med mindre stabilt substrat.</p> <p>Karakterarter: Ingen egentlige karakterarter</p> <p>Ledsagearter: <i>Cladophora</i> sp., <i>Ceramium</i> sp., <i>Scytosiphon lomentaria</i>, <i>Dumontia contorta</i>.</p>

Note: Karakterarter er de arter i samfundet, der er mest dominerende og har givet navn til samfundet. Ledsagearter, er de andre arter, der også forekommer hyppigt i samfundene. Navne på ledsagearter er angivet på latin

Artsrigdom

I alt er der registreret 81 arter (eller slægter) af bundflora: Seks blomsterplanter, seks kransnålalger, 17 grønalger, 25 brunalger samt 27 rødalgearter. Makroalgernes artsrigdom er størst på mellemdybder mellem 6 - 16 m (figur 10.1.6-2). Lavest artsrigdom er fundet på dybt vand i Sukkertangs-samfundet. Størst artsrigdom er fundet på mellemdybderne i Gaffeltang- og Ribbeblads-samfundene.

FIGUR 10.1.6-2 Variationen i makroalgernes artsantal, angivet for 2 m's dybdeintervaller



Note: Lodrette linjer viser medianværdien, 50 pct. af værdierne ligger inden for boksene (25 - 75 pct. percentiler) og de vandrette linjer afgrænser 80 pct. af data (10 - 90 pct. percentiler)

Udbredelse og dækningsgrad

Den totale dækningsgrad af bundfloraen er bestemt på 357 stationer i 2009 og 135 stationer i 2010, i Femern Bælt og tilstødende vandområder. På basis af sammenhænge mellem den totale dækningsgrad og de vigtigste forklarende fysiske og kemiske faktorer er bundfloraens dækningsgrad i hele området derefter modelleret. Detaljer vedrørende analyserne er givet i baggrundsrapporten. En analyse af data indsamlet i 2009 viser, at de vigtigste forklarende faktorer for makroalgernes totale dækningsgrad er tilstedeværelsen af egnet hård bund, vanddybde, forskydningsspændingen over bunden, bundens hældning og vandets klarhed. For ålegræs er de vigtigste forklarende faktorer vanddybde, forskydningsspændingen over bunden og den gennemsnitlige strømhastighed.

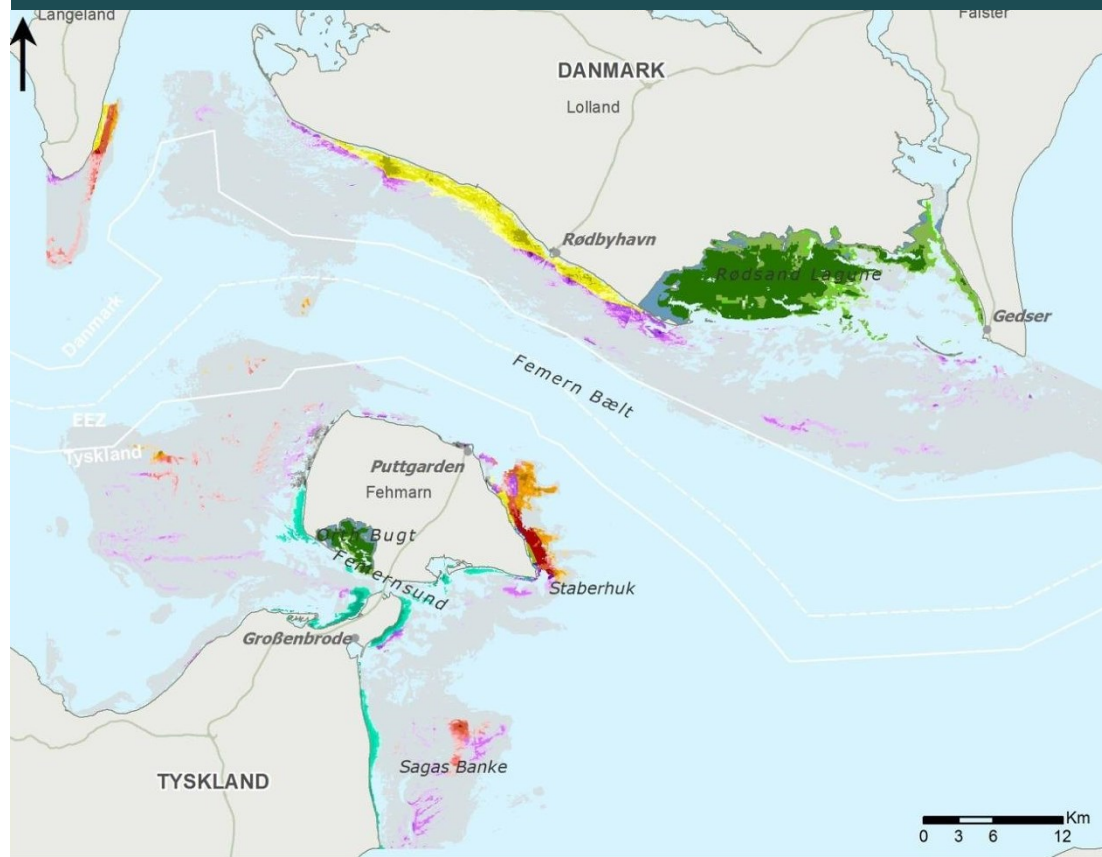
Den geografiske fordeling af plantesamfundene er afgrænset ud fra viden om forekomst af samfundene udledt af data fra indsamlingsstationerne og luftfoto. Det estimerede samlede areal af de enkelte samfund er angivet i tabel 10.1.6-4, mens den geografiske fordeling fremgår af figur 10.1.6-3.

TABEL 10.1.6-4 Oversigt over de syv bundflora-samfund i Femern Bælt og de nærliggende havområder

Bundflorassamfund	Estimeret areal (ha)	Dybde-udbredelse	Total dækningsgrad		
			Pct.	95 pct. konf.	Antal stationer
Ålegræs	12.100	1 - 5 m	-	-	-
Rødsand Lagune	-	-	32,0	±9,8	48
Orth Bugt	-	-	53,8	±14,5	28
Großenbrode	-	-	59,1	±16,9	6
Havgræs/ dværgålegræs	1.800	0,25-1,5 m	-	-	-
Blæretang	590	1 - 5 m	51,6	±12,5	18
Gaffeltang	3.900	2 - 8 m	49,5	±3,1	52
Ribbeblad	3.100	8 - 19 m	48,7	±7,5	45
Sukkertang	1.200	12 - 19 m	36,6	±9,2	9
Trådalger	7.200	Alle dybder	31,0	±4,2	139

Note: Tabellen viser det estimerede areal, dybdeudbredelse og gennemsnitlig totale dækningsgrad baseret på data fra kortlægningen i 2009. Antal stationer, der indgår i analysen, og 95 pct. konfidensgrænser (konf.) er angivet

FIGUR 10.1.6-3 Geografisk fordeling og dækningsgrad af bundflorasamfund i Femern Bælt og tilstødende vandområder



Bundvegetationssamfund	Blæretang: 15-25%	Sukkertang: 15-25%
Samfund: dækningsgrad	Blæretang: 25-50%	Sukkertang: 25-50%
Ålegræs: 10-15%	Blæretang: 50-100%	Sukkertang: 50-100%
Ålegræs: 15-25%	Gaffeltang: 10-15%	Havgræs/dwærgålegræs: 50-100%
Ålegræs: 25-50%	Gaffeltang: 15-25%	Trådalger: 10-15%
Ålegræs: 50-100%	Gaffeltang: 25-50%	Trådalger: 15-25%
Ålegræs/alge: 10-15%	Gaffeltang: 50-100%	Trådalger: 25-50%
Ålegræs/alge: 15-25%	Ribbeblad: 10-15%	Trådalger: 50-100%
Ålegræs/alge: 25-50%	Ribbeblad: 15-25%	Bundvegetation: 1-10%
Ålegræs/alge: 50-100%	Ribbeblad: 25-50%	Bundvegetation: 0-1%
Blæretang: 10-15%	Ribbeblad: 50-100%	
	Sukkertang: 10-15%	

Note: Vedrørende metode: Se tekst

Makroalger

Langs Lollands kyst er vegetationen domineret af Gaffeltang- og Trådalge-samfundene. Dækningsgraden af disse to samfund er her oftest 15 - 50 pct. Kun i områder med større forekomst af hård bund overstiger dækningsgraden 50 pct.

På Langeland Rev er Gaffeltang- og Ribbeblad-samfundene den dominerende vegetation. Kun ved vegetationens dybdegrænse findes der et smalt bælte af Sukkertang-samfundet. Algernes dækningsgrad er mellem 25 - 50 pct.

Langs nordkysten af Fehmarn, vest for Puttgarden, er dækningsgraden af vegetation lille på grund af mangel på hård bund. Sten findes dog i en smal stribe langs hele kysten. I nogle af disse stenede områder findes Blæretang-samfundet. Det gælder et lille område 0,5 km vest for Puttgarden havn og et større område på vestkysten af Fehmarn ca. 10 km vest for linjeføringen.

Langs østkysten af Fehmarn findes et større område med meget hård bund (Staberhuk). I de lavvandede områder er Trådalge-samfundet dominerende sammen med enkelte pletter domineret af Blæretang. Gaffeltang-samfund er fundet på mellemdybder, mens Ribbeblad- og Sukkertang-samfund forekommer med høje dækningsgrader på dybt vand.

Langs vestkysten af Fehmarn er forekomsten af hård bund mere sporadisk. I de dybere områder er bunden domineret af trådalger, som især er knyttet til de blåmuslingebanker, som er udbredte her. På vanddybder mindre end 8 - 10 m dækker Ribbeblad- og Sukkertang-samfund de sporadisk forekommende sten. Blæretang-samfundet har den højeste observerede dækningsgrad (25 - 50 pct.), men det findes kun i begrænsede områder.

I den dybe del af undersøgelsesområdet er de fleste områder domineret af sand og silt og derfor uegnede for hård-bundsvegetation. Kun i den vestlige del af området, i Kiel Bugt, findes spredte sten, hvorpå der gror Ribbeblad- og Sukkertang-samfund ned til omkring 20 - 21 m. De samlede observerede dækningsgrader overstiger dog ikke 25 pct. på grund af mangel på egnet hård bund.

På Sagasbank, ca. 10 km sydøst for Fehmarn, findes der alge-samfund knyttet til de spredte sten/stenrev. Vegetationen udgøres af Ribbeblad- og Trådalge-samfundene. I den centrale del af området er der observeret dækningsgrader på op til 50 pct.

Dybdegrænser for makroalgerne er 26 m ud for Langeland, 20 m i Femern Bælt, 19 m i nogle dele af vestkysten af Fehmarn og 17 - 19 m ved Staberhuk. I disse områder er dybdegrænsen sandsynligvis bestemt af lys. I andre områder er dybdegrænsen på meget lavere vand: Mellem 10 - 14 m langs Lollands kyst, 8 - 10 m ved nordvestkysten af Fehmarn, 10 m ved Großenbrode og 10 - 16 m på Sagasbank. I disse områder er den nedre dybdegrænse ikke bestemt af lys, men af tilgængeligheden af egnet substrat.

Blomsterplanter

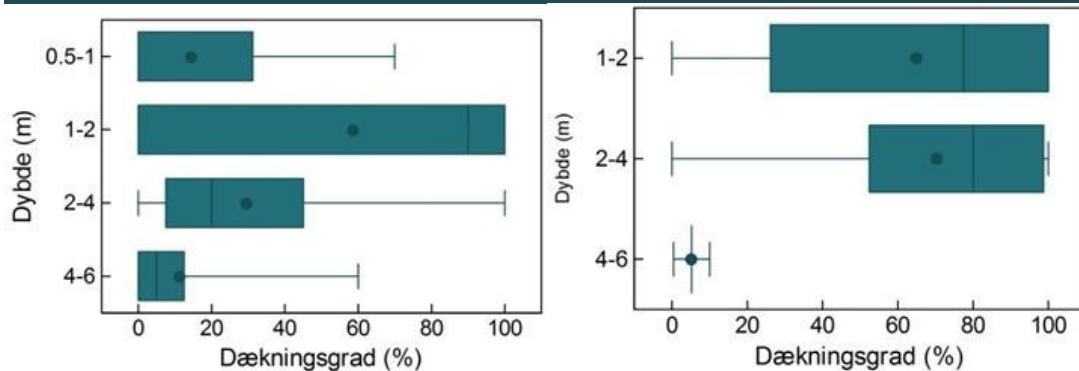
Ålegræs- og havgræs/dværgålegræs-samfundene findes på den bløde bund i Rødsand Lagune og Orth Bugt. Ålegræs-samfundet findes også uden for de beskyttede bugter. Langs den vestlige del af Lollands kyst findes der små, meget spredte områder. Langs den tyske kyst ses større ålegræs-områder syd og sydvest for Fehmarn, sydøst og sydvest for Fehmarnsund og syd for Großenbrode. I disse områder er bunden en kombination af blød og hård bund, og der forekommer både ålegræs og makroalger. Samfundet har i disse områder dækningsgrader på 25 - 50 pct. Ålegræs-samfundet er også fundet i små pletter langs nordkysten af Fehmarn.

I Rødsand Lagune er ålegræs-samfundet udbredt på dybder under 6 m. Ålegræs er den dominerende art i samfundet i det meste af det vegetationsdækkede areal. Arten er især udbredt i den vestlige mere lavvandede del af lagunen, da lyset begrænser dens udbredelse i den østlige dybe del af lagunen. Dækningsgraden er størst mellem 1 - 2 m og aftagende ned til dybdegrænsen. Den gennemsnitlige dybdeudbredelse er 4,5 m.

I Orth Bugt er vanddybden næsten overalt mindre end 4 m. Ålegræs-samfundet er derfor vidt udbredt. Dækningen er højest i dybdeintervallet 2 - 4 m (figur 10.1.6-4). Den gennemsnitlige dybdeudbredelse er 4,5 - 4,8 m.

Der findes kun få historiske data for ålegræssets dybdeudbredelse. I Rødsand Lagune blev dybdegrænsen bestemt til 5 m i 1995 og 3,6 m i 2007. Sydøst for Fehmarn (ved Burg) blev ålegræssets dybdegrænse bestemt til 6,2 m og vest for Fehmarn (ved Wallnau) 4,9 m i 2006. Umiddelbart uden for undersøgelsesområdet, i Nakskov Fjord, varierede dybdegrænsen mellem 3,1 m og 5,6 m i årene 1989 - 1997. Den store variation peger på, at dybdegrænsen naturligt kan udvise relativt store år-til-år variationer, f.eks. som følge af variationer i lysindstråling eller ophvirvlen af sedimentet i vandet.

FIGUR 10.1.6-4 Den vertikale udbredelse af ålegræs i Rødsand Lagune (til venstre) og Orth Bugt (til højre) i sommeren 2009



Sorte cirkler viser den gennemsnitlige dækningsgrad i intervallet, vertikale linjer medianværdier, boksene afgrænser 50 pct. af data (25 - 75 pct. percentiler) og horisontale linjer afgrænser 80 pct. af data (10 - 90 pct. percentiler)

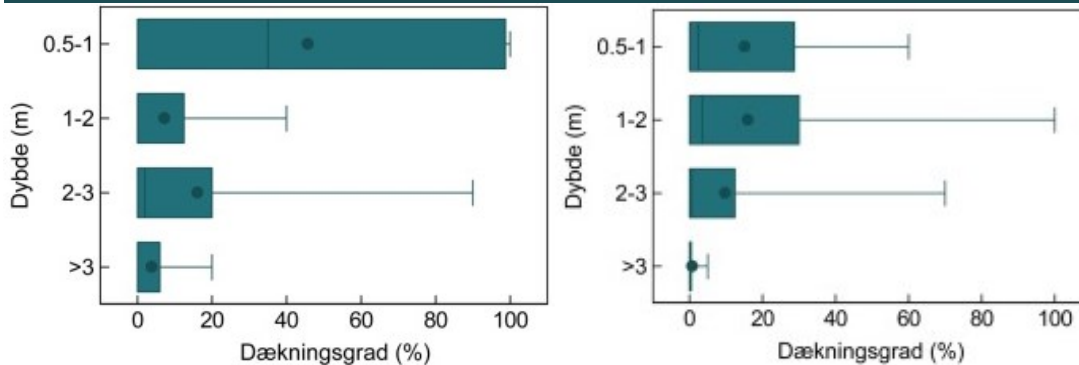
Spredt blandt ålegræsset i de to beskyttede områder forekommer der også andre blomsterplanter, der især er hyppigt forekomne på det lave vand. Der er fundet to arter af havgræs: Langstillet havgræs (*Ruppia cirrhosa*) og på en station almindelig havgræs (*Ruppia maritima*). Havgræs i Rødsand Lagune findes hovedsageligt på de laveste vanddybder mellem 0,5 - 1 m's dybde, og dækningsgraden på dybder større end 2 m er meget lille (figur 10.1.6-5 og 10.1.6-6). Forekomsten er meget spredt og dækningsgraden mellem 0 - 100 pct. I Orth Bugt forekommer havgræs mellem 0,5 - 2,2 m. Den maksimale dækningsgrad er 65 pct.

Vandaks findes på mellem 0,6 - 3 m's dybde i Rødsand Lagune (figur 10.1.6-7). Arten forekommer spredt med dækningsgrader på mellem 0 - 100 pct. I Orth Bugt findes vandaks med dækningsgrad på op til 45 pct. på mellem 0,5 - 1,8 m's dybde.

De enkelte arter af blomsterplanter kan ikke skelnes på luffoto, og da vegetationsundersøgelserne viser, at de forekommer blandet og ikke i veldefinerede områder af enkelt arter, kan arealet af de enkelte blomsterplanter ikke bestemmes via luffotografering. Ålegræs er dog, på nær på det lave vand, den art, der har langt den hyppigste forekomst, største dækningsgrad og biomasse på den bløde bund i området. De øvrige arter af blomsterplanter forekommer spredt og/eller med lille biomasse imellem ålegræsset. Ålegræssamfundet er på baggrund af flyfoto og vegetationsundersøgelserne vurderet til at dække et område på 12.100 ha (tabel 10.1.6-4).

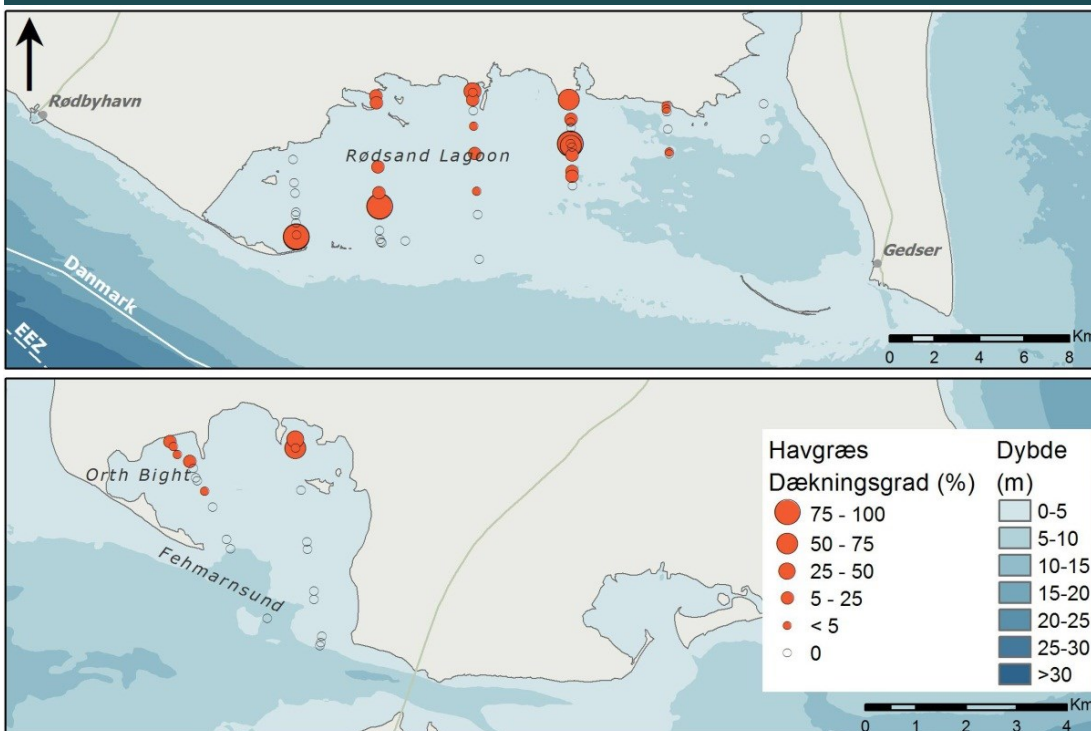
Blomsterplante-samfundet på det lave vand, havgræs/dværg ålegræs-samfundet, er vurderet til dække et område på ca. 1.800 ha (tabel 10.1.6-4).

FIGUR 10.1.6-5 Den vertikale udbredelse af havgræs (til venstre) og vandaks (til højre) i Rødsand Lagune i sommeren 2009

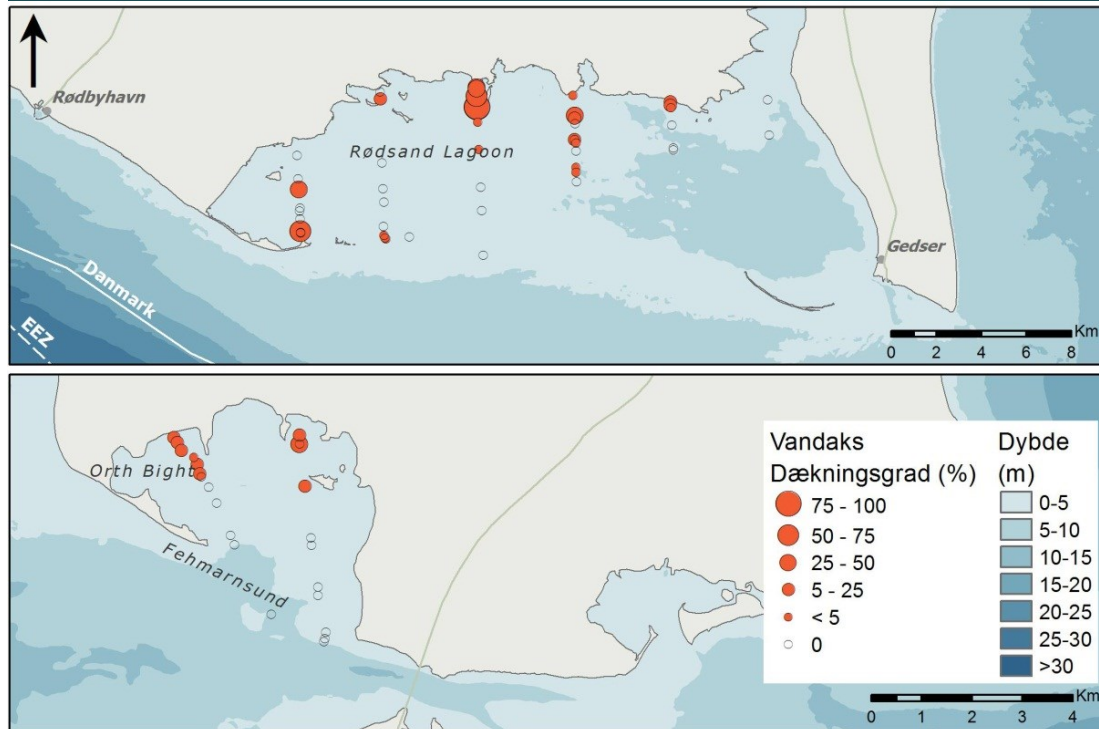


Note: Sorte cirkler viser den gennemsnitlige dækningsgrad i intervallet, vertikale linjer medianværdier, boksene afgrænser 50 pct. af data (25 - 75 pct. percentiler), og horisontale linjer afgrænser 80 pct. af data (10 - 90 pct. percentiler)

FIGUR 10.1.6-6 Dækningsgraden af havgræs i Rødsand Lagune (øverst) og Orth bugt (nederst) i sommeren 2009



FIGUR 10.1.6-7 Dækningsgraden af vandaks i Rødsand Lagune (øverset) og Orth bugt (nederst) i sommeren 2009



Biomasse

Makroalger

Makroalgernes biomasse varierer mest på det lave vand, hvor der er høj grad af fysiske forstyrrelser. På trods af at den rumlige variation falder med dybden, er der store variationer i biomassen på en given dybde, men uanset denne variation er der med dybden en markant nedgang i den maksimalt opnåelige biomasse (figur 10.1.6-8). Den øvre grænse for biomassen vil, på dybder, hvor lyset er en væsentlig regulerende faktor, være bestemt af tilgængeligheden af lys.

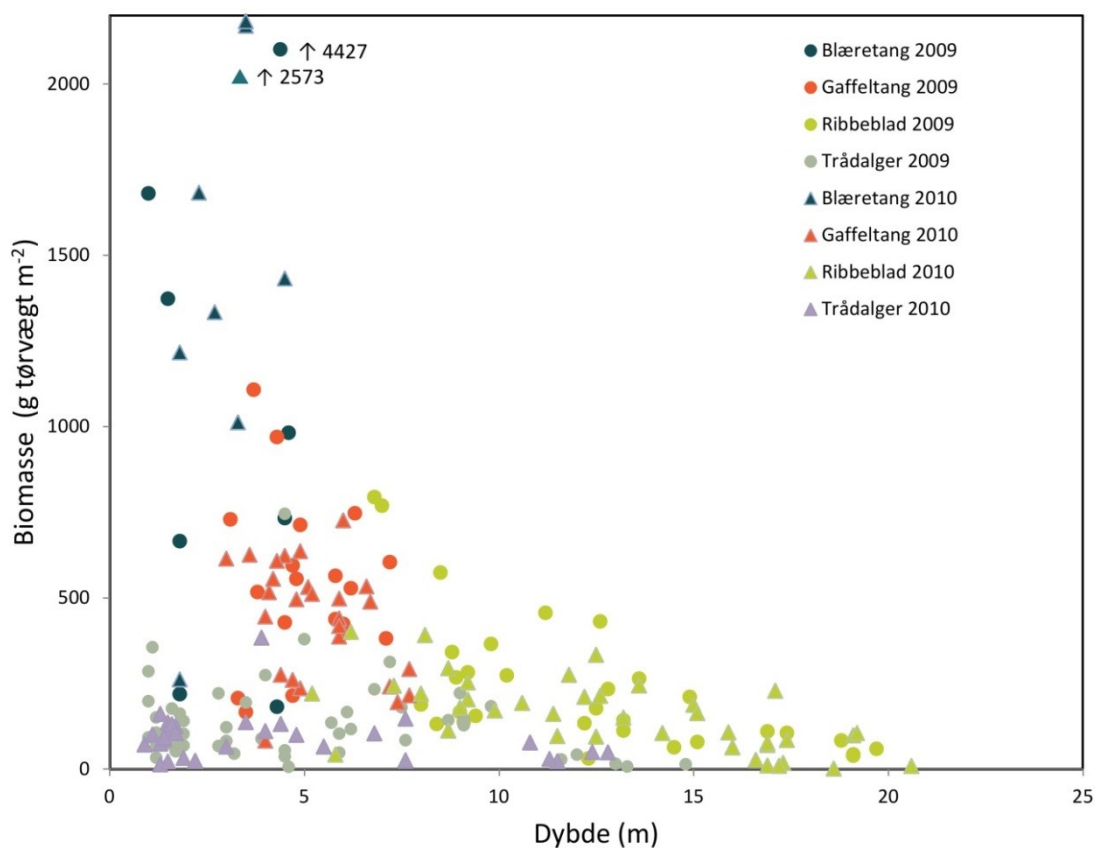
Den faldende øvre grænse for makroalgernes biomasse med dybden kan forklare forskellen i den gennemsnitlige biomasse af de dominerende samfund (figur 10.1.6-8, tabel 10.1.6-5). Blæretang-samfundet vokser på lavt vand, hvor lyset stort set ikke begrænser fotosyntese og vækst, og samfundet har en meget høj gennemsnitlig biomasse. Gaffeltang-samfundet vokser på mellem-dybder, hvor lyset delvist begrænser fotosyntesen, og samfundet har den næsthøjeste gennemsnitlige biomasse. Ribbeblad- og Sukkertang-samfundene gror dybt, hvor den relative lave mængde lys reducerer fotosyntesen, og disse samfund har den laveste gennemsnitlige biomasse.

TABEL 10.1.6-5 Makroalgесamfundenes gennemsnitlige biomasse i undersøgelsesområdet i 2009

Bundflorassamfund	Biomasse, total gennemsnit		
	g m ²	95 pct. konf.	Antal stationer
Blæretang	1.282.6	±950.4	8
Gaffeltang	549.3	±114.3	18
Ribbeblad	295.4	±112.3	16
Sukkertang	166.7	±67.1	15
Trådalger	136.9	±33.4	52

Note: Antal stationer og 95 pct. konfidensgrænser (konf.) er angivet. Samme fordeling af biomasse mellem samfundene er observeret i 2010

FIGUR 10.1.6-8 Bundflorassamfundenes gennemsnitlige biomasse på stationerne undersøgt i 2009 og 2010



Blomsterplanter

TABEL 10.1.6-6 Gennemsnitlig forekomst af ålegræsbiomasse (\pm 95 pct. konfidensgrænse)

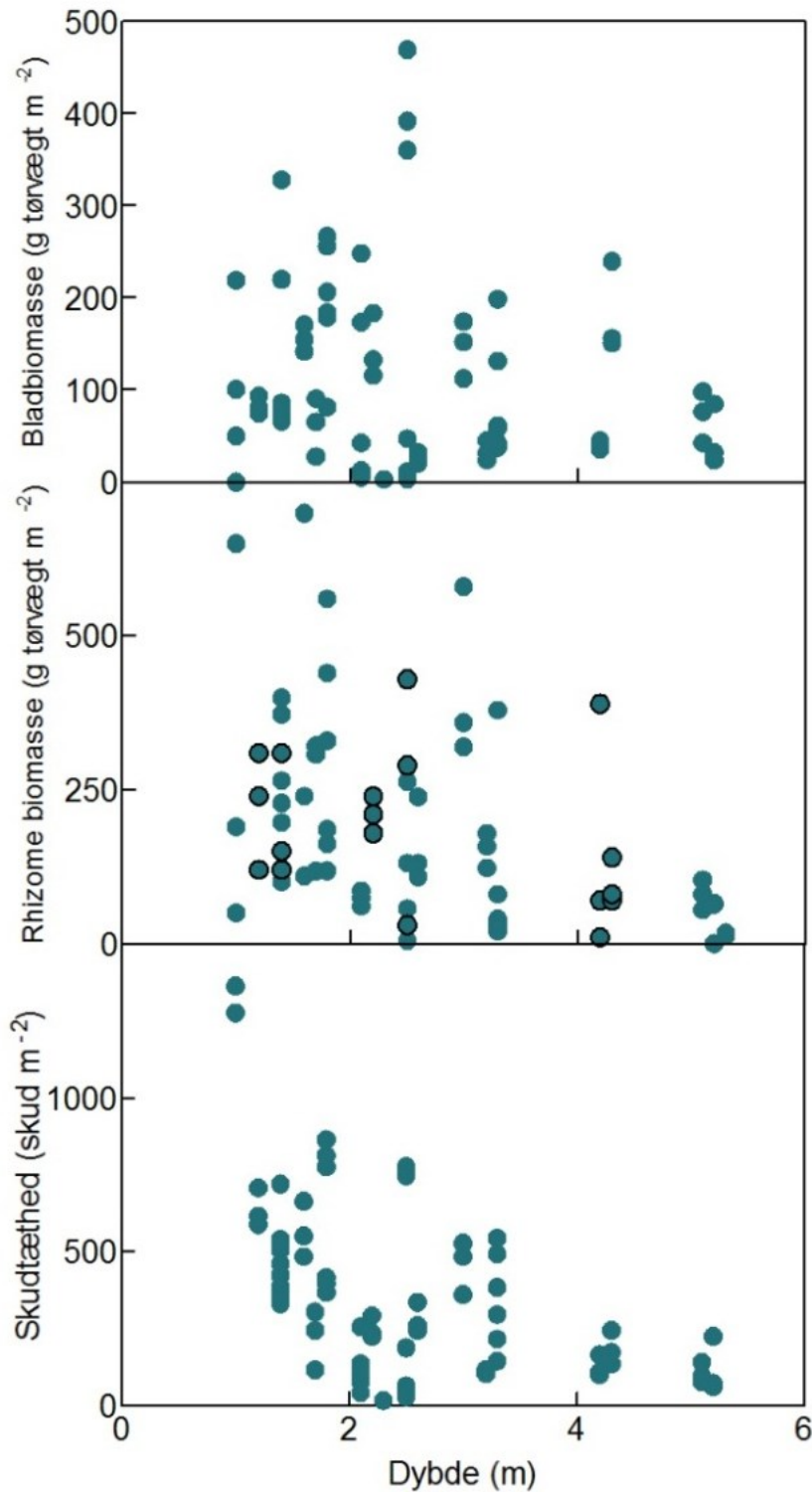
Bundflorassamfund	Biomasse, total gennemsnit		
	g tørvægt m ²	95 pct. konf.	Antal stationer
Ålegræs			
Rødsand Lagune	160,4	\pm 88,1	17
Orth Bugt	294,7	\pm 157,5	8
Großenbrode	413,4	\pm 162,3	6

Note: Biomasse = (blad + rhizom) og antal stationer for prøveindsamling i Rødsand Lagune, Orth Bugt og Großenbrode i 2009

Ålegræssets biomasse på stationerne i Rødsand Lagune er lavere end i Orth Bugt og Großenbrode (tabel 10.1.6-6), men svarer til tidligere rapporter om ålegræsbiomasse fra Rødsand Lagune.

De observerede bladbiomasser viser ikke en entydig sammenhæng med dybden (figur 10.1.6-9). Derimod faldt rhizom-biomassen og skudtætheden signifikant med dybden. Dybden forklarer dog kun 18 pct. af variationen i rhizom-biomassen, der er størst på lavt vand, og mindst og mindre variabel på dybt vand. Skudtætheden viser en tendens til en faldende maksimal tæthed fra ca. 1 m's dybde til dybdegrænsen.

FIGUR 10.1.6-9 Ålegræssets bladbiomasse, rhizom-biomasse og skudtæthed som funktion af dybden



Note: Data fra alle områder er inkluderet

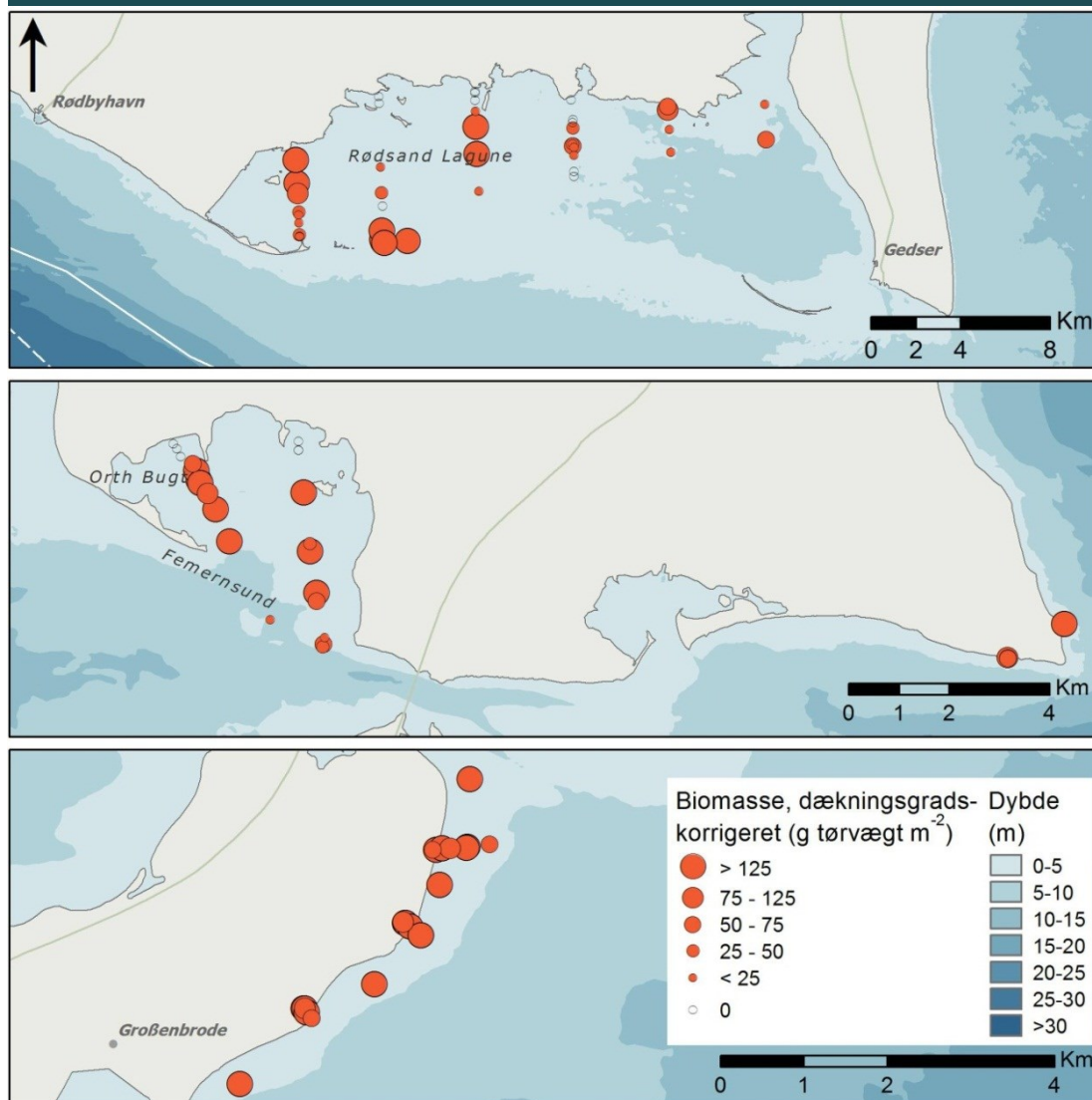
Andre blomsterplanter og alger forekommer spredt og/eller med lille biomasse på den bløde bund. Langstilket havgræs forekommer med meget små biomasser (op til 16,3 g tørvægt m^{-2}). Almindelig havgræs er kun fundet et sted i Orth Bugt med en meget lille biomasse på < 1 g tørvægt m^{-2} . Dværgålegræs forekommer på i alt seks stationer med biomasser mellem 0,05 - 54,4

g tørvægt m^{-2} . Vandaks forekommer med biomasser op til $75,3 \text{ g tørvægt } m^{-2}$ i Rødsand Lagune og op til $20,4 \text{ g tørvægt } m^{-2}$. Desuden er der fundet stillet vandkrans og flere arter af kransnålalger i meget lave biomasser.

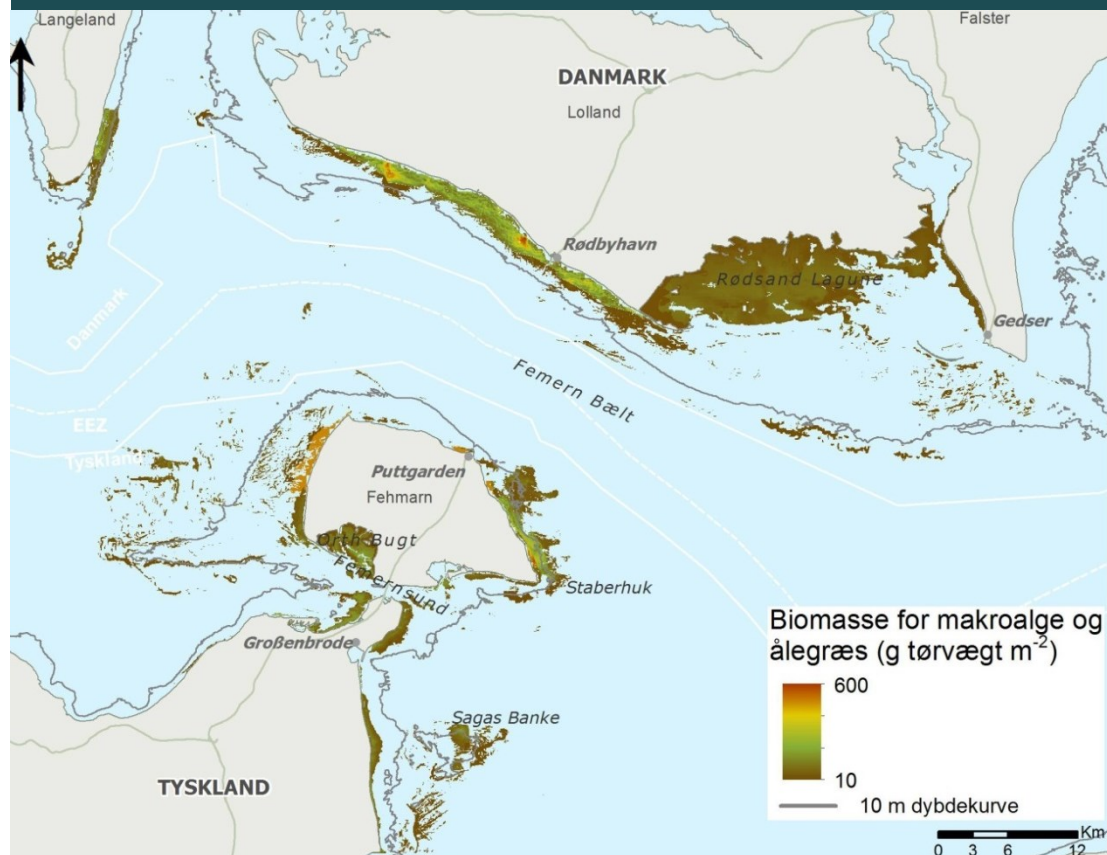
Kortlægning af vegetationens biomasse

Den gennemsnitlige biomasse i undersøgelsesområdet kan beregnes ved at gange biomassen i veletableret vegetation med dækningsgraden på stationen. Denne biomasse kaldes den dækningsgrads-korrigerede biomasse. Makroalgernes dækningsgradskorrigerede biomasse er mellem $0,01 - 1.394 \text{ g tørvægt } m^{-2}$ (gennemsnit ± 95 pct. konfidensgrænse er: $132 \pm 41,7 \text{ g tørvægt } m^{-2}$) for sommeren 2009. Ålegræssets dækningsgradskorrigerede bladbiomasse er mellem $0 - 407,1 \text{ g tørvægt } m^{-2}$ (gennemsnit ± 95 pct. konfidensgrænse er: $87,2 \pm 34,4 \text{ g tørvægt } m^{-2}$, figur 10.1.6-10). Sammenhænge mellem dækningsgrad og dækningsgrads-korrigeret biomasse for makroalge-samfundene og ålegræs er anvendt til at kortlægge den geografiske fordeling af biomassen (figur 10.1.6-10 og 10.1.6-11).

FIGUR 10.1.6-10 Dækningsgradskorrigeret-bladbiomasse af ålegræs på stationer i Rødsand Lagune (øverst), Orth Bugt (midt) og Großenbrode (nederst)



FIGUR 10.1.6-11 Dækningsgradskorrigeret biomasse af bundflorabundflora i undersøgelsesområdet



Note: Figuren er baseret på data for den modellerede dækningsgrad (figur 10.1.6-4) og sammenhænge mellem dækningsgrad og dækningsgradskorrigerede bladbiomasser (bladbiomasse for ålegræs)

Sæsonmæssige og år til år variation

Ålegræs- og Gaffeltang-samfundene er karakteriseret af flerårige arter med høj biomasse. I begge samfund steg den dækningsgradskorrigerede biomasse fra forårs- til sommermånederne. Ribbeblad, Sukkertang- og Trådalge-samfundene har samme tendens, men med større variation i biomasserne.

Biomassen og skudtætheden af ålegræs er som forventet størst i sommersæsonen. Om sommeren er den gennemsnitlige bladbiomasse ca. tre gange højere end den gennemsnitlige biomasse fundet i løbet af efteråret og vinteren 2008 - 2009. Rhizom-biomassen er cirka fire gange højere om sommeren. Den gennemsnitlige skudtæthed er også højest i sommermånederne, selvom fundet af mange små skud i Rødsand om vinteren medfører, at forskellens middelværdier for sommer og vinter er lille i dette område.

Beskyttede arter og habitater

Den store betydning, de flerårige bundflora-samfund har for økosystemet i Østersøområdet, afspejles i forskellige internationale og nationale retningslinjer og lovgivninger. En række nøglearter i samfundene samt de levesteder, de danner, er rødlistet i HELCOM (HELCOM 2007). Habitatdirektivet inkluderer desuden ålegræs, havgræs og dværg-ålegræs som karakteristisk arter for forskellige naturtyper.

Der er ingen bundflora-arter, der er beskyttet af habitatdirektivets bilag IV eller den danske rødliste.

Tysk rødliste

Af de 81 arter, der er observeret i forbindelse med undersøgelserne i 2009 og 2010, har 15 makroalgearter og otte af arterne på den bløde bund en beskyttelsesstatus ifølge den tyske rødliste.

Naturbeskyttelseslov i Tyskland § 30

Den tyske naturbeskyttelseslov § 30 omfatter såvel marine biotoper på land som i det marine område. I undersøgelsesområdet findes følgende § 30-biotoper: Ålegræsbede og andre makroalgebevoksninger, rev, sublittorale sandbanker og artsrige områder i kyst- og ikke-kystnære vande med groft sediment af bl.a. grus og skaller.

Ifølge loven må disse biotoper ikke ødelægges eller forstyrres signifikant. Når vegetationen er en dominerende del af disse biotoper, er de beskyttede. Alle flerårige bundflora-samfund på den tyske side med en middel til høj dækningsgrad er derfor beskyttede.

10.1.7 Bundfauna

Bundfauna er en vigtig del af det marine økosystem. Bundfaunaen fungerer som et centralt led mellem primærproducenter (algerne) og de højere niveauer i fødekæden, så som fisk og fugle, og er derfor vigtige for recirkuleringen og omsætningen af næringsstoffer og organisk stof. I lavvandede områder er bundfaunaen meget produktiv og kan forekomme i meget store biomasser.

Bundfauna er alle hvirvelløse dyr større end 1 mm. De opdeles generelt i to grupper: Infauna (fauna = dyr), der lever i sedimentet og epifauna, som lever på toppen af sediment, på selve havbunden, på vegetation, på muslinger osv. Inden for hver gruppe findes arter med forskellige fødesøgningsstrategier: Planteædere, der lever af makroalger eller faste algebelægninger, suspensionsædere, der ernærer sig af fødepartikler i vandet, sedimentædere, der udnytter det organiske materiale i sedimentet, og rovdyr, der lever af andre bundlevende dyr.

Udover at være et vigtigt link mellem de trofiske niveauer kan bundfauna, især blåmuslinger (*Mytilus edulis*), fungere som biogene rev. Her danner muslingerne substrat for makrolager, andre bundfauna og små fisk. Bundfaunaen kan desuden fungere som økosystemingeniører, hvor de ændrer, opretholder eller/og danner nye habitater for andre organismer ved at bioturbere (omrøre sedimentet) og tilføje ilt til ellers iltfrie sedimenter.

Blåmuslinger er den primære fødekilde for mange fugle i Femern Bælt og er dermed vigtige i forbindelse med de efterfølgende fuglevurderinger. Der har derfor i forbindelse med kortlægningen af bundfaunaen i Femern Bælt været ekstra fokus på blåmuslinger.

Bundfaunaen i Østersøen, og herunder i Femern Bælt, er påvirket af de ændringer der er sket i Østersøen som følge af menneskeskabte belastninger, hvor eksisterende belastninger med næringsstoffer og miljøfremmede stoffer og fiskeriets påvirkninger anses som de væsentligste. Betragtes den marine bundfauna i Femern Bælt specifikt, vurderes stenfiskeriet i det 19. og 20. århundrede at have reduceret områder med egentlige stenrev til under 10 pct. af det oprindelige areal, med en stor virkning på bundfaunaens sammensætning og fordeling i området.

Eutrofieringen og den deraf øgede aflejring af iltforbrugende organisk materiale på havbunden er en belastning, der især har påvirket artsdiversiteten og arter med en længere livscyklus, der er længe om at reetablere sig efter iltsvind.

Havneanlæg og vindmølleparker har beslaglagt arealer med bundfaunahabitater men har også tilført området nye bundfaunasamfund, som er tilpasset de nye revlignende strukturer.

Lokal sandindvinding, klapning af sedimenter og fiskeri med bundslæbende redskaber vurderes også at være eksisterende belastninger. Disse aktiviteter fører primært til midlertidige virkninger på bundfaunaen. I områder med hyppige påvirkninger kan der også være tale om mere grundlæggende ændringer i bundfaunaen med afledte virkninger på de marinbiologiske forhold også i tilstødende havområder.

De eksisterende belastninger udgør en vigtig del af forudsætningerne for de eksisterende forhold, og indgår således i VVM-processen, når virkningerne af Femern Bælt-forbindelsen vurderes, og projektets optimering og afværgeforanstaltninger fastlægges med henblik på samlet set ikke at forringe bundfaunaens tilstand og vigtige rolle i det marine økosystem i Femern Bælt.

For at kortlægge de eksisterende forhold for bundfauna er der gennemført en undersøgelse af bundfaunaen i Femern Bælt og de tilstødende vandområder. Formålet med kortlægningen er at give et solidt grundlag for at forudsige Femern Bælt-forbindelsens virkninger på bundfaunaen og senere at vurdere udviklingen i bundfaunasamfundene som følge af etableringen af Femern Bælt-forbindelsen.

Undersøgelserne har kortlagt udbredelse, artssammensætning, biodiversitet, individtæthed og biomasse for de marine bundfaunasamfund. Omfang og metoder af undersøgelserne er fastlagt i Scoping-rapporten.

For en deltaljeret beskrivelse af de eksisterende forhold på bundfauna henvises til:

- FEMA (2013): Marine Biology – Baseline. , Benthic fauna of the Fehmarnbelt Area. Doc. E2TR0020 Vol. II

Datagrundlag og metode

Kortlægningen af bundfaunaen i Femern Bælt er sket på basis af feltundersøgelser af epi- og infauna og blåmuslinger i 2008 (kun muslinger), 2009 samt 2010, suppleret med eksisterende og historiske data fra lokale monitoringsprogrammer og videnskabelige studier. Der er også i forbindelse med feltundersøgelserne taget en lang række luftfoto, som har været brugt i forbindelse med beskrivelsen af de eksisterende forhold. I forbindelse med beskrivelsen af bundfaunasamfundene, har luftfotos understøttet beskrivelsen af udbredelsen af bundfaunasamfundene på lavt vand især i områder, hvor baggrundsdata har været mindre dækkende.

Feltundersøgelser blev opdelt i to dele: Undersøgelser af in- og epifauna og undersøgelser af blåmuslinger. Antallet af indsamlede prøver i henholdsvis 2009 og 2010 fremgår af tabel 10.1.7-1, og stationernes placering er vist i figur 10.1.7-1. I alt er der indsamlet 386 faunaprøver og 263 sedimentprøver fra 327 stationer fordelt over Femern Bælt og de tilstødende havområder på lavt og dybt vand. Faunaprøverne blev analyseret for antal af arter, tæthed og biomasse. Biomassen er angivet som askefri tørvægt (for muslingerne med skal).

På grund af vanddybde og forskelle i sediment var det ikke muligt at bruge samme metode ved indsamlingen. Prøverne på lavt vand blev taget med en Kautskyramme, mens prøverne på dybt vand blev taget med en Van-Veen grab. De to metoder er sammenlignet på basis af kvantitative og kvalitative prøver indsamlet samme sted med hver sin prøvetagningsmetode. Statistiske analyser viste, at de to prøvetagningsmetoder ikke giver signifikante forskelle for artsrigdom og tæthed, og resultaterne fra dybt og lavt vand er derfor sammenlignelige. Prøvetagning fandt sted tidlig sommer og i efteråret. Der blev indsamlet sedimentprøver i forbindelse med prøvetagninger på lavt og dybt vand i 2009 på i alt 263 stationer.

Der blev indsamlet sediment med grab i forbindelse med prøvetagninger af infauna og epifauna på dybt vand.

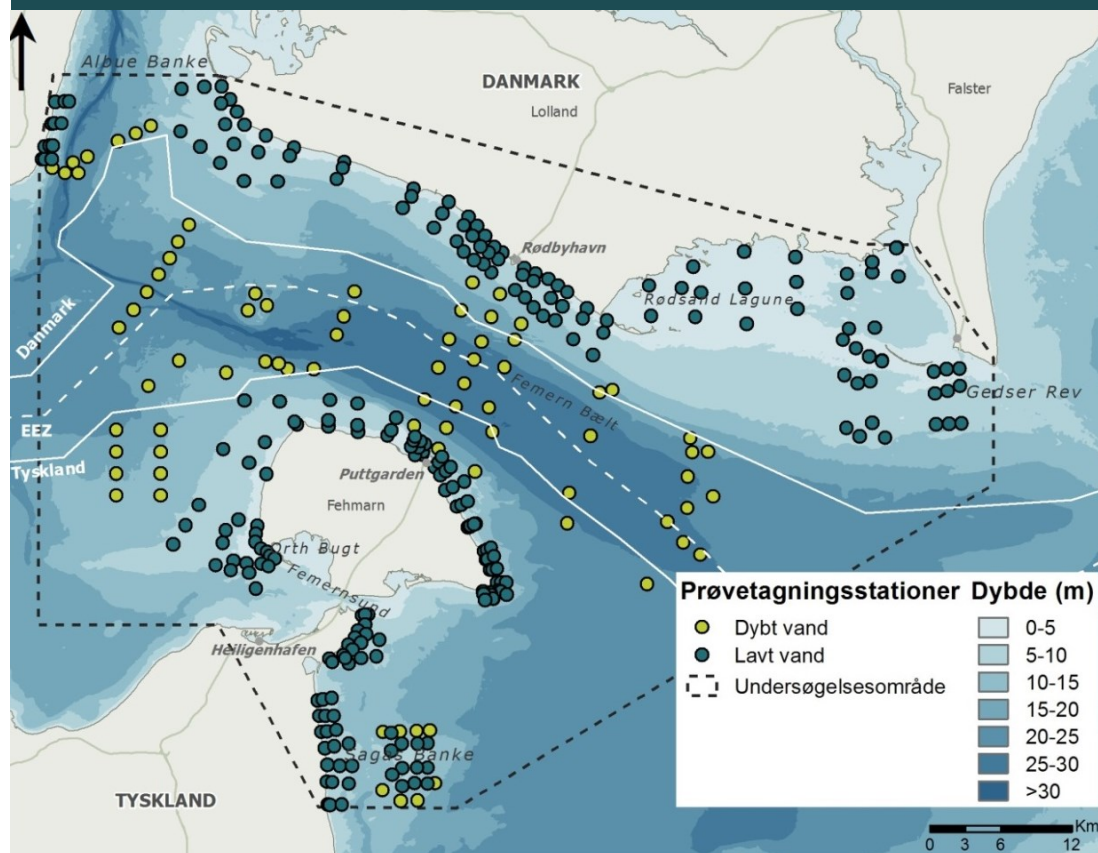
Biomassen af blåmuslinger dominerer meget i de lavvandede områder i Femern Bælt og findes meget ujævnt fordelt i undersøgelsesområdet. For at sikre en fyldestgørende prøvetagning af muslinger, blev in- og epifauna-prøvetagningen suppleret med en særlig indsamling af blåmuslingedata, der skulle bestemme dækningsgrad og tæthed. De øvrige data (biomasse, størrelsesfordeling og tilstand af muslingerne) blev indsamlet i forbindelse med in-og epifaunaundersøgelserne (figur 10.1.7-2) Dækningsgraden, pct. af arealet, der er dækket af muslinger, blev vurderet ud fra videooptagelser langs i alt ca. 60 transekter.

Videooptagelserne dannede basis for udvælgelsen af særlige stationer, fordelt i hele undersøgelsesområdet, hvorfra tætheden (antal individer m⁻²) blev målt. Tabel 10.1.7-2 giver en oversigt over de specifikke muslingundersøgelser.

TABEL 10.1.7-1 Oversigt over feltundersøgelser for in- og epifauna samt sediment. Indsamling af epifauna på dybt vand er taget samme steder som infaunaprøver på dybt vand

Undersøgelseskomponent	Antal prøver pr. undersøgelsesperiode					
	Forår 2009	Sommer 2009	Efterår 2009	Forår 2010	Sommer 2010	Efterår 2010
Infauna – lavt vand, dansk kyst	104	-	104	84	-	84
Infauna – lavt vand, tysk kyst	84	-	84	84	-	83
Infauna – dybt vand	223	-	225	200	-	201
Sum infauna	411	-	413	368	-	368
Epifauna – lavt vand, dansk kyst	-	12	-	-	-	-
Epifauna – lavt vand, tysk kyst	-	42	-	-	21	-
Epifauna – dybt vand	58	21	58	59	-	58
Sum epifauna	58	75	58	59	21	58
Sediment – lavt vand, dansk kyst	104	-	104	-	-	-
Sediment – lavt vand, tysk kyst	84	-	84	-	-	-
Sediment – dybt vand	75	-	75	-	-	-
Sum sediment	263	-	263	-	-	-

FIGUR 10.1.7-1 Geografiske positioner af prøvetagningsstationer for bundfauna (in- og epifauna)

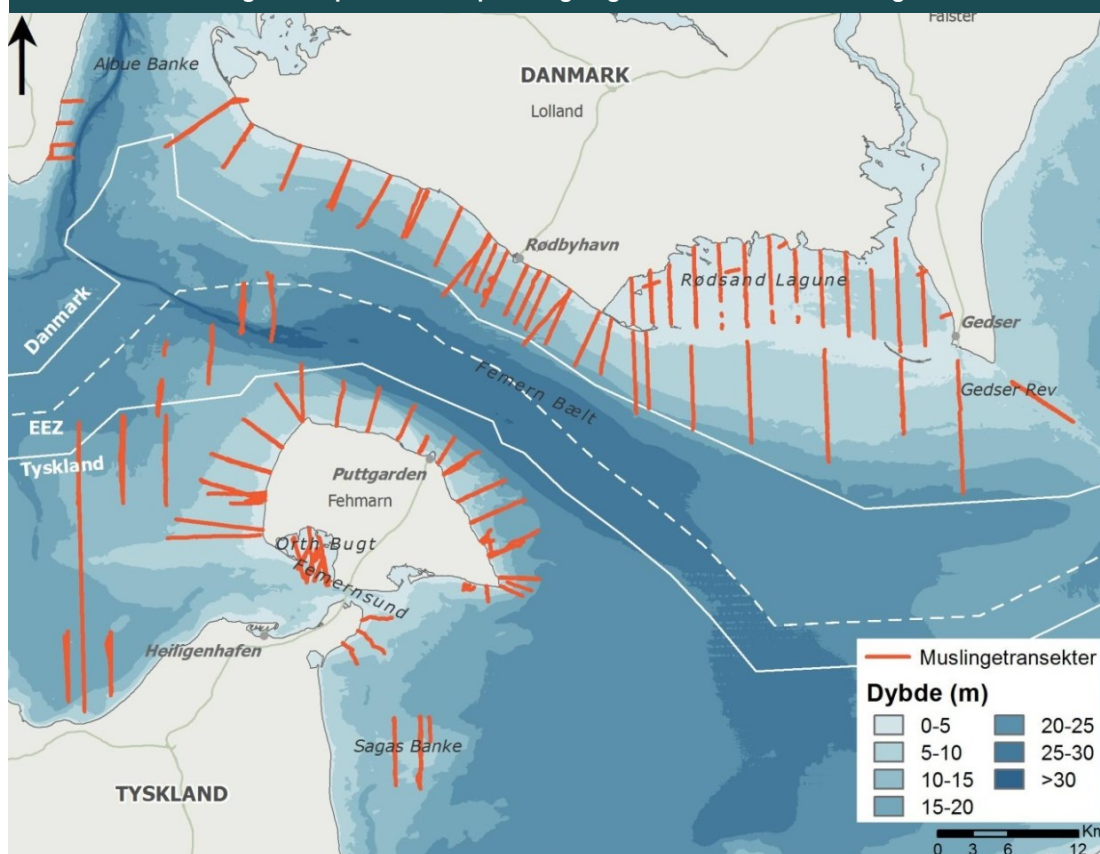


Note: Hver station er besøgt fire gange i løbet af perioden 2009 - 2010

TABEL 10.1.7-2 Oversigt over feltundersøgelser, der kun dækker blåmuslinger. Resterende blåmuslingundersøgelser er en del af in/epifauna-undersøgelserne

Undersøgelles-komponent	Stationer i 2008	Stationer i 2009	Stationer i 2010	Replikater pr. station	Prøvetagnings-frekvens
Muslinger – lavt vand, dansk kyst	-	26	5	5	Sommer 2009, vinter-forår 2010 (månedlig)
Muslinger – lavt vand, tysk kyst	-	32	4	5	Sommer 2009, vinter-forår 2010 (månedlig)
Muslinger – Data til brug for fugleundersøgelser	25	-	-	5	Vinter 2008/2009
Muslinger – skrab dansk kyst	-	-	3 skrab (280 m ²)	-	September 2010
Sum muslinger	25	58	9 + 3	-	-

FIGUR 10.1.7-2 Geografiske positioner af prøvetagningstransekter for blåmuslinger



Eksisterende forhold

In- og epifaunaens artsrigdom, tæthed og biomasse

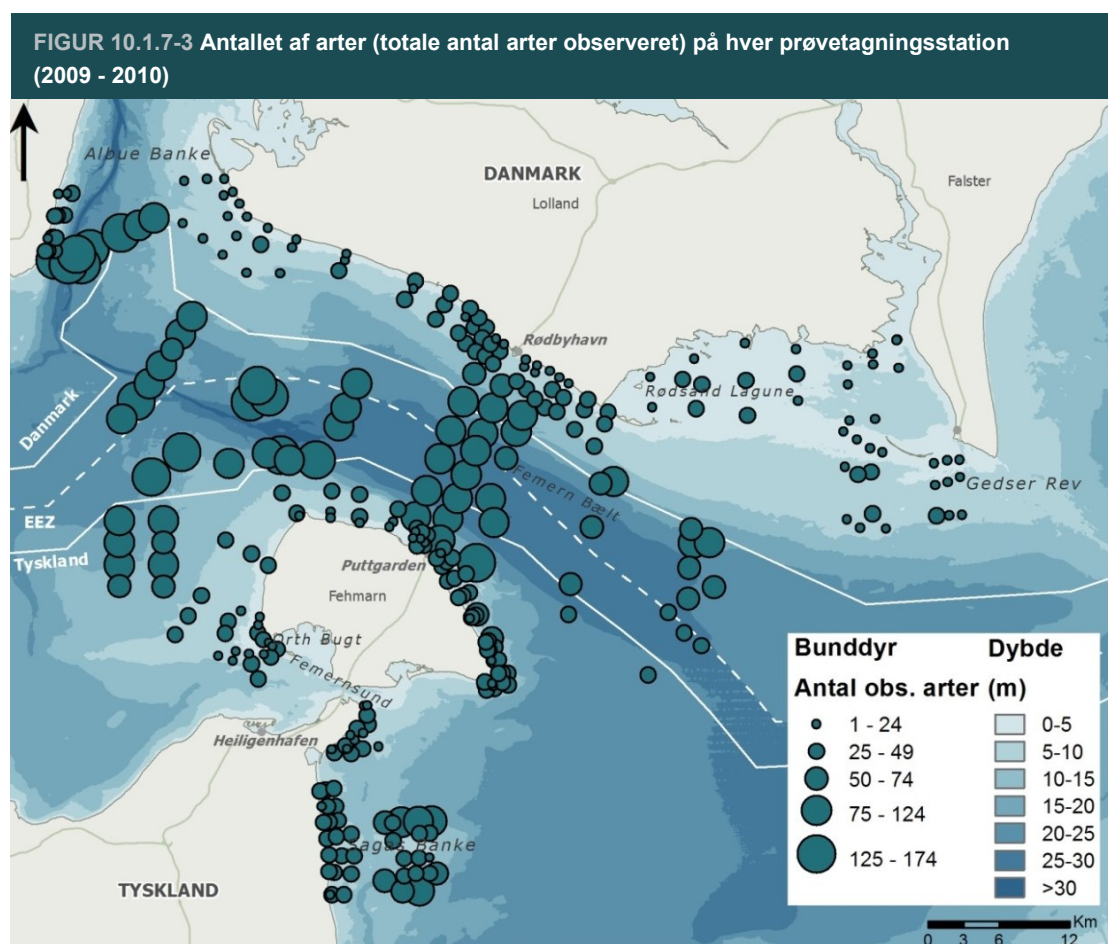
Artsrigdommen (eller artsdiversiteten) i Femern Bælt er styret af saltholdighed, vanddybde, vandtemperatur og substrat. Fordelingen i antallet af bundfaunaarter i undersøgelsesområdet er stigende langs to gradienter; fra lavt til dybt vand og fra øst mod vest (figur 10.1.7-3). Der er altså flere arter på dybt vand end på lavt vand og flere arter i den vestlige del af Femern Bælt end i den

østlige del. Desuden findes generelt flere arter på tredimensionelle strukturer, så som stenrev, bundflorabevoksninger og muslingebanker end på sand og mudderbund. Dette skyldes, at der er flere nicher, der kan udnyttes af flere forskellige arter.

I alt i hele undersøgelsesområdet er der observeret 325 forskellige arter med et gennemsnit på 43 arter pr. prøve og et minimum på syv arter og et maksimum på 162 arter.

Den største artsdiversitet er set på Langeland Rev, sydøst for Langeland og i områder nordvest for Fehmarn. Den laveste artsdiversitet findes på lavvandede områder ved Albue Banke på Lollands sydvestkyst, i Rødsand Lagune samt lige syd for Rødsand Lagune.

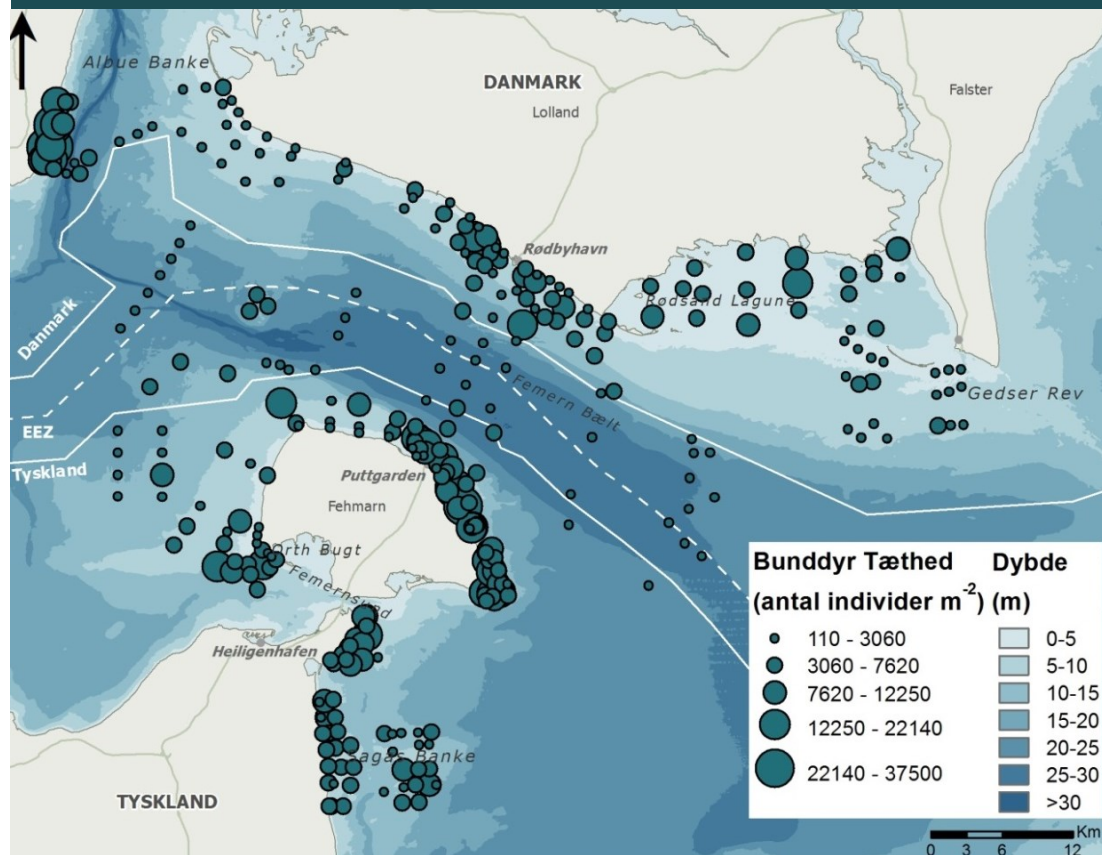
Generelt er børsteormene repræsenteret med det højeste antal arter i stort set alle bundprøver. Børsteorme er en meget forskelligartet artsrig gruppe med både højt specialiserede og opportunistiske infauna- og epifauna-arter. Bløddyr (snegle og muslinger) eller krebsdyr er også generelt repræsenteret med mange arter. Hvilken af de to grupper, der dominerer, afhænger af habitat-typen i prøvetagningsområdet. I områder med blødbund er bløddyrene dominerende frem for krebsdyrene, der derimod ofte findes i områder med vegetation eller muslingerev.



Tæthed og biomasse

Tætheden af individer (antallet af individer pr. m²) i undersøgelsesområdet er i gennemsnit 5.754 individer pr. m² med et minimum på 105 og et maksimum på 36.760 individer pr.m². Det generelle billede er, at tætheden er størst langs kysterne dog undtagen Lollands vestkyst.

FIGUR 10.1.7-4 Mediantæthed af individer for in/epifauna i undersøgelsesområdet



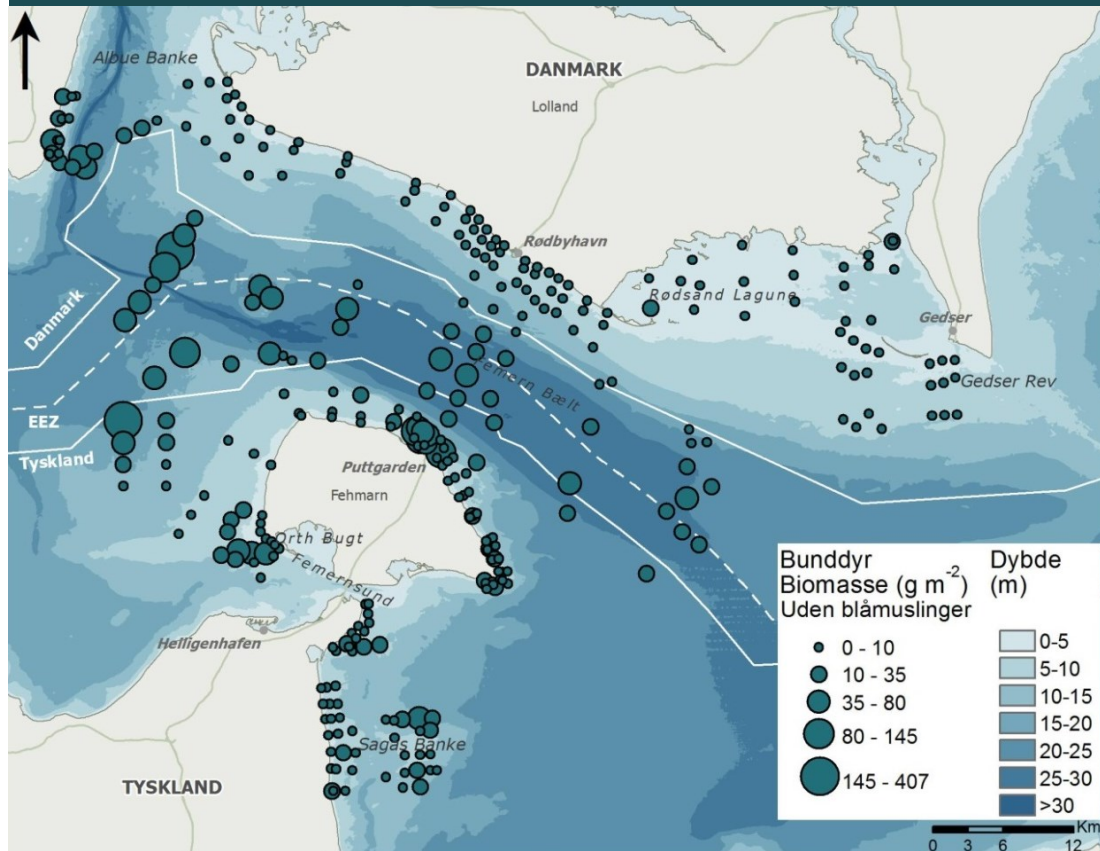
Som nævnt er blåmuslinger altdominerende i de lavvandede områder og udgør størstedelen af biomassen (g pr. m^2). Hvis der ses bort fra blåmuslingerne er biomassen størst på dybt vand og ved Fehmarns kyst ved Puttgarden (figur 10.1.7-5).

På dybt vand skyldes den store biomasse tilstedeværelsen af molboøsters (*Arctica islandica*), der kan veje op til 5 g pr. individ (vådvægt), dette svarer til ca. 3 g efter tørring (= tørvægt). Til sammenligning vejer andre arter < 1 g pr. individ (vådvægt).

Ved Fehmarns kyst skyldes den højere biomasse tilstedeværelsen af hjertemuslinger (*Cerastoderma* spp.) og almindelig sandmusling (*Mya arenaria*), som er blandt de tre største muslinger, der findes på lavt vand. Disse modsvarer til dels de blåmuslinger, der er dominerende ved Lollands kyst.

Biomassefordelingen afspejler i høj grad fordelingen og tilstedeværelsen af store muslinger, hvorimod tæthedsfordelingen afspejler habitatets struktur.

FIGUR 10.1.7-5 Medianbiomassen (g pr. m²) for hver prøvestation for hele prøveperioden (2009 - 2010)



Muslingbiomassen (*Mytilus edulis*) er ikke inkluderet. Biomassen er angivet som askefri tørvægt

Blåmuslingernes mængde, fordeling og tilstand

For at få et dækkende billede af blåmuslingbestanden er dækningsgraden (pct. af arealet, der er dækket af blåmuslinger), tætheden (individ pr.m²), biomassen (g m⁻²) og muslingernes kondition undersøgt.

Dækningsgrad

Blåmuslinger findes langs de fleste af de undersøgte transekter (figur 10.1.7-2), men dækningsgraden er meget varierende. Den højeste dækningsgrad er fundet ved Albu Banke sydvest for Lolland og i områderne syd for Rødsand Lagune, ved Gedser Rev, langs Fehmarns vestkyst samt til dels ved Fehmarns øst- og nordkyst. Den laveste dækningsgrad er observeret i Rødsand Lagune, i de dybe dele af Femern Bælt og ved Sagas Banke.

Tilstedeværelsen af muslinger afhænger primært af fødetilgængeligheden, havbundens karakter samt graden af bølgeeksponering. Generelt er blåmuslinger tilknyttet havbund med sten (hårdt substrat), hvorpå de kan fasthæfte deres byssustråde, men muslingerne kan også danne banker i områder uden eller med meget lidt hårdt substrat, hvor de hæfter til hinanden. Dette er ofte tilfældet i Femern Bælt.

Tæthed og biomasse

Tætheden (individ pr.m²) af blåmuslingerne er meget større i de lavvandede områder mindre end 13 m dybde end i de dybe områder og i de lavvandede områder er tætheden størst langs de tyske kyster (tabel 10.1.7-3).

TABEL 10.1.7-3 Tæthed (individer m⁻²) af blåmuslinger (*Mytilus edulis*)

		Dybde	Tæthed (ind. m ⁻²)	
			Gennemsnit	SD
Lavt vand	Danske kyster	4 - 7,5 m	9.333	5.022
		7,5 - 10 m	10.029	9.650
	Tyske kyster	4 - 7,5 m	27.136	22.066
		7,5 - 10 m	19.891	19.641
Dybt vand		14 - 24 m	737	2.006

Note: Resultater af undersøgelser i 2008 and 2009 vist som gennemsnit med standard afvigelse (SD)

Den totale muslingbiomasse i undersøgelsesområdet er estimeret til 27.000 t askefri tørvægt, hvilket svarer til 480.000 t vådvægt. Den gennemsnitlige muslingebiomasse på undersøgelsesstationerne varierede fra 0 - 212 g. m⁻² (figur 10.1.7-6 og tabel 10.1.7-4). De højeste biomasser er målt ved Albue Banke ved Lollands sydvestkyst, hvor den gennemsnitlige tørvægt er ca. 120 g m⁻² på 8 - 12 m's dybde.

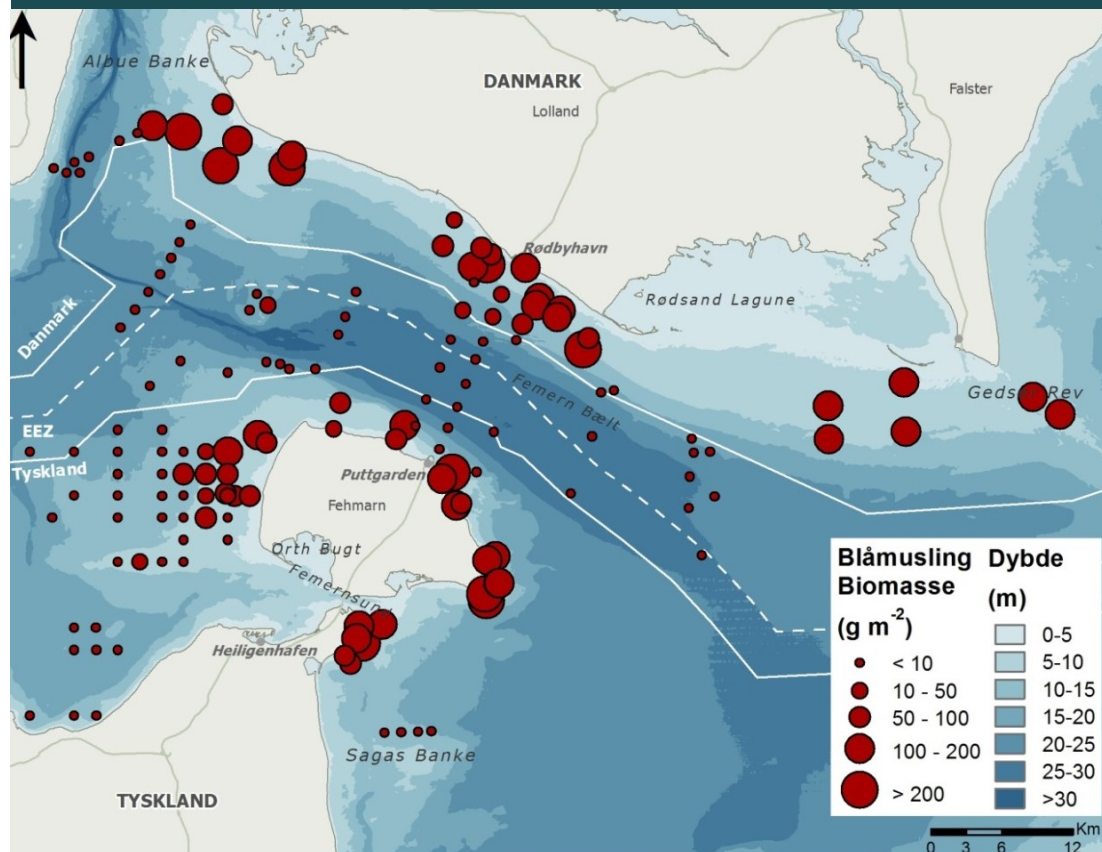
På enkelte stationer overstiger biomassen 1.000 g. m⁻². På dybt vand er der i flere områder ikke observeret blåmuslinger. Den lavere tæthed kombineret med den højere biomasse langs den danske kyst afspejler, at muslingerne i gennemsnit er større i dette område end ved den tyske kyst.

TABEL 10.1.7-4 Blåmuslingbiomassen i g m⁻²

		Dybde	Biomasse (g m ⁻²)	
			Gennemsnit	SD
Lavt vand	Danske kyster	4 - 7,5 m	118	55
		7,5 - 10 m	212	147
	Tyske kyster	4 - 7,5 m	106	51
		7,5 - 10 m	139	74
Dybt vand		14 - 24 m	5	18

Note: Resultater af undersøgelser i vinteren 2008/2009 og bundfaunasundersøgelser i 2009 vist som gennemsnit med standardafvigelse (SD). Biomassen er opgjort som askefri tørvægt af muslinger med skal

FIGUR 10.1.7-6 Muslingbiomassen (gram askefri tørvægt med skal) i 2008 - 2009

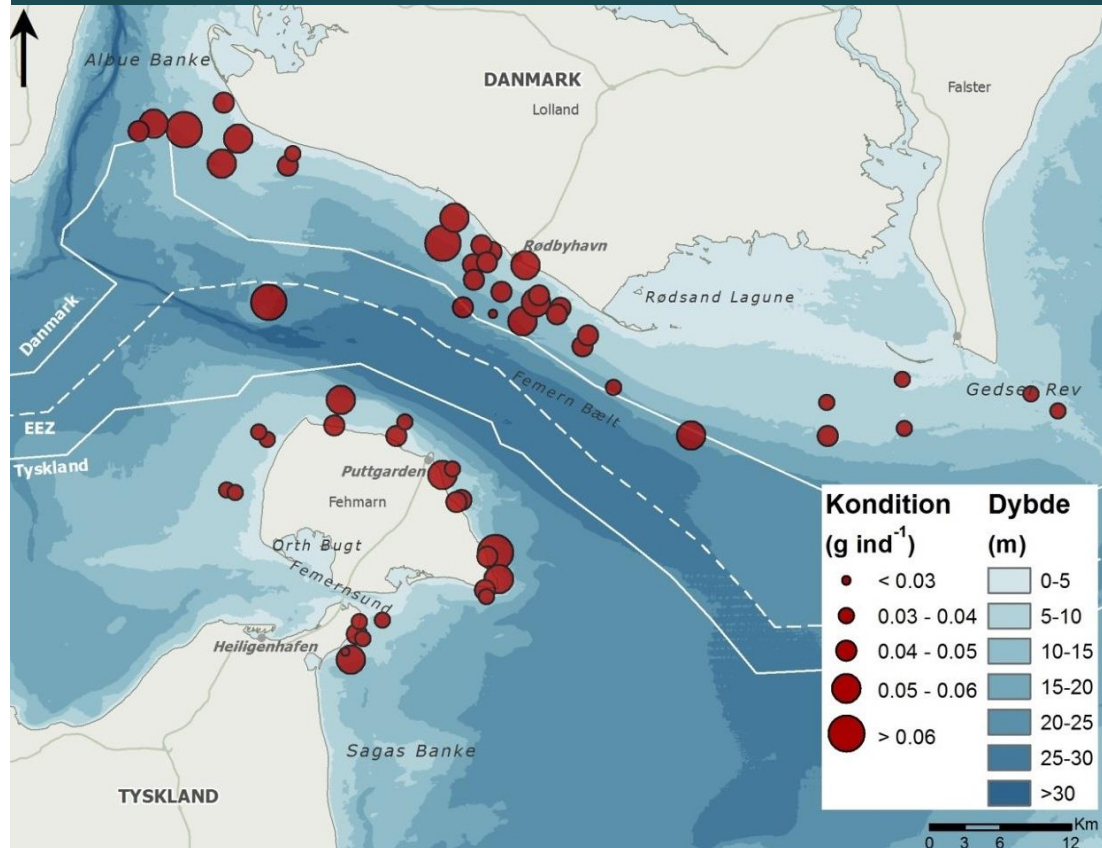


Note: Kun stationer med biomasse over 0,1 g. askefri tørvægt med skal m-2 er inkluderet

Blåmuslingers værdi som fødekilde

Blåmuslingernes kondition, det vil sige den ernæringsmæssige tilstand, er bestemmende for muslingernes værdi som fødekilde. Konditionen afspejler vækstbetingelserne og er tæt koblet til fødetilgængeligheden. Den beregnes ved at relatere muslingens biomasse til dens skallængde. Fordelingen af blåmuslingernes kondition er vist i figur 10.1.7-7. Figuren viser, i hvilke områder konditionen er god, og hvor disse derfor er gode som fødekilde.

FIGUR 10.1.7-7 Fordeling af konditionen af blåmuslinger i sommeren 2009



Note: Værdier er angivet som g. askefri tørvægt pr. individ for en "standard" musling på 25 mm. Standardlængden 25 mm svarer til den gennemsnitlige muslingestørrelse, som mange fugle foretrækker

Bundfaunasamfund

Bundfaunaen er opdelt i samfund på basis af en statistisk analyse af fordelingen af arter, tætheder og biomasser (basereret på software pakkerne PRIMER, SPSS, R og AquEco). Samfundene er karakteriseret ved nøglearter, der er tilpasset det bestemte miljø, der karakteriserer det område, samfundet findes i. Analysen inkluderede fysiske og kemiske miljøforhold. Detaljer vedrørende samfundsanalysen er givet i baggrundsrapporten. Bundfaunaen er opdelt i samfund for at få mulighed for at analysere effekterne af projektets belastninger, under hensyntagen til forskelle i bundfaunaens sårbarhed over for belastningerne samt økologiske funktion (afsnit 12.8).

I alt er ni bundfaunassamfund identificeret og karakteriseret ved denne metode. De ni samfund er angivet i tabel 10.1.7-5 med en beskrivelse af de vigtigste karakteristika. Samfundenes sårbarhed overfor projektets belastninger er gennemgået i forbindelse med vurderingerne af virkningerne på bundfaunaen (afsnit 12.8).

To samfund findes både på dybt og lavt vand (Gammarus og Blåmusling), mens fire samfund kun forekommer på dybt vand (Molboøsters, Hampefrømusling, Stikkelsbærsøpung og Klotanglus), samt tre samfund er tilknyttet lavt vand (Bathyporeia, Hjertemusling og Tangsnegl).

Stikkelsbærsøpung-, Gammarus-, Blåmusling- og Tangsnegl-samfundene er typiske epifauna-samfund. Hvor Gammarus- og Blåmusling-samfundene typisk findes på lavt vand med kampe- og rullesten og makroalger, findes Stikkelsbærsøpung-samfundet på hård bund på dybt vand. Tangsnegl-samfundet er associeret med ålegræsbede.

Blandt infauna-samfundene findes Bathyporeia-samfundet på lavt vand i områder med ustabile forhold (sandede områder med stor bølgeeksponering). Hjertemusling-samfundet findes derimod i lavvandede områder, hvor der er læ og typisk mere mudret bund. I de dybe dele af Femern Bælt

og de tilstødende vandområder på mudret bund findes Molbøsters-samfundet, der er karakteriseret ved at omfatte muslingearter, der kan blive >10 år gamle, hvilket er en lang levetid for bundfauna. Klotanglus-samfundet findes også på dybere vand i områder med sandet bund og meget strøm.

TABEL 10.1.7-5 Beskrivelse af de ni bundfaunasamfund i Femern Bælt og de tilstødende havområder

Bundfaunasamfund	Vigtige karakteristika
Molbøsters-samfundet	<p>Infauna – dybt vand Samfundet findes i mudrede tilsandede sedimenter på vanddybder > 25 m, hvor saltholdigheden er 25 - 30 PSU. Der er klart færre arter observeret i den østlige del af Femern Bælt (30) end i den vestlige del (60), hvilket sandsynligvis skyldes saltholdighedsgradienten fra vest mod øst. Samfundet er meget lig det klassiske <i>Abra alba</i>-samfund. Det består af mange arter, hvor flere af muslingerne kan blive gamle > 10 år. Karakterart: Molbøsters (<i>Arctica islandica</i>). Dominerende arter: <i>Heteromastus filiformis</i>, <i>Lagis koreni</i>, <i>Nephtys ciliata</i>, <i>Scolopos armiger</i>, <i>Terebellides stroemi</i>, <i>Abra alba</i>, <i>Arctica islandica</i>, <i>Corbula gibba</i>, <i>Kurtiella bidentata</i>, <i>Diastylis rathkei</i></p>
Bathyporeia-samfundet	<p>Infauna - lavt vand Samfundet er artsfattigt og findes på meget lavt vand (< 5 m) i dynamiske sandområder med høj bølgeeksponering, hvor mobilt sand ikke tillader andre samfund at etableres. Karakterarten <i>Bathyporeia</i> lever gravet ned i sandbunden, hvor den skraber mikroalger af sandkornene. Desuden er den dybt-gravende almindelig sandmusling (<i>Mya arenaria</i>) og stor dyndsnegl (<i>Hydrobia ulvae</i>) karakteristiske for samfundet. Karakterart: <i>Bathyporeia pilosa</i> Dominerende arter: <i>Alitta succinea</i>, <i>oligochaeta</i>, <i>Ophelia rathkei</i>, <i>Pygospio elegans</i>, <i>Cerastoderma edule</i>, <i>Hydrobia ulvae</i>, <i>Mya arenaria</i>, <i>Bathyporeia pilosa</i>.</p>
Hjertemusling-samfundet	<p>Infauna – lavt vand Samfundet findes i lavvandede brakvandsområder med blød bund, der er mudret til sandet. Det er artsfattigt men har en høj biomasse (også uden indregning af blåmuslinger). De filtrerende muslinger hjertemusling (<i>Cerastoderma edule</i>), alm. sandmusling (<i>Mya arenaria</i>) og østersømusling (<i>Macoma balthica</i>) er karakteristiske for samfundet. Samfundet er meget lig det klassiske <i>Macoma</i>-samfund. Karakterart: Hjertemusling (<i>Cerastoderma edule</i>) Dominerende arter: <i>Pygospio elegans</i>, <i>Scolopos armiger</i>, <i>Cerastoderma edule</i>, <i>Macoma balthica</i>, <i>Mya arenaria</i>, <i>Parvicardium ovale</i>.</p>
Hampefrømusling-samfundet	<p>In-og epifauna – overgang lavt-dybt vand Samfundet er et typisk overgangssamfund mellem lavt og dybt vand og findes på 10 - 12 m vand, typisk i områder med sand, mudret sand, groft sand, småsten og små muslingebanker. Karakterart: Hampefrømusling (<i>Corbula gibba</i>) Dominerende arter: <i>Lagis koreni</i>, <i>Pygospio elegans</i>, <i>Scolopos armiger</i>, <i>terebellides stroemi</i>, <i>Corbula gibba</i>, <i>Hydrobia ulvae</i>, <i>Kurtiella bidentata</i>, <i>Mytilus edulis</i>.</p>
Stikkelsbørsøpung-samfundet	<p>Epifauna – dybt vand Samfundet er associeret med hårdt substrat (sandede og grove sedimenter med store sten). Samfundet har den</p>

TABEL 10.1.7-5 Beskrivelse af de ni bundfaunasamfund i Femern Bælt og de tilstødende havområder

Bundfaunasamfund	Vigtige karakteristika
	<p>størst artsdiversitet blandt de ni samfund, pga. de mange epifauna arter, der lever på habitatets tredimensionelle strukturer. Biomassen er domineret af filtrerende muslinger. Det findes på dybt vand mellem 15-25 m.</p> <p>Karakterart: Stikkelsbærsøpung (<i>Dendrodoa grossularia</i>)</p> <p>Dominerende arter: <i>Scolopos armiger</i>, <i>Abra alba</i>, <i>Astarte borealis</i>, <i>Kurtiella bidentata</i>, <i>Mytilus edulis</i>, <i>Parvicardium ovale</i>, <i>Corophium insidiosum</i>, <i>Dendrodoa grossularia</i>, <i>Edwardsia danica</i>.</p>
Gammarus-samfundet	<p>Epifauna – lavt vand</p> <p>Samfundet findes overvejende på lavt vand i områder med bundvegetation (makroalger og ålegræs) og/eller muslinger. Mange af arterne i Gammarus-samfundet, findes også i Blåmusling-samfundet. Både Gammarus-, og blåmusling-samfundet er afhængig af hårdt substrat, og konkurrerer derfor om plads. Gammarus-samfundet findes i områder, hvor blåmuslinger er til stede, men hvor makroalger dominerer frem for muslinger, og omvendt. Der er selvfølgelig en flydende overgang mellem de to samfund.</p> <p>Karakterarter: <i>Gammarus oceanicus</i>, <i>Gammarus salinus</i></p> <p>Dominerende arter: <i>Bittium reticulatum</i>, <i>Hydrobia ulvae</i>, <i>Mytilus edulis</i>, <i>Calliopius laeviusculus</i>, <i>Gammarus oceanicus</i>, <i>Gammarus salinus</i>, <i>Idotea chelipes</i>, <i>Jaera albifrons</i>, <i>Microdeutopus gryllotalpa</i>.</p>
Blåmusling-samfundet	<p>Epifauna – lavt til dybt vand</p> <p>Blåmuslingen er den dominerende art og samfundet er karakteriseret ved tilstedeværelsen af grupper af blåmuslinger. Aggregaterne varierer i størrelse og tæthed og er som biogene rev levested for andre epifauna-arter. Artsmæssigt minder Blåmusling-samfundet om Gammarus-samfundet (se oven for). Samfundet findes på vanddybder < 10 m, men blåmuslinger findes også på større dybder.</p> <p>Karakterart: Blåmusling (<i>Mytilus edulis</i>)</p> <p>Dominerende arter: <i>Allita succinea</i>, <i>Heteromastus nfiliformis</i>, <i>Hydrobia ulvae</i>, <i>Mytilus edulis</i>, <i>Balanus improvisus</i>, <i>Gammarus salinus</i>, <i>Microdeutopus gryllotalpa</i>.</p>
Tangsnegl	<p>Epifauna – lavt vand</p> <p>Samfundet er associeret med ålegræsbede (<i>Zostera marina</i>) og findes i brakvandsområder på lavt vand. Samfundet er tilpasset og kan udnytte forholdene i ålegræsbedene. Tangsnegle er mest knyttet til selve ålegræsset, hvor de rasper kiselalger af ålegræsbladene. Mange af arterne i samfundet er tilknyttet den bløde bund under ålegræsset.</p> <p>Karakterart: Tangsnegl (<i>Rissoa membranacae</i>, <i>Rissoa parva</i>, <i>Rissoa violacea</i>)</p> <p>Dominerende arter: <i>Littorina saxatili</i>, <i>Mytilus edulis</i>, <i>Parvicardium hauniense</i>, <i>Pusillina sarsi</i>, <i>Rissoa</i>, <i>Chironomidae</i></p>
Klotanglus	<p>Infana - dybt vand</p> <p>Samfundet er primært knyttet til sandede og delvist grove sedimenter på vanddybder mellem 15 - 22 m. Samfundet er sjældent i undersøgelsesområdet. Det har en moderat artsrigdom, og en stor del af arterne ikke er almindelige i området. Der er stor årstidsvariation i artssammensætningen.</p> <p>Karakterart: Klotanglus (<i>Tanaissus lilljeborgi</i>)</p> <p>Dominerende arter: <i>Polycirrus medusa</i>, <i>Scolopos armiger</i>, <i>Spio goniocéphala</i>, <i>Streptosyllis websteri</i>, <i>travisia</i></p>

TABEL 10.1.7-5 Beskrivelse af de ni bundfaunasamfund i Femern Bælt og de tilstødende havområder

Bundfaunasamfund	Vigtige karakteristika
	<i>forbesii</i> , <i>Kurtiella bidentata</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>Parvicardium ovale</i> , <i>Phoxocephalus holbolli</i> , <i>Tanaissus lilljeborgi</i> .

Note: Karakterarten er den art, der har givet navn til samfundet. Dominerende arter, er de arter, der er repræsenteret med den højeste tæthed (individ/m²). Navne på dominerende arter er angivet på latin

Antal arter og den gennemsnitlige biomasse og tæthed af individer i de ni samfund er opsummeret i tabel 10.1.7-6. Tabellen angiver også den arealmæssige udbredelse af samfundene. Arealerne er beregnet på basis af den geografiske udbredelse af bundfaunasamfundene (figur 10.1.7-8).

TABEL 10.1.7-6 Oversigt over de ni bundfaunasamfund og deres arealmæssige udbredelse i undersøgelsesområdet

Bundfauna-samfund	Dybdeudbredelse	Beregnet areal (ha)	Antal arter	Biomasse (g m ⁻²)	Tæthed (antal m ⁻²)
Molbøsters	Dybt vand	112.239	261	47	1.957
Bathyporeia	Lavt vand	15.635	61	1	1.243
Hjertemusling	Lavt vand	11.171	87	32	8.776
Hampefrømusling	Dybt vand	13.246	180	12	3.630
Stikkelsbærsøpung	Dybt vand	21.251	271	46	4.770
Gammarus	Lavt/dybt vand	74.243	196	7	8.401
Blåmusling	Lavt/dybt vand	30.935	152	8	4.450
Tangsnegl	Lavt vand	11.635	42	6	7.780
Klotanglus	Dybt vand	2.333	182	20	2.920

Note: Tabellen viser dybdeudbredelse, antal arter samt den gennemsnitlige biomasse og tæthed. Den arealmæssige udbredelse er estimeret på basis af den statistiske samfundsanalyse (se tekst), men de resterende data er baseret på kortlægningen

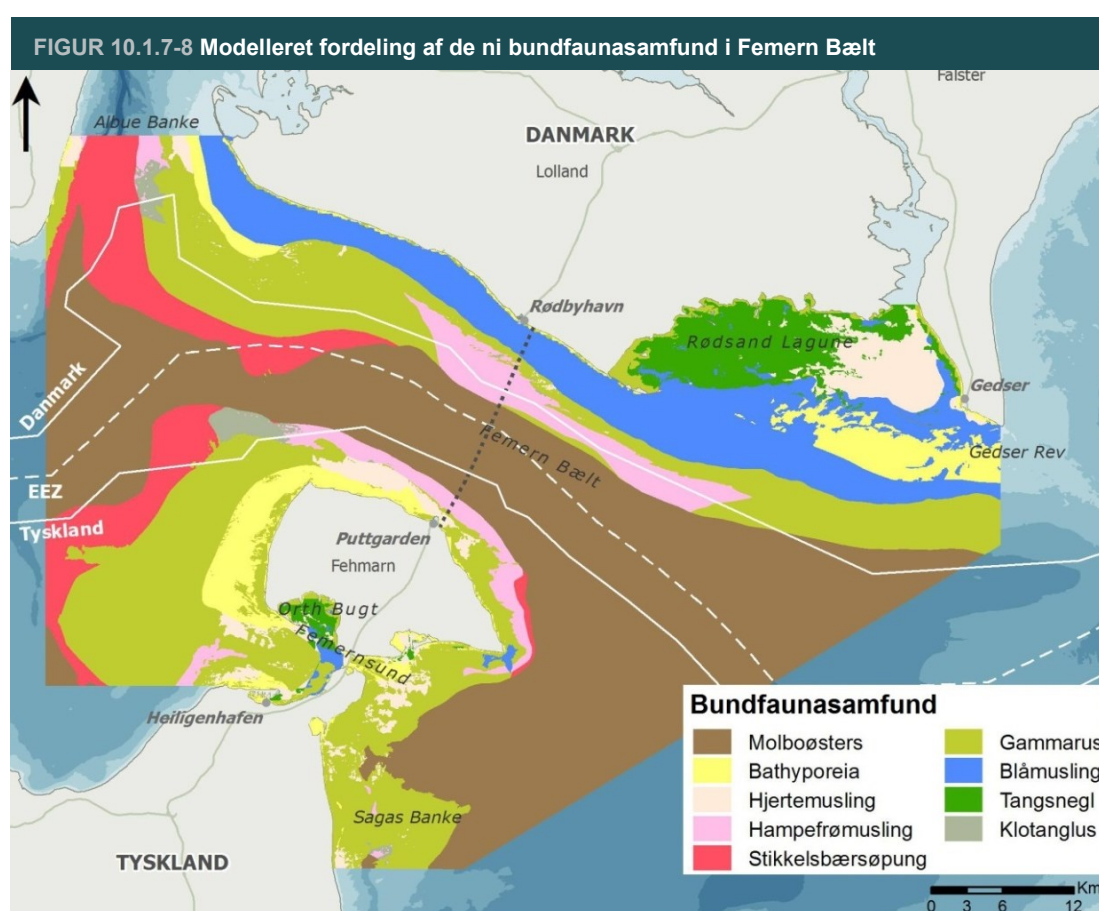
Den geografiske udbredelse er baseret på en kombination af resultaterne af den statistiske analyse, som identificerede samfundene og data om den geografiske fordeling af de faktorer, som har betydning for dyrenes fordeling. Disse faktorer er identificeret som en del af den statistiske analyse af bundfaunasamfundene.

Den mest betydende faktor er lagdelingen af vandsøjlen, det vil sige om der findes flere vandlag over dyrenes levested på havbunden (forårsaget af temperatur og saltholdighed (afsnit 10.1.2 Vandkvalitet), og hvor stabil denne lagdeling er. Desuden har miljøforhold som bundvandets saltholdighedsgradienter (øst/vest og overflade/bund), habitatets karakter (sedimentets kornstørrelser og indhold af organisk stof, og forekomst af hårdt substrat og alger) samt bundvandets iltindhold, strømforholdene, bølgeeksponering og vanddybden også betydning for fordelingen.

Den geografiske udbredelse af bundfaunasamfundene er bestemt ved at sammenholde resultaterne af den statistiske bundfaunaanalyse med data fra baggrundsundersøgelserne for vandkvalitet og havbund (afsnit 10.1.2 og afsnit 10.1.3 Sedimenter og bundformer), som beskriver den geografiske udbredelse af de betydende faktorer ved hjælp af statistiske modeller.

Den geografiske fordeling af de ni bundfaunasamfund fremgår af figur 10.1.7-8. Langt det mest udbredte samfund er molbøsters-samfundet, der findes på dybt vand, og på et areal svarende til 38 pct. af hele undersøgelsesområdet. Også Gammarus-samfundet, som findes på middel til lave vanddybder, er udbredt; især øst og vest for Femern Bælt (udgør ca. 25 pct. af det totale område). Blåmusling-samfundet dækker ca. 11 pct. af undersøgelsesområdet og er dominerende langs den danske kyst.

I Femern Bælt findes seks ud af de ni samfund. På grund af de store vanddybder, der forekommer i en stor del af Femern Bælt, er Molbøsters-samfundet vigtigt. I modsætning til områderne øst og vest for Femern Bælt, hvor Gammarus-samfundet er udbredt, er Hampefrømusling-samfundet dominerende på begge sider af Femern Bælt langs de dybe områder. Helt kystnært er det som nævnt Blåmusling-samfundet, der er fremherskende på den danske side af Femern Bælt, men det smallere lavvandede område langs Fehmarns kyst er beboet af Bathyporeia-, Hjertermusling- og Gammarus-samfundene.



Historiske data

Historiske data inkluderer blandt andet data fra overvågningsprogrammer på dansk side (data fra det tidligere Danmarks miljøundersøgelser, nuværende Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), Miljøcenterne og DHI) og tysk side (data fra HELCOM og overvågningsprogram i forbindelse med Habitatdirektivet), Femern Bælt feasibility studie og kortlægning af bundfauna i forbindelse med VVM for Nysted og Rødsand II havvindmølleparker.

De historiske data viser, at den generelle fordeling af bundfaunasamfundene er meget lig den fordeling, der er fundet i forbindelse med nærværende undersøgelser. De historiske data er således med til at verificere dette projekts kortlægning af bundfaunasamfund.

Beskyttede arter og habitater

Der er ingen bundfaunaarter i Danmark, der er beskyttet af habitatdirektivets bilag IV eller er opført på den danske rødliste.

Tysk rødliste

Af de 325 arter, der er observeret i forbindelse med feltkampagnerne i 2009-2010, har ca. 0,25 en beskyttelsesstatus ifølge den tyske rødliste. Heraf er ca. to arter kritisk truet, syv arter moderat truet og seks arter sårbare. Yderligere 30 arter anses for truede, men status kan ikke specificeres.

Naturbeskyttelseslov i Tyskland, § 30

Den tyske naturbeskyttelseslov § 30 omfatter såvel biotoper på land som i det marine område. I undersøgelsesområdet findes følgende marine § 30 biotoper: Ålegræsbede, makroalgebevoksninger, rev, sublittorale sandbanker samt artsrige områder i kyst- og ikke-kystnære vande med groft sediment af bl.a. grus og skaller.

Lovens udgangspunkt er, at disse biotoper ikke ødelægges eller forstyrres væsentligt. Bundfauna kan være en del af disse biotoper, men en nærmere kortlægning af, hvilke bundfaunasamfund der findes på biotoperne, er ikke foretaget.

10.1.8 Fiskeøkologi i Femern Bælt

Kortlægningen af fisk i Femern Bælt har haft til formål at tilvejebringe detaljeret viden om udbredelsen af fisk og fiskesamfund i bæltets forskellige habitater. Tilvejebringelsen består af indsamling af historiske data og viden fra den videnskabelige litteratur og data fra såvel forundersøgelser som feltundersøgelser i perioden 2008 - 2010, af rapporteret i en baselinerapport udarbejdet af FeBEC-konsortiet

Østersøen er stærkt påvirket af indhavsområder, hvor især eksisterende belastninger med næringsstoffer og miljøfremmede stoffer samt fiskeriets påvirkninger anses som de væsentligste. Fiskeøkologien i Østersøen vurderes først og fremmest at være påvirket af fiskeri. Fiskeriet er siden sidste halvdel af 1900-tallet udviklet voldsomt. Fiskeriet har generelt forringet bestandene og selektivt fiskeri har påvirket biodiversiteten og vigtige fødekæder. Forureninger med både organiske og uorganiske miljøgifte, herunder tungmetaller, har belastet det marine økosystem og ført til en overskridelse af gældende grænseværdier i fisk, ligesom skibstrafik, sandindvinding, anlægsaktiviteter mv. medfører forstyrrelser og støjpåvirkning i havet, som vurderes at påvirke fiskeøkologien.

De eksisterende belastninger udgør en vigtig del af forudsætningerne for de eksisterende forhold og indgår således i VVM-processen, når virkningerne fra anlæg og drift af en fast Femern Bælt-forbindelse vurderes, og projektets optimering og øvrige afværgeforanstaltninger fastlægges med henblik på samlet set ikke at forringe fiskeøkologiens tilstand og vigtige rolle i det marine økosystem i Femern Bælt.

Resultaterne af kortlægningen har dannet grundlag for konsekvensvurderingen af mulige effekter på fisk og fiskesamfund fra byggeri og drift af de foreslåede forbindelser over Femern Bælt. Scoping-rapporten har identificeret en række nøglearter og fiskesamfund på baggrund af økologisk vigtighed eller grad af truethed. Specielt fokus er således blevet tildelt torsk, sild, brisling, ål, fladfisk, beskyttede fiskearter og fiskefaunaen på lavt vand. Formålet med undersøgelserne har været at:

- Identificere og beskrive fiskesamfund og deres levesteder i Femern Bælt
- Identificere mulige gydeområder i Femern Bælt
- Beskrive den sæsonmæssige og geografiske fordeling af fiskeæg og larver i Femern Bælt
- Vurdere betydningen af Femern Bælt som vandringskorridor og at undersøge adfærd og foretrukne vandringsruter for de vigtige vandrende fiskearter som torsk, sild, brisling og europæisk ål

- Kortlægge udbredelsen af forårs- og efterårsgydende sild i Femern Bælt og at identificere potentielle gydeområder for sild
- Beskrive vigtigheden af Femern Bælt for beskyttede fiskearter

Med udgangspunkt i resultaterne fra kortlægningen er Femern Bælts økologiske betydning for de enkelte nøglearter og betydningen af de enkelte komponenter blevet vurderet ud fra en 4-trinsskala (meget stor, stor, middel og lille). Der redegøres nærmere for denne klassificering i miljøvurderingen i afsnit 12.9 For en detaljeret beskrivelse af de eksisterende forhold på fiskeøkologi henvises til:

- FeBEC (2013): Baseline for Fish Ecology in Fehmarnbelt. Doc. E4-TR-038 Vol. I

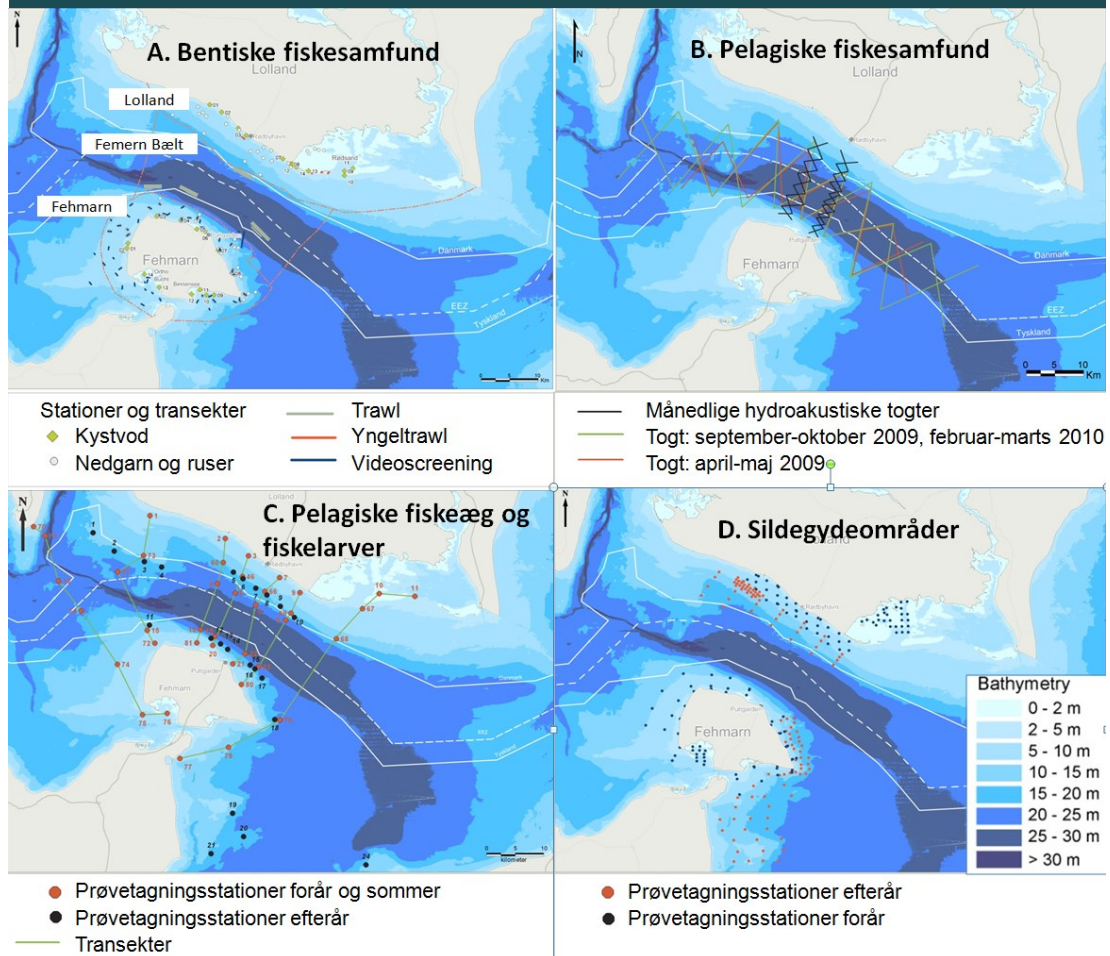
.Datagrundlag og metode

En række fiskeundersøgelser er tidligere foretaget i Femern Bælt, men specifikt for den faste forbindelse blev der fra 1995 - 1999 udført undersøgelser af fiskene (Riber & Raschke, 1999; Dynesen & Zilling, 2006). Herudover har danske og tyske fiskerinstitutioner (DTU-Aqua og vTI-OSF) foretaget regelmæssige fiskeribiologiske undersøgelser i området, hvor rutinetogter er blevet suppleret med ekstra trawlstationer i Femern Bælt.

De respektive undersøgelser, foretaget ved den aktuelle kortlægning, har haft til formål at belyse forskellige forhold i relation til den faste forbindelse og den potentielle påvirkning af bæltets fiskearter og fiskesamfund. Herunder især forhold vedrørende gyde- og opvækstområde, trusler for æg og larver samt områdets funktion som spredningskorridor for fisk. Undersøgelserne bestod af følgende programmer:

- Kortlægning af bentiske fiskesamfund ved brug af HELCOM oversigtsgarn og NOVANA yngelruser på repræsentative habitater i kystnære vande og med bundtrawlstræk på dybere vand i Femern Bælt. Kortlægningen fandt sted hver måned i perioden fra maj 2009 - april 2010 på stationer vist i figur 10.1-A. Endvidere blev der i maj og juni 2010 foretaget 14 træk med kystvod langs kysten af både Lolland og Fehmarn på helt lavt vand (< 1,5 m)
- Kortlægning af pelagiske fiskesamfund ved brug af hydroakustiske togter med ekkolod langs den planlagte linjeføring. Kortlægningen fandt sted hver måned fra september 2009 - juli 2010, og trækrueten fremgår af figur 10.1-B. Endvidere blev der gennemført tre stor-skala togter i april - maj 2009, september - oktober 2009 og februar - marts 2010. Arts- og størrelsesfordelingen blev kalibreret ud fra samtidige trawlfangster

FIGUR 10.1.8-1 Stationsplaceringer for fiskeundersøgelser i Femern Bælt fra efteråret 2008 til vinteren 2010



- Undersøgelserprogram til bestemmelse af tæthed og udbredelse af pelagiske fiskeæg og larver bestående af regelmæssige træk med bongonet. Der blev i alt gennemført 12 togter i perioden fra efteråret 2008 - vinteren 2010 på prøvetagningsstationer vist i figur 10.1.8-1C. Identifikation af art, udviklingstrin og alder på æg og larver blev bestemt i laboratoriet, og ved hjælp af hydrodynamiske modeller blev den mest sandsynlige lokalitet for æggenes gydning tilbagesporet
- Transekt-undersøgelser til identifikation af sildegydeområder med sildegarn samt intensive dykkerobservationer og videooptagelser af havbunden langs kysterne af Lolland og Fehmarn samt i Rødsand Lagune. Undersøgelserne foregik i efterårene 2008 og 2009 (efterårsgydende sild) samt i foråret 2009 (forårsgydende sild) på transekter vist i figur 10.1.8-1D
- Mærkning af blankål med intelligente mærker (Data Storage Tags, der logger dybde, temperatur og tid) og traditionelle nummererede mærker til identifikation af ålens foretrukne vandringsrute gennem de danske sunde og bæltet. Undersøgelserne fandt sted i efteråret 2009, hvor blankål blev fanget i bundgarn ved Lolland og Fehmarn og sat ud samme sted samt i oktober 2010, hvor blankål blev fanget i Femern Bælt, transporteret til Arkonabassinets og udsat på en tysk og en svensk lokalitet
- Et mindre mærkningeksperiment med gydende torsk, mærket enten med traditionelle T-bar mærker eller intelligente mærker for at følge de voksne torsks vandring. Torskene blev fanget med toggergarn i et kendt gydeområde i den vestlige del af Femern Bælt af lokale fiskere i foråret 2010 og udsat samme sted

I tillæg blev en række analyser gennemført i laboratoriet for at supplere data og observationer fra feltundersøgelserne, herunder:

- Regelmæssige undersøgelser af gydemodenhed hos torsk, sild, brisling og en række fladfiskearter til bestemmelse af de respektive arters gydesæson. Fiskene blev indsamlet løbende i forbindelse med feltundersøgelserne
- Vurdering af prædationstrykket fra geléplankton på fiskeæg og larver på baggrund af græsningsrater estimeret på gopler og ribbegopler
- Bestemmelse af fiskelarvernes ernæringsmæssige tilstand på baggrund af forholdet i cellerne mellem RNA og DNA. Forholdet giver et billede af proteinsyntesens niveau og anvendes som et indeks for ernæringstilstanden
- Verificering af artsidentifikationen af de indsamlede fiskeæg ved gele-elektroforese (analysemetode der benyttes til at adskille molekyler fra hinanden, baseret på deres elektriske egenskaber og f.eks. størrelse og form)
- Vurdering af hvilken bestand de fangede sild tilhørte på baggrund af billedanalyse af sildens øresten og genetisk analyse af væv

De respektive undersøgelser er metodisk af meget forskellig karakter og i varierende grad repræsentative i tid og rum for undersøgelsesområdet. Der er anvendt modelkørsler ved tilbageberegningen af gydeområder ud fra hydrodynamiske modeller af drift af æg og larver. Fejkilden ved kørslerne er forsøgt minimeret ved kun at anvende æg, der nyligt er gydt, og for silde vedkommende larver, der nyligt er klækkede.

Derudover er egnetheden af habitater for lavvandsfiskearter modelleret. Den eneste metode, som på faglig forsvarlig grund kan modellere udbredelsen af lavvandsfiskefaunaen, er vurderet til at være Habitat Suitability (HS) modellen efter ENFA-metoden (Environmental Niche Factor Analysis). En typisk usikkerhed ved feltindsamling af data med passive redskaber, som her, er, at data har en meget stor overrepræsentation af tomme prøver (ingen fangst). Årsagerne til de tomme prøver kan være mange, men leder alle frem til den valgte metode, der udelukkende bygger på tilstede-prøver. Samtidig bygger ENFA på en forståelse af sammenhænge mellem miljøforhold og tilstedeværelse af en given fiskeart, som giver faglig mening, nemlig nichen som forklaringsmodel.

Udover tilvejebringelsen af de primære data, observationerne af fisk, vil det næste svage punkt i ENFA'en være, om der kan tilvejebringes de miljømæssige og fysiske parametre, der kan give en tilstrækkelig forklaring på fordelingen af fiskeobservationerne. I nærværende studie er alle de eksterne variable, som direkte kan tilvejebringes, beregnes eller modelleres, inddraget. Desuden er ENFA'en sat til selv at fortælle, hvilke variable der var hensigtsmæssige at arbejde videre med. I nærværende projekt, hvor der er fokus på ændringer i HS, er det kun de fiskearter, som i ENFA'en viste sig at inddrage dækning af dels ålegræs og dels makroalger i den endelige model, som er taget med i resultatbeskrivelsen. Disse to faktorer er de eneste, som ændrer sig mellem de forskellige VVM-scenarier.

Resultaterne af HS-modelleringen er målt og vurderet for forudsigelses-præcision ved at udregne det såkaldte Boyce indeks for modellen og ved hjælp af en Jack-Knife krydsvaliderings procedure, for at udregne en usikkerhed på dette indeks. Det viser sig, at der er stor forskel på Boyce indekset arterne imellem, mange med en forudsigelses-præcision omkring eller lidt under "middel".

Undersøgelsesområdet

Undersøgelsesområdet har som minimum omfattet farvandet mellem Lolland og Fehmarn, men er specifikt blevet defineret ud fra de enkelte undersøgelser formål under hensyntagen til de respektive fiskearter og tidspunkt på sæsonen. Eksempelvis har undersøgelserne af pelagiske æg og larver dækket et relativt stort område fra Langelandsbæltet til et godt stykke ind i Mecklenburgbugten, da de ofte stærke strømforhold hurtigt bringer æg og larver væk fra en eventuel gydelokalitet i Femern Bælt. Omvendt har habitatundersøgelsen overvejende været begrænset til området omkring linjeføringen, idet de udvalgte stationer skulle repræsentere

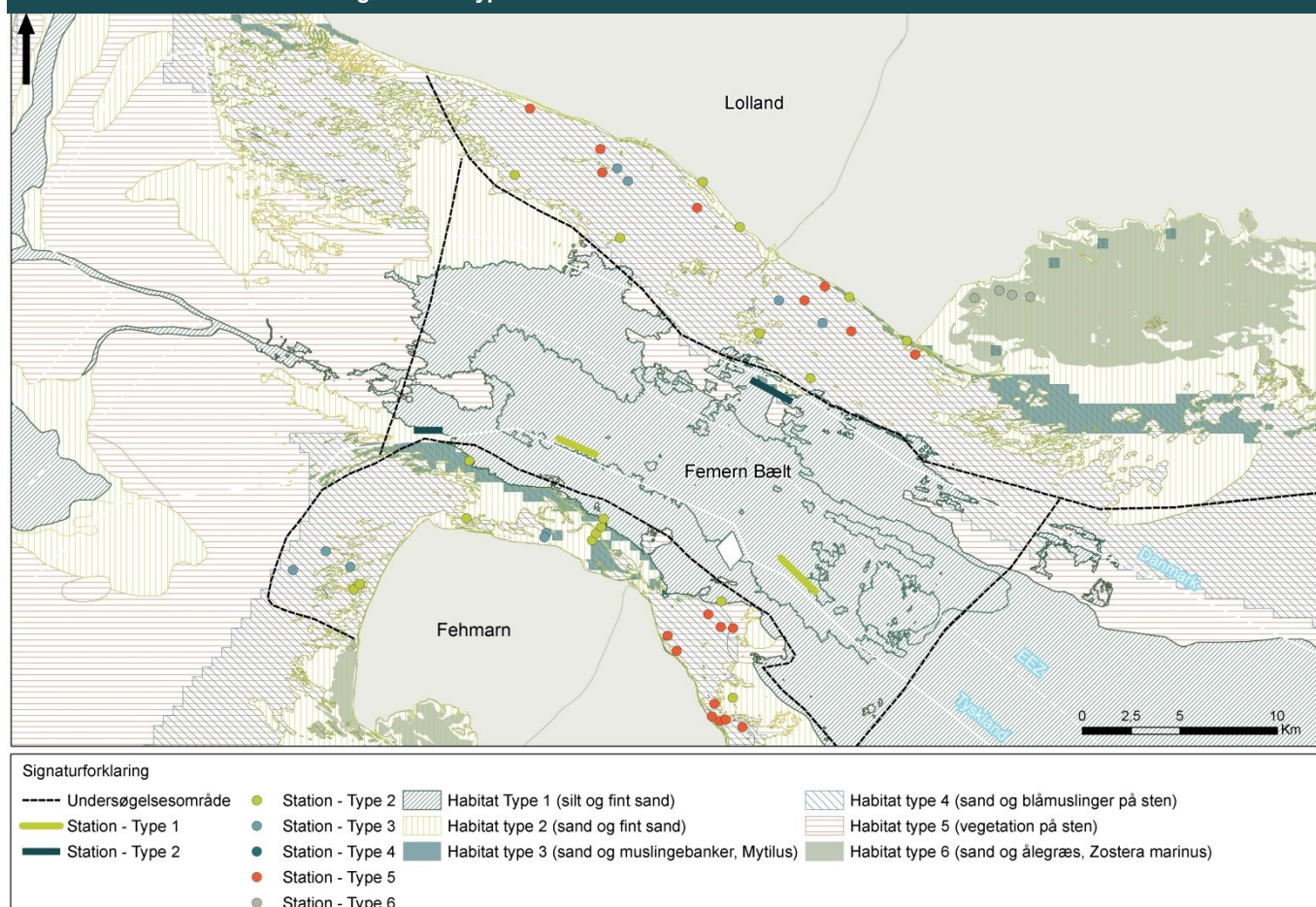
habitater i påvirkningszonen. Mærkningsforsøgene med torsk og ål er derimod som minimum udstrakt til udsætningen i Arkonabassinet for åls vedkommende, men er herefter bestemt af genfangstlokaliteten. For torsks vedkommende er den længst væk registrerede fanget nord for Bornholm, mens en enkelt ål er blevet genfanget så langt væk som i Skagerrak.

Eksisterende forhold

Fiskesamfund i Femern Bælt

Ved kortlægningen er der i alt registreret 69 forskellige fiskearter i hele undersøgelsesområdet i Femern Bælt. Forskellige habitater rummer forskellige fiskesamfund bestemt af sedimenttype, vegetationsforhold og graden af kompleksitet. Kendskab til fordelingen af fisk i forhold til forskellige habitattyper i Femern Bælt kan derfor give vigtig viden til vurdering af eventuelle miljøpåvirkninger. De forskellige habitattyper og deres respektive fiskesamfund, der er blevet undersøgt ved denne kortlægning, fremgår af figur 10.1.8-2.

FIGUR 10.1.8-2 Kortlagte habitattyper i Femern Bælt



Bundlevende fisk

Ved identificeringen af benthiske fiskesamfund er der blevet registreret 57 forskellige fiskearter. Af disse forekom 43 arter langs Fehmarn, som dermed er det mest artsrige delområde blandt de tre undersøgte delområder i Femern Bælt. Dernæst kommer området langs den lollandske kyst, hvor 37 fiskearter er blevet registreret. De centrale og dybere dele af Femern Bælt er de mest artsfattige områder med kun 10 forskellige arter af de bundlevende fisk.

Generelt er de vestlige og nordvestlige områder ved Fehmarn med sandbund vigtige områder for fladfisk, hvor skrubbe og til dels ising dominerer. Torsk dominerer i de stenede habitater med

algevegetation langs Fehmarns østlige og sydøstlige kyster. Langs Lollands kyst er torsk ligeledes den dominerende art i områder med sten, blåmuslinger og vegetation, mens ising og hvilling er mere talrige på sandbund. I Rødsand Lagune med ålegræs dominerer mindre arter som tre- og nipigget hundestejle, ålekvabbe og flere arter af kutling. I de dybere, centrale områder af Femern Bælt med blød bund dominerer ising, men også torsk, hvilling og rødspætte er til stede i relativt stort antal.

Baseret på analyser af fangsterne i de undersøgte levesteder kan to bentiske fiskesamfund identificeres omkring Fehmarn, mens området omkring Lolland kan inddeles i fire fiskesamfund. I de centrale dele af området i Femern Bælt er der identificeret et fiskesamfund.

Fehmarn

Langs Fehmarns østkyst er der registreret et artsrigt fiskesamfund, hvor torsk er den dominerende art efterfulgt af havkarusse, skrubbe, hvilling og almindelig ulk, som også udgør en stor del (figur 10.1.8-3 A). Dette samfund er knyttet til bundtyper med sand og blåmuslinger på sten eller vegetation på sten. Kutlinger, skrubber og plettet tobiskonge forekommer hyppigere på det lave vand sammenlignet med det dybe, hvor hvilling, almindelig panserulk og havkarusse oftest er repræsenteret. Torsk udgjorde størstedelen af fangsterne hele året, mens mængden af skrubber faldt fra sommer til efterår og vinter, hvilket skyldes de voksne individers vandring mod det dybere vand, hvor de gyder i januar og februar. Desuden faldt fangsten af havkarusse kraftigt mellem efterår og vinter, og ingen individer blev fanget fra januar - marts, antageligt fordi havkarussen er inaktiv i vintermånederne.

Det andet fiskesamfund er vidt udbredt langs Fehmarns nordlige og nordvestlige kyst i områder med fint sand, sand og muslingebanker. Fladfiskene ising og skrubbe er dominerende, men samfundet er også karakteriseret af arter som torsk, hvilling, panserulk og almindelig ulk (figur 10.1.8-3 B). Desuden er andre fladfiskearter såsom rødspætte, almindelig tunge og pighvarre hyppigere repræsenteret i dette samfund end i andre områder.

Forekomsten af almindelig tunge og pighvarre varierer mellem årstiderne, og der er således ikke fanget tunge efter oktober og pighvarre fra december - marts. Ising dominerer på det dybe vand (> 7 m), mens skrubbe dominerer på det lave vand (< 7 m). Panserulk og tobiser forekommer også oftere på dybt vand, mens kysttobis næsten udelukkende bliver fanget på det lave vand. Forekomsten af skrubber er relativ høj hele året, men topper om sommeren. Generelt er fangsterne i dette samfund lavest i efteråret. Andelen af "andre" fiskearter er relativ høj, hvilket skyldes, at der er stor tidsmæssig variation, og at den samlede forekomst af den enkelte art over hele året derfor er lav. Et stort antal tobiser bliver fanget om sommeren og efteråret, hvorimod sild og brisling udgør en stor del af "andre" arter i forår og vinter.

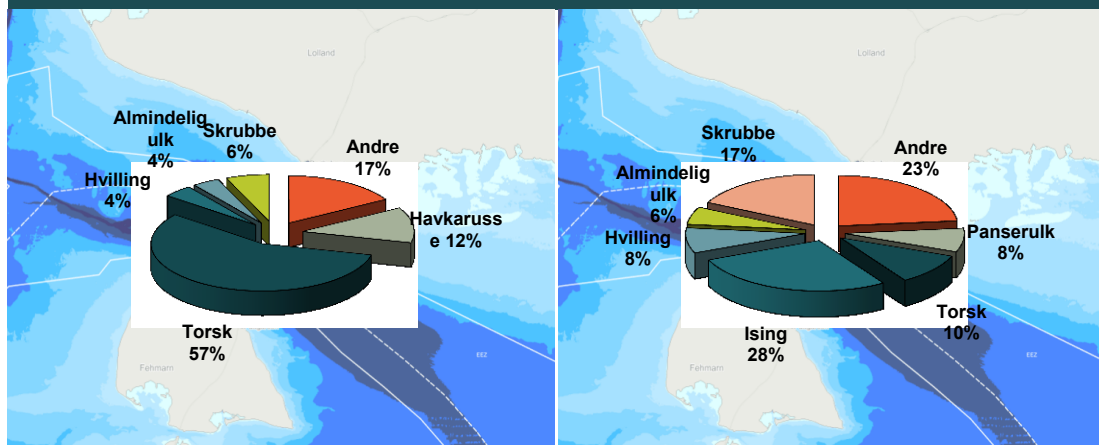
Femern Bælt

I de dybere centrale områder af Femern Bælt, hvor bunden består af mudder, fint sand og sand, er ising klart dominerende. Rødspætte, hvilling, torsk og skrubbe er dog også vigtige karakterarter i dette samfund (figur 10.1.8-3 C). Forekomsten af skrubber falder sommer og efterår, hvor de vandrer ind til kystnære fødesøgningsområder. Om vinteren stiger forekomsten igen, når skrubberne vandrer tilbage mod gydeområderne i de dybere dele. Det samme mønster ses hos torsk og rødspætter. Der er generelt store sæsonmæssige variationer i dette fiskesamfund, hvilket delvist skyldes hestemakreller, som bliver fanget i meget højt antal om vinteren, mens kun få bliver fanget resten af året.

Lolland

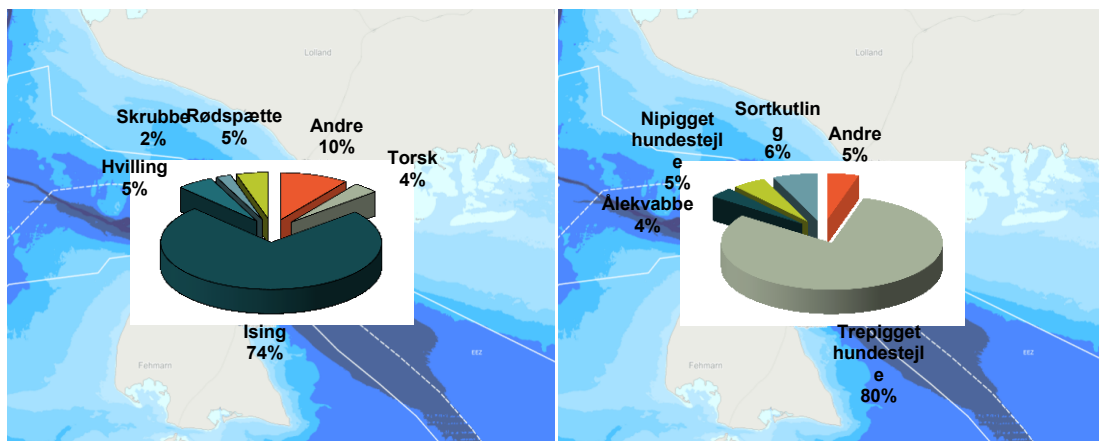
På Lollands kyst er et særligt fiskesamfund identificeret i Rødsand Lagune, som repræsenterer et mere beskyttet område med udbredt dække af ålegræs. Her er fiskesamfundet karakteriseret ved små fiskearter såsom tre- og nipigget hundestejle, sortkutling, ålekvabbe og aborre, hvoraf aborre kun forekommer sporadisk eller er helt fraværende i andre fiskesamfund (figur 10.1.8-3 D). Artsdiversiteten er lav, hvilket delvist skyldes det høje antal af trepigget hundestejler.

FIGUR 10.1.8-3 Den relative fordeling af fiskearter i Femern Bælt



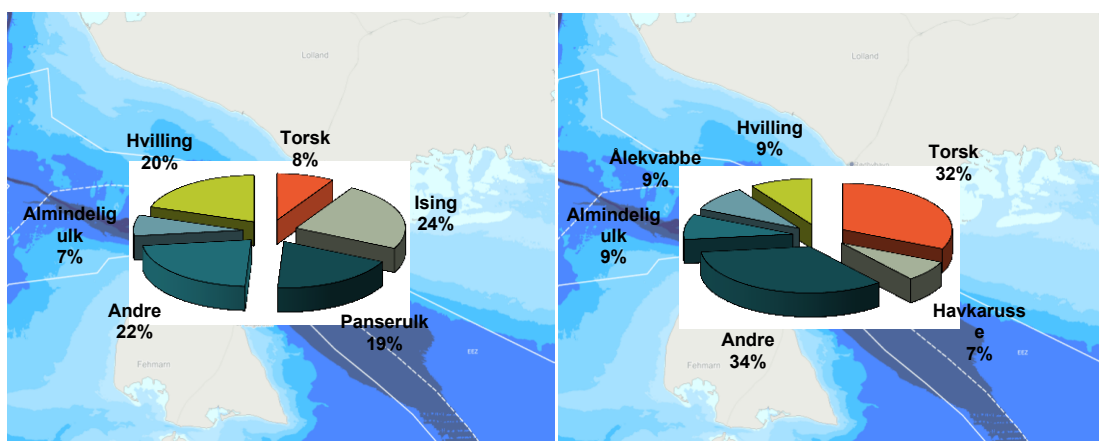
A. Fehmarn, sand og muslinger på grus og sten eller vegetation på grus eller sten

B. Fehmarn, fint sand og sand eller sand og muslingebanker (*Mytilus edulis*)



C. Femern Bælt, mudder og fint sand eller fint sand og sand

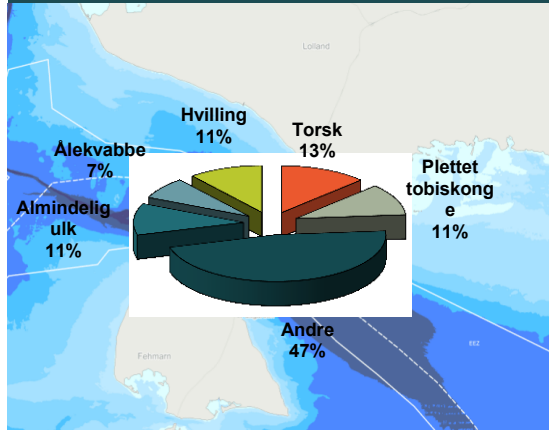
D. Lolland, sand og ålegræs



E. Lolland, fint sand og sand (dybere vand 14 - 15 m)

F. Lolland, sand og muslingebanker (*Mytilus edulis*) eller vegetation på grus og sten

FIGUR 10.1.8-3 Den relative fordeling af fiskearter i Femern Bælt



G. Lolland, fint sand og sand (lavt vand 2 - 3 m)

Note: Pct. af CPUE af antal fisk i de syv forskellige bundlevende fiskesamfund relateret til område og type af levested. A og B er fra området 'Fehmarn', C er fra området 'Femern Bælt', mens D-G er fra området "Lolland"

I de sandede dybere områder (14 - 15 m) langs Lollands sydkyst er der fundet et fiskesamfund, karakteriseret af arter som ising, hvilling, panserulk, torsk og almindelig ulk (figur 10.1.8-3 E). Ising er den klart mest dominerende art om foråret, mens hvilling udgør den største andel af fangsten om sommeren og efteråret. Antallet af hvillinger er lavt om vinteren, hvor de vandrer ud på det dybere vand. Panserulk og almindelig ulk udgør en stor andel af den samlede fangst om vinteren. Artsdiversiteten i dette samfund er lav sammenlignet med fiskesamfundet i de mere lavvandede sandede områder langs Lollands kyst.

Fiskesamfundet i områder med sand, muslingebanker og/eller med vegetation på sten langs Lollands sydkyst på 6 - 9 m dybde er kendetegnet ved arter som torsk, ålekvabbe, almindelig ulk, hvilling og havkarusse (figur 10.1.8-3 F). Artsdiversiteten er høj, og andelen af "andre" arter er høj sammenlignet med andre fiskesamfund. Langtornet ulk og almindelig ulk svømmer mod lavvandede områder om vinteren for at gyde, mens hvillinger vandrer ud på dybere vand om vinteren. Den relative forekomst af torsk og havkarusse i disse levesteder er signifikant højere end i sandede områder.

I de lavvandede områder (2 - 3 m) med sand langs Lollands sydkyst er fiskesamfundet, domineret af torsk, hvilling, plettet tobiskonge, almindelig ulk og ålekvabbe (figur 10.1.8-3 G). Fiskesamfundet er væsentligt forskelligt fra de sandede områder på dybere vand og ligner i højere grad det forrige beskrevne samfund. Torsk forekommer relativt ofte hele året igennem, mens hvilling stort set forsvinder om vinteren. Den relativt store forekomst af plettet tobiskonge er størst om sommeren, da tobiskongen opsøger dybere vand om vinteren. Forekomsten af almindelig ulk stiger om efteråret og om vinteren, da de opsøger lavvandede områder for at gyde. Artsdiversiteten og andelen af "andre" fisk er høj. I foråret er antallet af sild højt, mens tangsnarre og langtornet ulk udgør en stor andel af "andre" arter om efteråret.

Fiskesamfundene på lavere end 2 m dybde er domineret af mindre arter som tre-pigget hundestejle og sandkutling, men også nålefisk, tobiser og unge stadier af de pelagiske arter sild og brisling findes her.

Pelagiske fisk

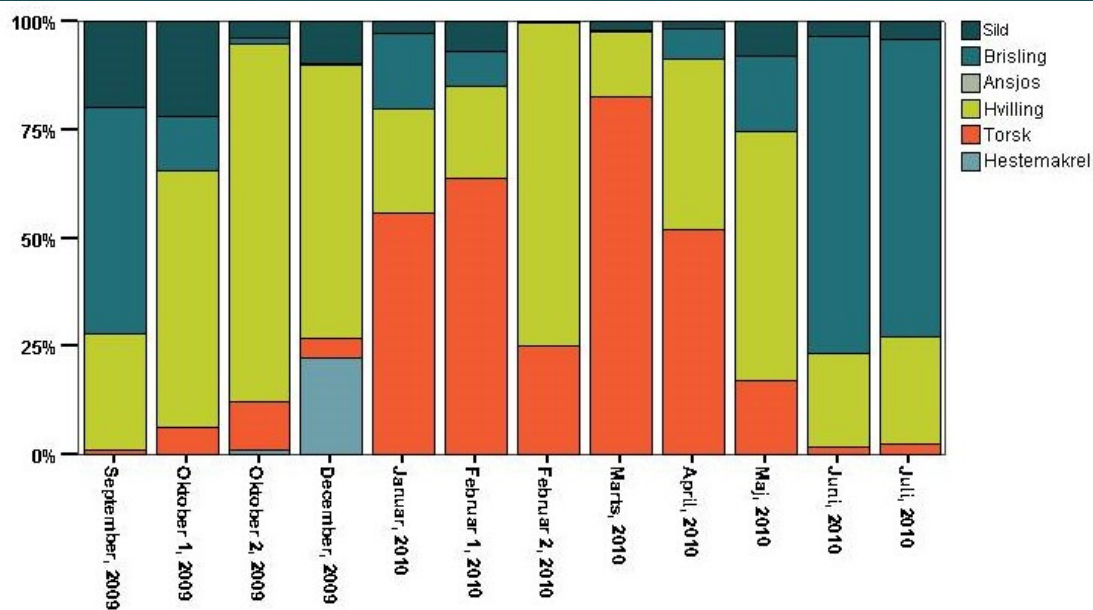
Fisk, som lever i de frie vandmasser, betegnes som pelagiske. De akustiske undersøgelser danner grundlaget for vurderingen og beskrivelsen af den sæsonmæssige variation i udbredelse, herunder vandring af pelagiske og semipelagiske fisk gennem Femern Bælt samt i og omkring linjeføringskorridoren. Torsk kan både optræde som bundlevende fisk, men også som pelagisk fisk, hvorfor den betegnes som værende semipelagisk.

Det pelagiske fiskesamfund i Femern Bælt omfattede mindst 10 arter, hvoraf sild, brisling, hvilling og torsk er de vigtigste. Hornfisk og hestemakrel optræder også i relativt stort antal, omend mere sporadisk, når de gæster Femern Bælt i sommermånederne.

Området omkring korridoren for Femern Bælt-forbindelsen er et af fokusområderne i Femern Bælt, og undersøgelserne viser, at sild og brisling ikke optræder i større mængder her end andre steder i bæltet. Endvidere er tætheden af pelagiske fisk i Femern Bælt generelt lavere end i andre dele af Østersøen og Øresund. Set over året er variationen i fordelingen af det pelagiske fiskesamfund tydelig, hvilket illustreres af biomassevariationen i trawlfangsterne af pelagiske og semipelagiske fisk i området (figur 10.1.8-4).

Årstidsvariationerne viste, at brisling, der ellers er dominerende art i forårs- og sommermånederne, ikke optræder i fangsterne om vinteren. Dette skyldes, at brisling overvintrer i de dybere dele af den centrale Østersø og derfor er fraværende i fangsterne. Sild er til stede om foråret, hvor den forårsgydende sild efter gydning vandrer mod fødesøgningsområderne og om efteråret, hvor en del af sildene vandrer tilbage fra fødesøgningsområderne mod gydeområdet. I efterårs- og vintermånederne domineres fangsterne af hvilling. Hvilling udgør dog en stor del af de samlede fangster hele året. Torsk er stort set fraværende om sommeren, mens tætheden er høj om vinteren.

FIGUR 10.1.8-4 Vægtfordeling af fisk i trawlfangster - målt i pct.

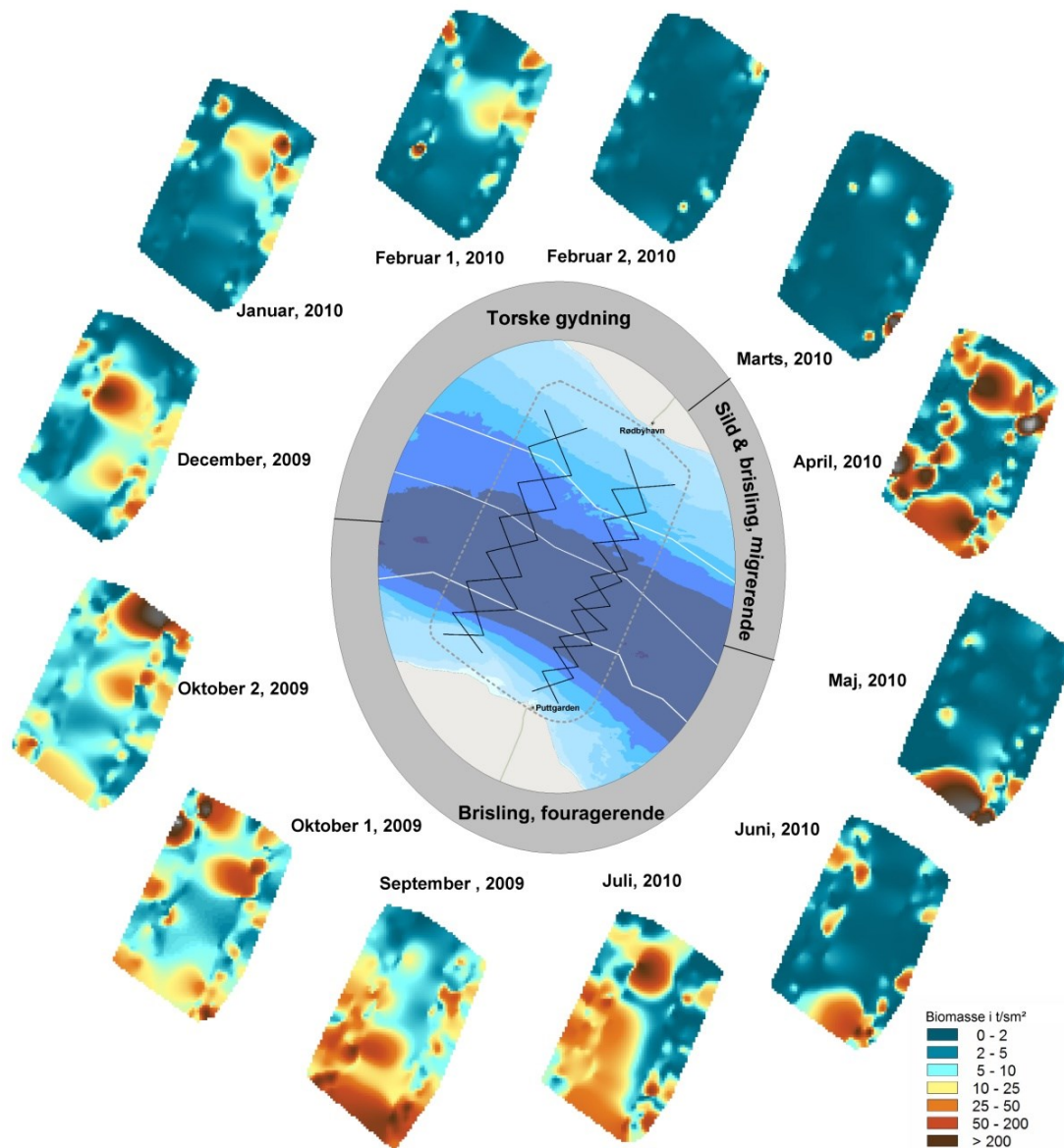


Note: Figuren viser fordelingen af pelagiske og semipelagiske fisk i området omkring linjeføringskorridoren ved forskellige tidspunkter

Der er stor variation i den geografiske fordeling af pelagiske fisk langs linjeføringskorridoren gennem hele året (figur 10.1.8-5). Det antages, at disse ændringer hovedsageligt skyldes sammensætning af arter, tætheden og ændringerne i foretrukne levesteder mellem årtiderne for visse arter. Der er fundet forskellige "hot spots" i Femern Bælt gennem året. I december, januar og tidlig februar er tætheden af pelagiske fisk højest i de dybe og åbne vandmasser, mens tætheden er lavest i de kystnære områder. Dette mønster kan skyldes den lave temperatur, der tvinger fiskene ud i dybere områder og afspejler visse pelagiske fiskearters livscyklus. Tætheden er meget lav i februar og marts. Fra april - september er tætheden særlig høj langs Fehmarns nordlige kyst, hvorimod de højeste tætheder forekommer langs Lollands kyst i oktober.

Pelagiske fisk vandrer gennem Femern Bælt, men det er vanskeligt at kortlægge specifikke vandringsmønstre ud fra disse hydro-akustiske undersøgelser. Det antages dog, at fordelingsmønstret af pelagiske fisk, primært sildefisk, i april - maj primært afspejler begyndelse af vandringen fra gydeområder mod fødesøgningssområder uden for Femern Bælt. Det lave antal af sild i foråret 2010 antyder, at Rügen-silden efter gydning overvejende vandrer gennem Øresund for at søge føde i Kattegat og Skagerrak.

FIGUR 10.1.8-5 Den geografiske fordeling af pelagiske fisk i området omkring den forventede linjeføringskorridor i forhold til årstid



FIGUR 10.1.8-5 Den geografiske fordeling af pelagiske fisk i området omkring den forventede linjeføringskorridor i forhold til årstid

Note: Figuren viser de hydroakustiske trækruter, der blev foretaget månedligt ved kortlægningen af pelagiske fisk (i midten af figuren), samt resultaterne af hvert togt udtrykt som fordelingen af biomassen af fisk langs den planlagte linjeføring (i periferien af figuren). Figuren angiver desuden væsentlige forhold i fiskebestanden, som kan være medvirkende til at påvirke tætheden og artssammensætningen i det pelagiske fiskesamfund i løbet af året (grå ring i figuren)

Typiske fiskearter i Femern Bælt

Femern Bælt spiller en vigtig rolle i vandskiftesystemet i Østersøen og er en vigtig passage for vandrende torsk, sild og blankål, lige såvel som det er gydeområde for en række arter inkl. torsk og fladfisk generelt. Under scoping-processen blev der identificeret en række vigtige miljøkomponenter: Den østlige og vestlige torskebestand, den vestlige østersø-sild, europæisk ål, brisling, fladfisk og fiskefauna på lavt vand (små arter), som primært er udvalgt på baggrund af deres økologiske vigtighed i lokal såvel som regional sammenhæng. På nær fiskefaunaen på lavt vand har disse bestande og nøglearter ligeledes økonomisk betydning for de fleste lande i Østersøområdet. Betydningen af Femern Bælt for gydning, drift af æg og larver, opvækst og fødesøgning samt vandring for hver art er vurderet.

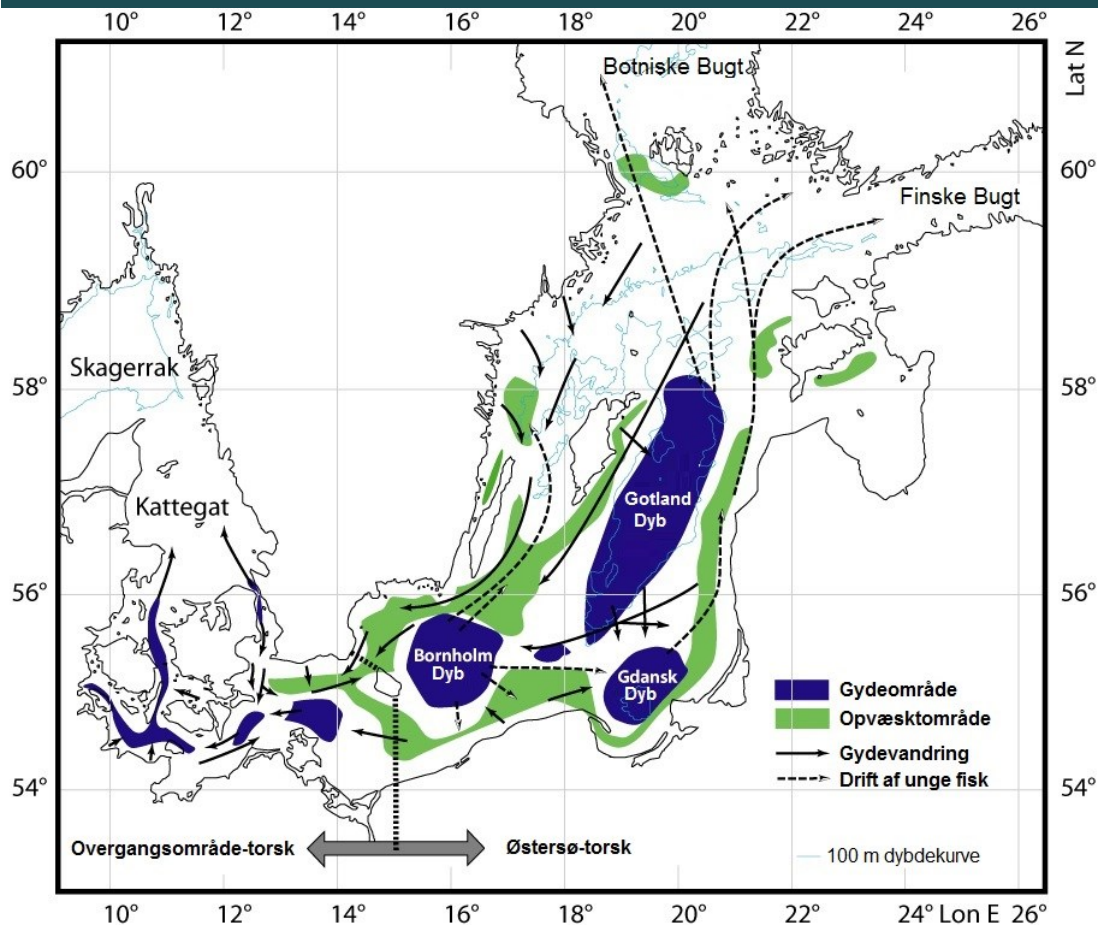
Torsk

Torsk i Østersøen lever på grænsen af deres økologiske udbredelse, da Østersøen er et brakvandsområde. Der findes to bestande af torsk i Østersøen: Den vestlige østersø-torsk, som findes i området vest for Bornholm til Bælthavet og Øresund, og den østlige østersø-torsk, som forekommer øst for Bornholm (Bagge og Thurow 1993). Begge bestande er af stor økologisk og økonomisk betydning. De to bestande kan blandt andet adskilles genetisk. Den østlige østersø-torsk er for eksempel genetisk tilpasset et liv ved en lavere saltholdighed. Desuden gyder den vestlige Østersø-torsk tidligere end den østlige.

Udbredelsen og tætheden af torskebestandene i Østersøen har varieret meget gennem årene både på grund af biologiske årsager og menneskelige påvirkninger såsom fiskeri. Antallet af egnede levesteder varierer meget afhængig af miljøforhold, specielt iltforhold og saltholdighed (Köster et al. 2003). Fiskeritrykket, tætheden af byttedyr og omfanget af prædation fra sild, brisling og torsk på æg og yngel er de faktorer, der påvirker torskebestanden mest. Bestandene af østersø-torsk er faldet dramatisk siden 1980'erne indtil for ganske nylig, hvor de efter en række år med restriktive fangstkvoter er i fremgang, specielt den østlige bestand.

Torsk gyder i de dybe åbne vandmasser, hvor æg og larver svæver frit i vandsøjlen. Gydeperioden for den enkelte fisk varer ca. to måneder. Hovedgydeområderne i den vestlige Østersø er dybe områder (> 20 m) i Kiel Bugt, Femern Bælt og Mecklenburg Bugt (figur 10.1.8-6). Arkonabassinet anses for at være en blandingszone mellem de to bestande, hvor de begge gyder, men på forskellige tidspunkter (Bagge og Thurow 1993).

FIGUR 10.1.8-6 Vandringsruter, gyde- og opvækstområder for torsk i den vestlige og centrale del af Østersøen



Note: I de sidste årtier har Gdansk Dybet og Gotlands Dybet ikke været anset som vigtige gydeområder på grund af fald i saltholdighed og ilt som følge af mangel på inflow af saltvand fra Nordsøen. (Aro 2000, modificeret fra Bagge og Thurow 1993)

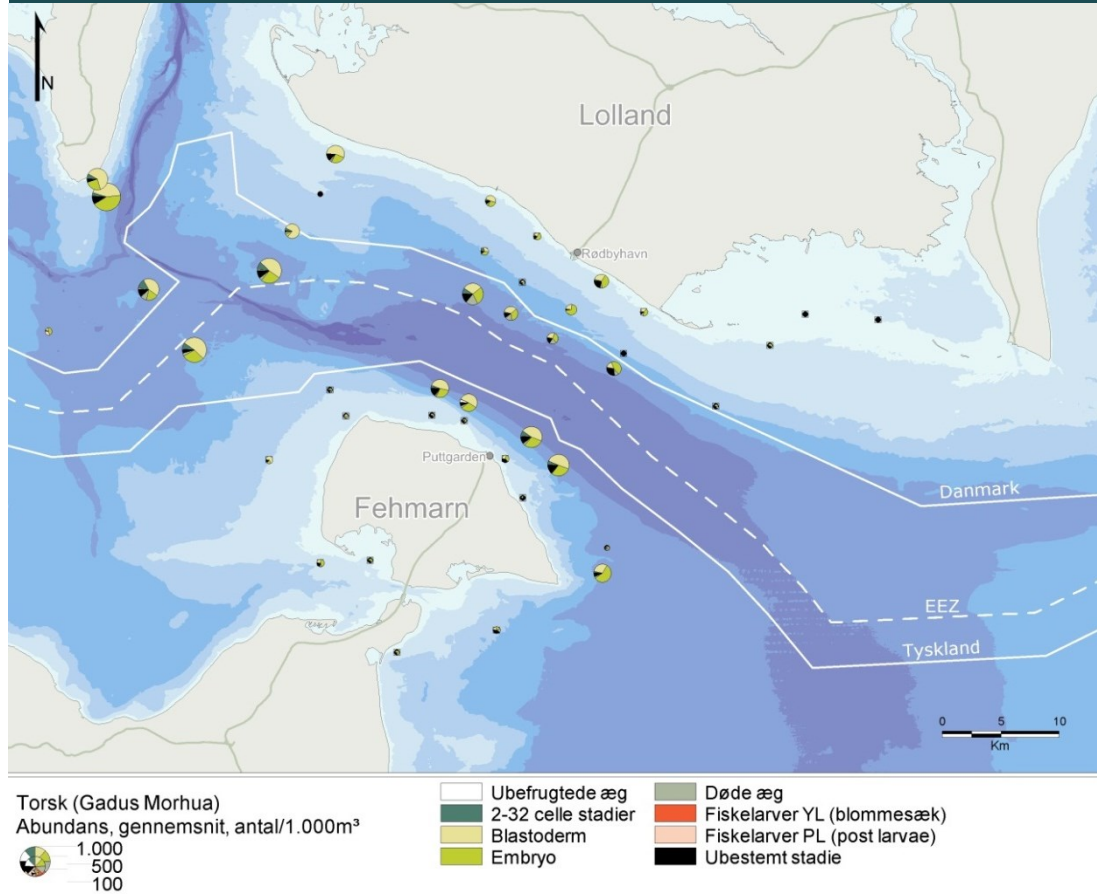
Gydesæsonen varierer mellem de to bestande, hvilke separerer dem reproductivt. Tidligere undersøgelser har vist, at den vestlige bestand gyder fra februar - maj og topser i marts - april, mens den østlige bestand gyder fra juni - september og topser i juni - august (Bleil et al. 2009).

Gydningen er begrænset til områder med tilstrækkelige høje saltholdigheder, som gør det muligt at opnå succesfuld fertilisering. Den vestlige bestand kræver en saltholdighed på ca. 15 psu for aktivering af sædcellerne, mens ca. 20 psu kræves for, at opdriften på æggene er neutral. En lavere saltholdighed vil forårsage, at æggene synker ned til bunden og enten dør på grund af lav iltkoncentration i de dybe vandlag eller ved direkte kontakt med bunden. Desuden er en iltkoncentration på mere end 2 mg/l nødvendig for at æggene udvikler sig.

Ændringer i saltholdighed og iltkoncentration har derfor stor indflydelse på torskebestanden. Salt- og iltforhold i Østersøen afhænger af indstrømning af saltvand fra Kattegat og Nordsøen. Disse indstrømninger forekommer yderst uregelmæssigt med flere års mellemrum op til ca. 10 år. I perioder uden indstrømninger forringes muligheden for en succesfuld reproduktion hos torsk.

Nærværende undersøgelser i Femern Bælt viser, at gydningen hovedsageligt foregår i december - marts, hvor tætheden af torskeæg er sammenlignelig med den maksimale tæthed fundet i andre kendte gydeområder som f.eks. Bornholmerdybet. Størstedelen af æggene blev fanget i februar - marts i de dybere dele (>10 m) af Femern Bælt, især ud for Fehmarns nordlige kyst og i området mellem Langeland, Lolland og Fehmarn (figur 10.1.8-7).

FIGUR 10.1.8-7 Gennemsnitlig forekomst af torskæg og larver i Femern Bælt 2008 - 2010



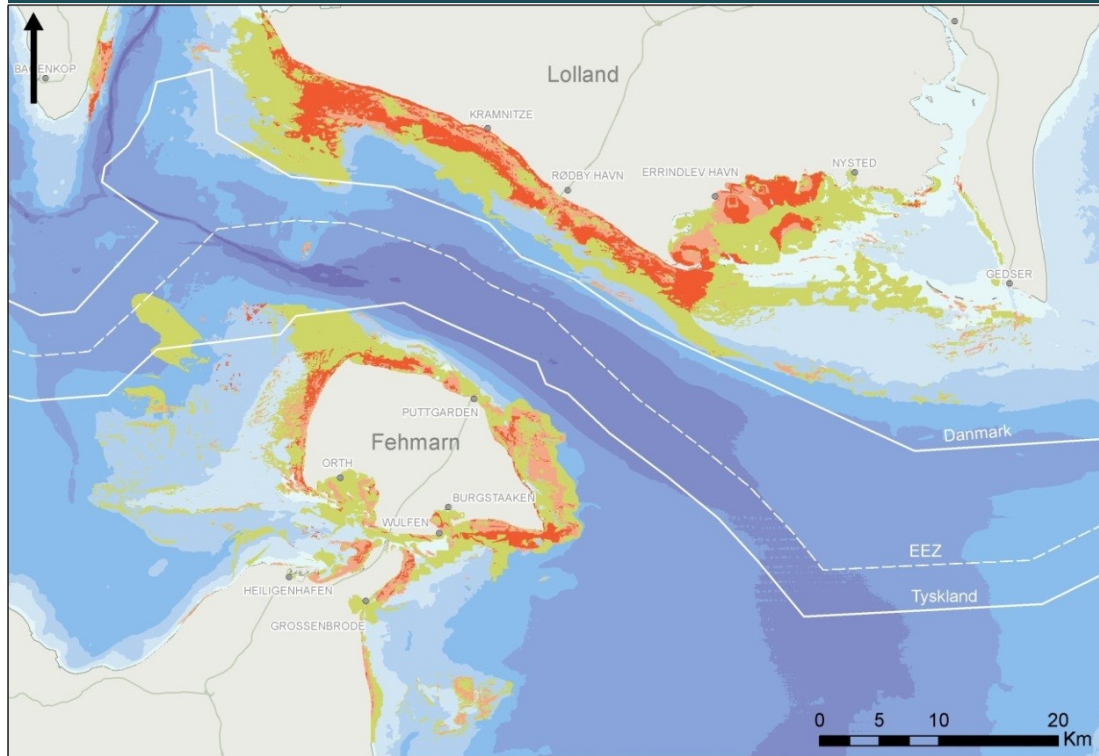
I alt vurderes mindst 4 pct. af den vestlige torskbestand at gyde i Femern Bælt. De væsentligste gydeområder er lokaliseret til de dybe, centrale dele af Femern Bælt samt området mellem Fehmarn og Langeland.

Efter gydningen driver æggene passivt rundt indtil de klækker efter ca. 14 dage. Larverne driver mod kysterne, hvor de juvenile torsk søger skjul mellem den tætte vegetation. Efter ca. tre måneder i disse beskyttede opvækstområder bevæger fiskene sig ud på lidt dybere vand.

Selvom den vestlige østersøtorskebestand er mindre end den østlige, har tidligere undersøgelser peget på, at drift af larver fra den vestlige bestand bidrager i en ikke ubetydelig grad til rekrutteringen af den østlige østersøtorskebestand. Torsk, gydt i Femern Bælt og Mecklenburg bugt, er således genfundet i fangster af torsk øst for Bornholm. Modelleringer foretaget i forbindelse med nærværende kortlægning tyder dog ikke på nogen transport af betydning af æg og tidlige larvestadier fra den vestlige til den østlige Østersø. Tidligere modeller har blandt andet manglet data omkring den vertikale fordeling af æg og ikke taget højde for, at densiteten ændres gennem udviklingen af disse tidlige livsstadier.

Undersøgelserne af fiskesamfundene på lavt vand viser, at Femern Bælt har betydning for opvæksten af unge torsk. Særligt områder med sten, vegetation og muslinger langs Lollands sydkyst rummer mange småtorsk (figur 10.1.8-8), mens de dybere dele af bæltet kun rummer betydelige mængder af voksne torsk i forbindelse med gydeperioden. Femern Bælt må således antages at være af mindre betydning for fødesøgningen for voksne torsk.

FIGUR 10.1.8-8 Egnethed af habitater for juvenile torsk i de lavvandede områder ved Femern Bælt



Torsk Habitatindeks
 10 - 40 70- 100
 40 - 70 Land

Torsk vandrer ofte mellem gyde- og fødesøgningsområder, men mærkningen af torsk på gydeområderne i Femern Bælt ved nærværende kortlægning viser ingen simple migrationsmønstre. Efter gydningen opsøger torskene fødesøgningsområder fordelt på hele den vestlige Østersø, og en del af torskene vender tilbage til samme gydeområde det efterfølgende år. Femern Bælt er således en betydningsfuld vandringskorridor for torsk.

Hvilling

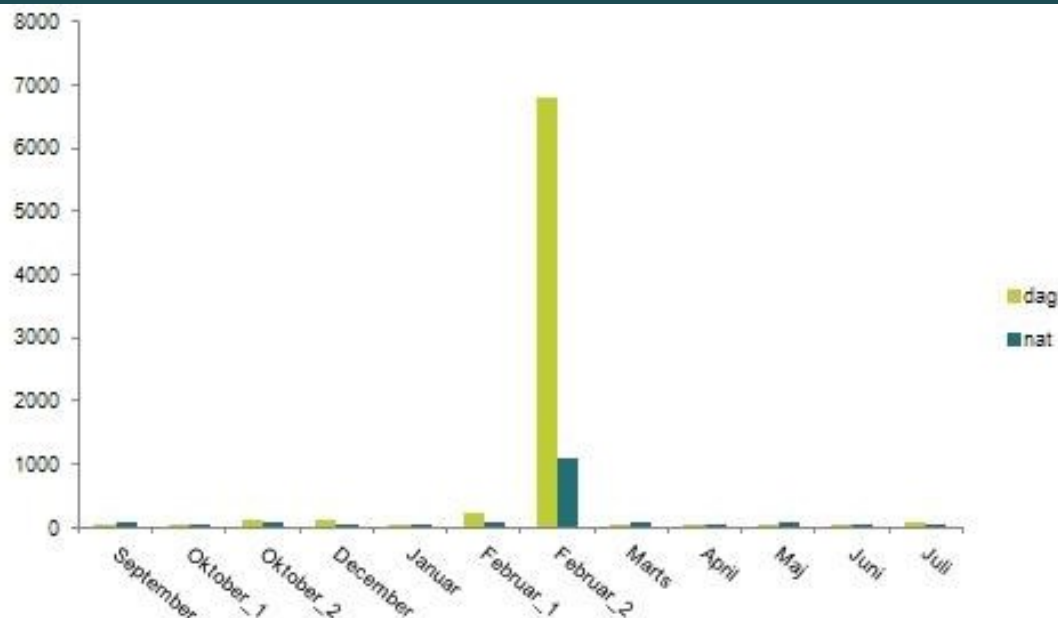
Hvilling var ikke en fokusart udpeget ved scoping, men under kortlægningen viste hvilling sig at være en af de mest dominerende arter i Femern Bælt. Hvilling er en torskefisk, der er mere tilknyttet de frie åbne vandmasser end torsk. Den er en af de mest talrige og udbredte torskefisk i Nordsøen, som kun lejlighedsvist besøger Østersøen i modsætning til torsk. Undersøgelserne har imidlertid vist, at hvilling findes i stort antal i Femern Bælt gennem det meste af året. Hvilling gyder i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat i foråret, mens der ikke er nogen kendte gydeområder i Østersøen (Worsøe et al. 2002). Æg og larver transporteres med strømmen eller ved aktiv svømning til de indre danske farvande, hvor der er gode opvækstforhold.

De gelelektroforetiske undersøgelser har vist, at alle æg fra torskfamilien, fanget fra marts - august 2009, var torskeæg og ikke hvillingeæg, hvilket understøtter, at hvilling ikke gyder i Femern Bælt.

Tilstedeværelsen af hvilling i Femern Bælt varierer gennem året, hvor de udgør mellem 4 - 20 pct. af fangsten pr. indsats (CPUE, Catch Per Unit Effort) langs kysten af Fehmarn og Lolland, overvejende bestående af opvoksede hvillinger. Størrelsen på hvillingerne i trawlfangsterne fra de dybere dele af Femern Bælt indikerer, at hvillingerne ankommer til Femern Bælt i løbet af efteråret, hvor middelstørrelsen var som mindst med 5 - 6 cm i september, hvorimod kønsmodne hvillinger tager tilbage til gydeområderne i Kattegat, Skagerrak og Nordsøen i det tidlige forår. Hvillinger bliver kønsmodne som 2-årige med en minimumslængde på ca. 20 cm, og i trawlfangsterne fra februar forekom et meget stort antal hvillinger med en gennemsnitslængde på ca.

25 cm (figur 10.1.8-9). Femern Bælt har dermed betydning som vandringskorridor for hvilling mellem Østersøen og Nordsøen.

FIGUR 10.1.8-9 Gennemsnitlig CPUE for hvilling i Femern Bælt, september 2009 - juli 2010



Note: CPUE er angivet i g/1.000 m² for hvilling fra de 12 kontinuerlige togter med TV3 bundtrawl

Sild

I danske farvande er der historisk set blevet skelnet mellem den forårsgydende og den efterårsgydende vestlige østersø-sild, der, som navnene antyder, gyder henholdsvis forår (februar - maj) og efterår (september - november). Begge sildestammer foretager vandring mellem gydepladserne i vestlige Østersø og fødesøgningsområderne i Kattegat, Skagerrak og Nordsøen, hvormed de passerer stræder og bæltet i Danmark. Senere års genetiske undersøgelser vidner dog om, at der er tale om en række mere eller mindre genetisk forskellige sildestammer, både lokale stammer såvel som stammer kommende langvejs fra, som f.eks. den vintergydende nordsø-sild (Bekkevold et al. 2007).

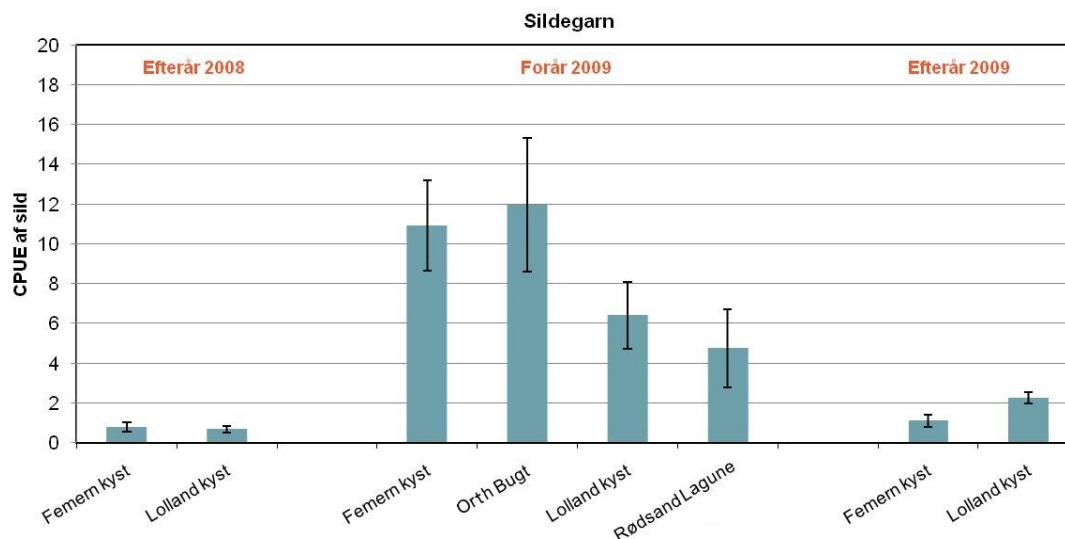
Generelt er antallet af efterårsgydende sild gået stærkt tilbage siden 1970'erne, hvilket har medført at bestanden nu er på HELCOM's rødliste over truede arter. Hvad denne tilbagegang skyldes er ikke klarlagt, men iltmangel i Østersøen har været diskuteret som en mulig grund. Bestanden af forårsgydende sild har derimod været forholdsvis stabil over en årrække trods faldende rekruttering i de senere år. I 2009 var rekrutteringen tilmed blandt de lavest observerede, og bestanden vurderes af ICES i de kommende år også at gå tilbage.

Et vigtigt formål ved kortlægningen af sild i Femern Bælt har været at afgøre sildenes herkomst og kortlægge betydningen af Femern Bælt som passagevej for de forskellige sildestammer i området. Særligt med hensyn til den vigtige Rügensild, der gyder ca. 200 km øst for Femern Bælt ved kysterne omkring Rügen. Derudover var målet at vurdere Femern Bælts betydning som gyde- og opvækstområde for både lokalt forankrede og vandrende sild.

Kortlægningens meget små fangster af sild og sildearver to efterårssæsoner i træk tyder på, at der ikke finder sildegødning sted i bæltet på denne årstid (figur 10.1.8-10). Dette understøttes af de intensive dykker- og videoundersøgelser, som ikke kunne identificere gydeområder i området. Fangsterne om foråret viste derimod en betydelig højere forekomst af gydemodne sild, som desuden i højere grad var inficeret med sildeorm i forhold til efterårets fangster. Infektion med sildeorm indikerer, at der er tale om sild, der har søgt føde i Kattegat eller længere nordpå, idet

ormen kun trives ved høje saltholdigheder. Men, som det var tilfældet, om efteråret var andelen af nyligt udlegede sild meget lav, og da der heller ikke kunne påvises gydeområder i løbet af foråret, var størsteparten af sildene i fangsterne sandsynligvis på vandring gennem i Femern Bælt.

FIGUR 10.1.8-10 Gennemsnitlig CPUE for sild fanget i oversigtsgarn langs kysten af Fehmarn og Lolland

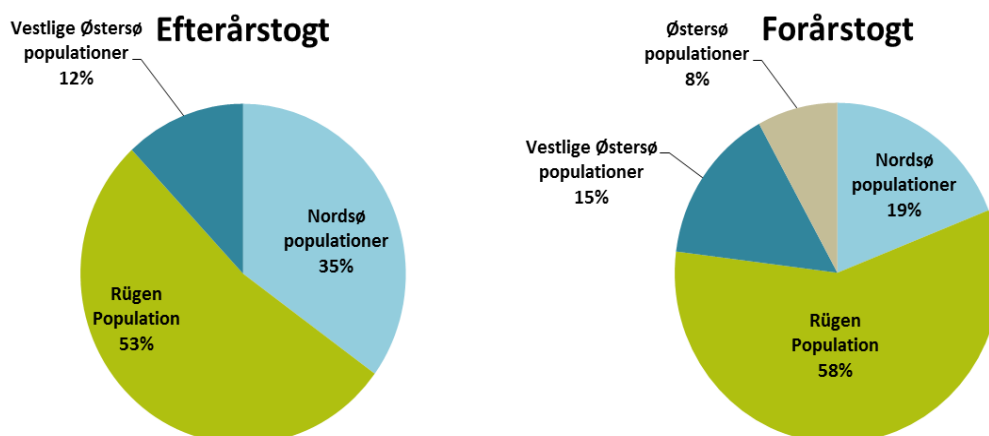


Note: Gennemsnitlig CPUE i biologiske oversigtsgarn for efteråret 2008, forår 2009, efteråret 2009 samt i Orth Bugt og Rødsand Lagune i foråret 2009

Små fangster af sildelarver i bongonet kunne dog spores til at have været klækket i Femern Bælt, men i lyset af langt større tætheder af sildelarver i f.eks. Kiel Bugt og omkring Rügen, er gydeaktiviteten i Femern Bælt beskednen. Området vurderes heller ikke at være et vigtigt opvækstområde for sild, idet forekomsten af sildeyngel ved kortlægningen var meget begrænset.

De genetiske undersøgelser viser, at lidt mere end halvdelen af sildene i fangsterne både forår og efterår efter al sandsynlighed er Rügensild (figur 10.1.8-11). Derudover var der en overraskende stor andel Nordsø-sild, som udgjorde 20 pct. og 35 pct. henholdsvis forår og efterår, mens hovedparten af de resterende sild bedst kunne identificeres som lokale vestlige østersø-sild. Endelig blev der i løbet af foråret påvist et fåtal østlige østersø-sild, der normalt gyder i området fra Hanö Bugt til den Botniske Bugt.

FIGUR 10.1.8-11 Sildepopulationer i Femern Bælt



Note: Procentdel af sild genetisk tilhørende enten Nordsø-, vestlige Østersø-, Rügen- eller Østersø-populationerne indsamlet i Femern Bælt efterår/vinter 2009 og forår 2009

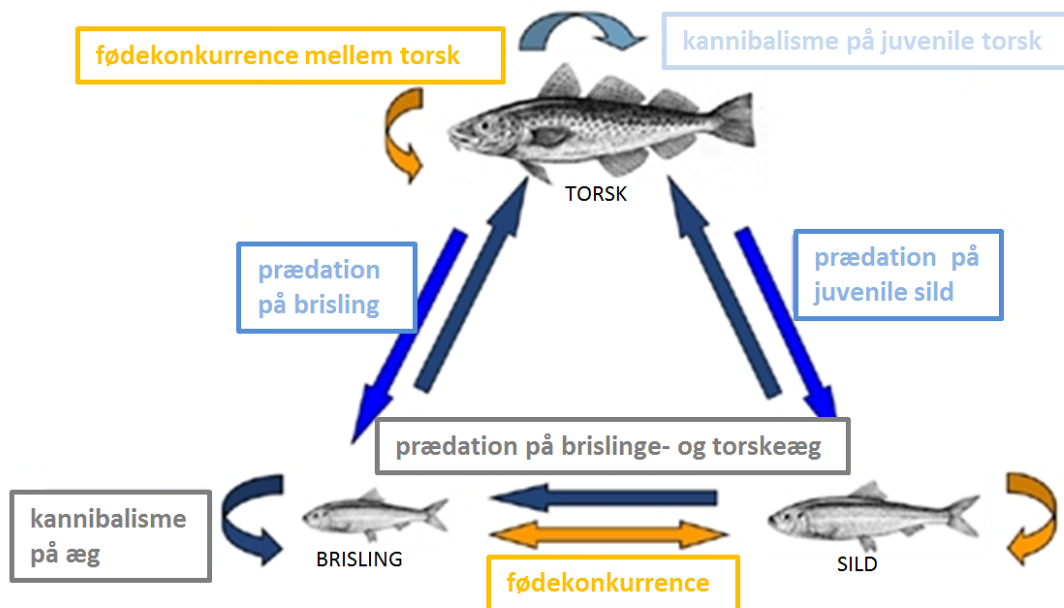
En række tidligere undersøgelser tyder på, at Øresund udgør Rügensildenes foretrukne vej fra fødesøgningsområderne i nord til gydepladserne ved Rügen, hvorimod der har hersket tvivl om, hvilken vej de vælger tilbage efter endt gydning. Sammenlignende analyser af akustiske undersøgelser af sild i Øresund i årene 1993 - 1998 og i Femern Bælt ved denne kortlægning peger på, at Øresund også er den foretrukne vej tilbage, om end op til en femtedel af bestanden formentlig vælger Femern Bælt.

Brisling

I løbet af de seneste 20 år er bestanden af brisling vokset i Østersøen, mens sild og torsk er gået tilbage (Köster et al. 2003). Brisling er sammen med sild blandt de absolut mest talrige i hjemlige danske farvande, hvor de også er hinandens fødekonkurrenter. I Femern Bælt er brisling mest talrig i sommerhalvåret, hvor de ved kortlægningen ofte dominerede fangsterne i trawltrækkene på åbent vand.

Såvel sild som brisling udgør et vigtigt bytte for torsk, som til gengæld påvirkes negativt af, at sild og brisling æder torskens æg og larver (figur 10.1.8-12). En fluktuation i den ene bestand vil derfor som oftest også påvirke de to øvrige bestande (Schnack 2003). Brislingens fremgang i de seneste årtier tillægges almindeligvis eutrofiering, men også det varmere klima kan være en medvirkende årsag. I modsætning til sild har brislingen pelagiske æg, og særligt temperatur synes at være en vigtig faktor for brislings rekruttering og udbredelse.

FIGUR 10.1.8-12 Skematisk figur over konkurrencen mellem brisling, sild og torsk i Østersøen



Note: Forenklet og oversat efter Schnack 2003

Kortlægningen af forekomsten og tætheden af æg og larver fra brisling i Femern Bælt viser, at gydesæsonen falder fra april - august med størst gydeaktivitet i april, maj og juni, hvor mere end 30 pct. af de undersøgte hunners gonader var i en modenhedsgrad fra "aktivt gydende" til udgydt. De observerede tætheder af brislingeæg var størst i maj med otte æg pr. m³, svarende til tætheder fundet i den centrale del af Østersøen ved Gotlandsdybet. Ud fra sammenhæng mellem frugtbarhed og det estimerede antal af æg blev brislingens gydebiomasse i Femern Bælt ved kortlægningen anslået til at være ca. 2.300 t. Der var ikke tegn på fødebegrænsning blandt brislingelarverne, idet deres ernæringsmæssige status var god vurderet på baggrund af forholdet mellem RNA og DNA i cellerne.

Femern Bælt udgør dermed et ikke uvæsentligt gydeområde for brisling, men en beskedent andel af brislingens samlede udbredelsesområde i vestlig og østlig Østersø.

Ål

Den europæiske ål findes i både ferskvand, brakvand og saltvand. Den forekommer fra Nordafrikas vestkyst, ved kysterne langs Middelhavet og i hele Europa inklusiv Østersøen. Ålens livscyklus er i store træk kendt, men da det aldrig er lykkedes at fange kønsmodne ål (blankål) i Sargassohavet, kender man ikke noget til selve gydningen. Efter gydning i Sargassohavet driver æg og larver vestpå med Golfstrømmen. Nær kysterne forvandler larverne sig til glasål, og når de nærmer sig Østersøen, er de blevet til gulål. Nogle gulål søger op i ferskvand, mens andre bliver ved kysten. Når gulålene bliver kønsmodne, udvikler de sig til blankål og begynder vandringen mod gydepladserne i Sargassohavet.

I kraft af sin beliggenhed har Danmark et særligt ansvar for ikke at blokere driften af glas- og gulål til områderne i Østersøen, og for at blankålen uhindret kan vandre tilbage til gydeområdet i Sargassohavet. Den europæiske ål er rødlistet i de fleste europæiske lande, herunder Danmark og Tyskland og er opført på OSPAR-listen over truede arter.

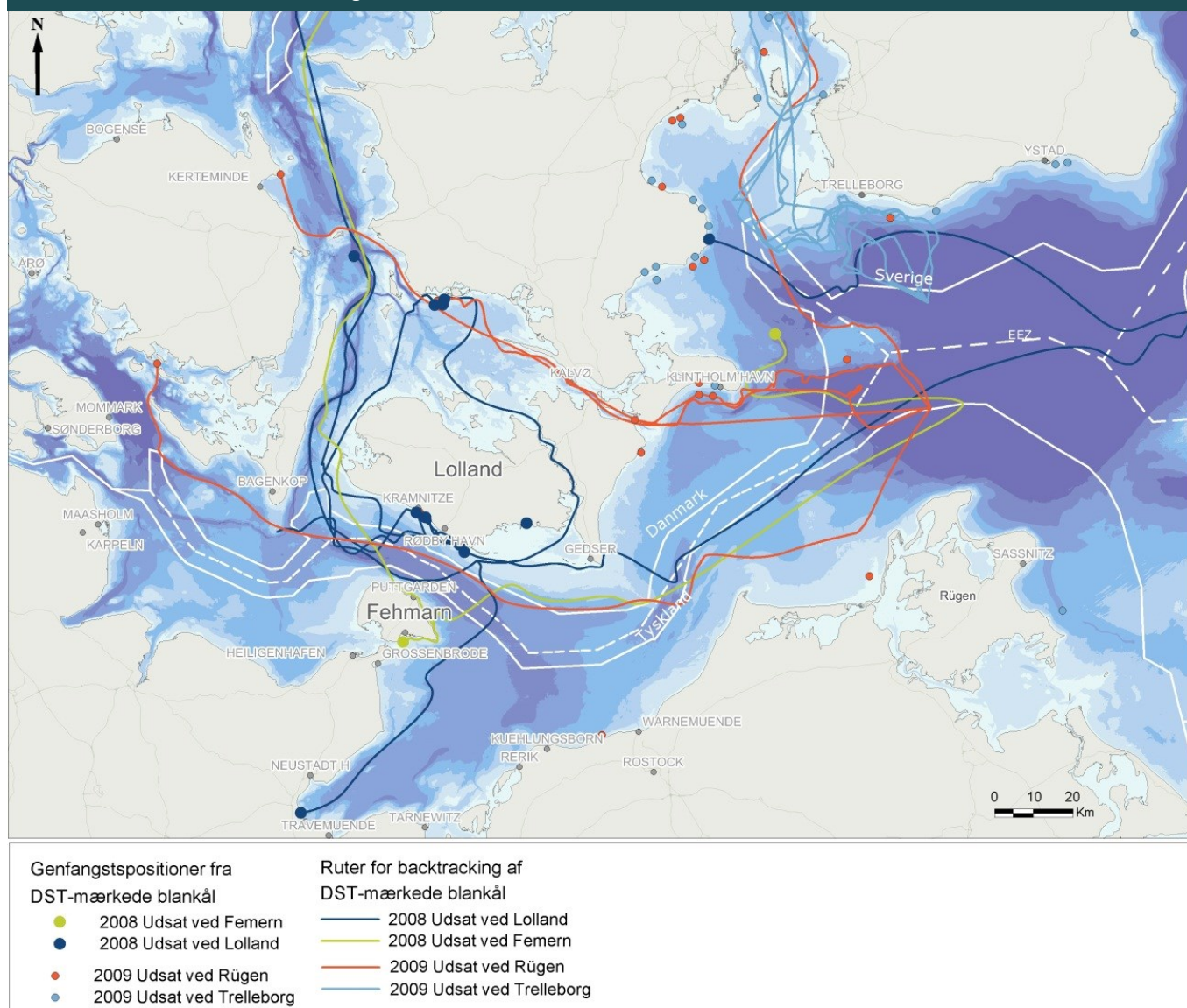
På grund af bestandens store tilbagegang, har EU-Kommissionen iværksat en forvaltningsplan med det formål at bringe bestanden af europæisk ål tilbage til tidligere niveauer. Planen skal sikre, at mindst 40 pct. af bestanden har mulighed for at komme fra floder og indsøer til havet, og hver medlemsstat skal iværksætte nationale forvaltningsplaner. Nedgangen i den europæiske

ålebestand skyldes formentlig flere faktorer, herunder overfiskning, forurening, tab af egnede levesteder, forhindringer i glasålenes migration op ad flodsystemer (f.eks. dæmninger og turbiner) og blankålenes migration tilbage til havet. Oceanografiske og klimatologiske ændringer samt infektioner af gulål med "ålens svømmeblæreorm" er også blevet fremført som medvirkende faktorer til den dårlige rekruttering.

En række undersøgelser blev iværksat for at beskrive og dokumentere blankålens vandringsmønster i Femern Bælt og for at vurdere Femern Bælts betydning som vandringskorridor (figur 10.1.8-13). I 2008 og 2009 udførtes mærkningsundersøgelser af blankål fanget i bundgarn på tysk og dansk side i Femern Bælt. Ålene blev mærket og genudsat i Femern Bælt (2008) eller i Arkonabassinet mellem Sverige og Tyskland (2009). Antal og fordeling af genfangster, primært fra danske bundgarnfiskere, blev analyseret og sammenholdt med officielle fangst- og landingsdata fra danske farvande. Blankålens vandringsadfærd blev undersøgt ved at mærke ål med "intelligente mærker", som løbende registrerer temperatur og dybde.

I Femern Bælt forløber blankålenes gydevandring i perioden august - december med maksimum i oktober. Mærkningsundersøgelsen antyder samstemmende med fordelingen i de kommercielle fangster af blankål, at størstedelen af blankålene fra Østersøen vælger at vandre gennem Øresund. Blankål, som vandrer langs den svenske kyst, vandrer hovedsageligt gennem Øresund, mens de blankål, der vandrer langs de polske og tyske kyster, primært vandrer gennem Bælthavet på vej til Atlanterhavet. I 2008 vurderedes det, at ca. 1.600 t ud af en samlet biomasse af blankål på 5.800 t (< 30 pct.) vandrede gennem Femern Bælt, ca. 60 pct. gennem Øresund, og de resterende 7 pct. vandrede gennem Grønsund og Ulvsund.

FIGUR 10.1.8-13 Vandringsruter for mærkede ål i Femern Bælt

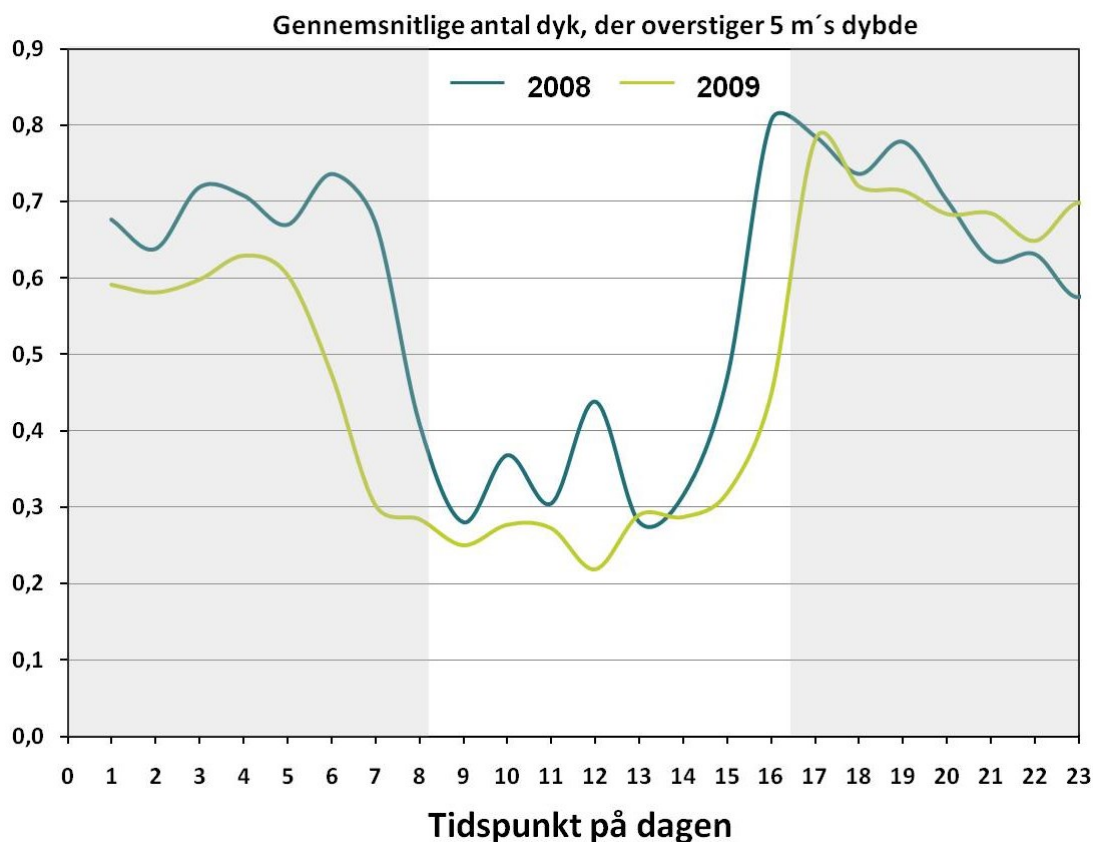


De intelligente mærker viste, at ålene primært vandrer i mørke og i overfladen, mens de oftest hviler på bunden i de lyse timer. Mens de vandrer, foretager ålene med jævne mellemrum karakteristiske dyk ca. en gang i timen om natten og mindre hyppigt om dagen (figur 10.1.8-14). Ålene foretrækker tilsyneladende at vandre med strømmen, og de fremherskende strømforhold i Arkonabassinet kan være afgørende for ålenes valg af vandringsvej gennem de indre danske farvande.

Betydningen af de lavvandede områder i Femern Bælt som opvækstområde for gulål blev vurderet på baggrund af historiske data af landinger, og de aktuelle forhold blev undersøgt gennem fiskeri med ruser, hvor fangst pr. indsats blev sammenlignet med andre undersøgte områder.

I Femern Bælt er den relative betydning i det samlede danske fiskeri af gulål aftaget fra 5 - 8 pct. i 1970'erne til ca. 1 pct. i 2008 og 2009. Langt hovedparten af landingerne af gulål landes i havnene ved Rødsand, da den beskyttede Rødsand Lagune giver gode betingelser for opvækst af gulål. Undersøgelsen med ruser viste samstemmende med tendensen i de officielle landinger, at Femern Bælts betydning som opvækst- og fourageringsområde for ål er meget beskedne.

FIGUR 10.1.8-14 Vertikale bevægelser hos mærkede ål



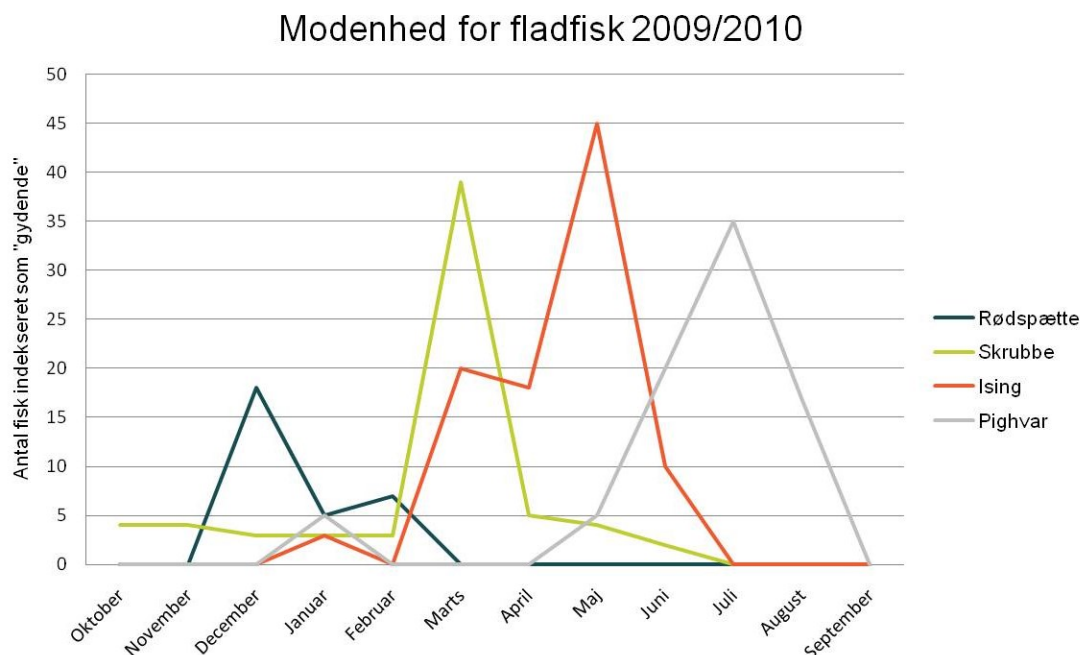
Note: Frekvensen af vertikale bevægelser, der overskrider 5 m pr. time for 14 ål, mærket med DST'er og udsat i Femern Bælt i 2008 og 41 DST-mærkede ål, udsat i Arkonabassinet i 2009

Fladfisk

I Femern Bælt findes adskillige arter af fladfisk, hvoraf de hyppigst forekommende ved nærværende kortlægning var ising, skrubbe, rødspætte, pighvarre og tunge. Skrubbe og ising er almindelige i hele den vestlige Østersø, og andelen af disse to arter i landinger fra området er i de senere år øget, hvilket antyder, at biomassen af disse bestande er øget. Tunge er også blevet mere almindelig i området. Af mere sjældent forekommende arter kan nævnes tungehvarre og slethvarre. Fladfiskene udgør en betydelig del af den samlede fiskefauna i Femern Bælt, som også rummer både gydeområder, opvækstområder og fødesøgningsområder for fladfisk.

Fladfiskenes gydetidspunkt blev vurderet gennem undersøgelser af gonadernes modenhed, og forekomsten af æg blev vurderet gennem undersøgelser med et bongonet fordelt over hele året. Fladfisk gyder gennem det meste af året, rødspætte fra december - marts, skrubbe fra februar - april, ising fra maj - juli og pighvarre og tunge i tidsrummet fra juni - august (figur 10.1.8-15). For flere af fladfiskene er Femern Bælt et vigtigt gydeområde. Dette gælder rødspætte, skrubbe og ikke mindst ising, hvis æg og larver optrådte i største tæthed i de pelagiske fangster. Larver af skærising, tunge og håising samt æg og larver af pighvarre optrådte derimod kun sporadisk og i lavere tætheder.

FIGUR 10.1.8-15 Gydeperioder for de mest almindelige fladfisk i Femern Bælt



Mængden af æg er generelt størst i de prøvetagningsstationer, som er placeret på dybt vand i det centrale Femern Bælt, og tilbagesporing af æg og larver viser samstemmende, at gydeområderne for fladfisk primært er lokaliseret til de centrale dele af Femern Bælt. De primære gydeområder for rødspætte er således de dybere områder af Femern Bælt og et område mellem Lolland og Langeland. Skrubbe og ising gyder primært i området mellem Langeland og Fehmarn og langs Fehmarns nordlige og østlige kyster.

Selvom der er konstateret fladfiskeyngel i de kystnære, lavvandede områder langs Lolland og Fehmarns kyster, var mængderne beskedne, og Femern Bælt vurderes at have begrænset betydning som opvækstområde for fladfisk.

De voksne rødspætters og skrubbers vandring foregår hovedsageligt mellem de kystnære fødesøgningsområder ved Lolland og Fehmarn og gydeområderne ved Fehmarn og ud for det sydøstlige Langeland.

Femern Bælt spiller primært en rolle som fødesøgningsområde for ising. Kønsmodne isinger søger hovedsageligt føde i de dybere, centrale dele af Femern Bælt, selvom både juvenile og kønsmodne isinger også kan forekomme i mere kystnære områder. Ising er dog ikke til stede på dybder mindre end ca. 2 m.

Fiskefauna på lavt vand

Foruden ovennævnte typiske fiskearter forekommer en række mere eller mindre standfaste arter, som bidrager væsentligt til de beskrevne fiskesamfund på lavt vand i Femern Bælt. På dybder ud til 10 - 15 m uden for brændingszonen tæller det især forskellige arter blandt ulke, kutlinger og tobiser samt havkarusse og ålekvabbe. Blandt ulkearterne er både den almindelige ulk og panserulk talrige på begge kyster, mens langtornt ulk tillige er ganske almindelig på den lollandske kyst. Blandt tobiserne er især plettet tobiskonge og kysttobis almindelige.

På helt lavt vand i brændingszonen er små arter som hundestejler, kutlinger og tobiser helt dominerende, men på en del lokaliteter er juvenile sild og brisling også talrige. En meget stor variation i forekomsten fra station til station bevirkede, at det ikke statistisk var muligt at relatere forskellige fiskesamfund til de forskellige habitater i zonen.

Særlig sandkutling er meget talrig på det meste af kyststrækningen både langs Lolland og Fehmarn, men også kysttobis er talrig i brændingszonen. Skrubbe, rødspætte, ålekvabbe og

sandkutling er mere almindelige på det helt lave vand langs Fehmarn end langs Lolland, hvor til gengæld trepigget hundestejle forekommer i betydeligt større antal. Ved Fehmarns kyst blev kysttobis, lille tangnål og nipigget hundestejle udelukkende fanget på dybder under 2 m, hvilket tillige var gældende for glaskutling langs kysten af Lolland.

I mere beskyttede områder langs Fehmarn og i Rødsand Lagune forekommer tre- og nipigget hundestejle samt almindelig tangnål og snippe klart hyppigere sammenlignet med de mere eksponerede kyster. De beskyttede bugter synes også at være vigtige for opvæksten af rødspætte og andre fisk såsom hornfisk, sild og brisling. Flere arter, som ikke forekom i de biologiske oversigtsgarn, sat omkring Fehmarn, blev fanget som juvenile i vodtrækkene på det lave vand, herunder pighvar, slethvar, havtobis og uplettet tobiskonge. Langs Lollands kyst var sandede områder på lavt vand ligeledes betydende for opvækst af rødspætte, skrubbe, pighvar, almindelig tunge og slethvar.

Artssammensætningen og samfundsstrukturen af fiskefauna på lavt vand er i stor grad påvirket af bølgeeksponering, og vandudveksling har stor indflydelse på strukturen af samfundene. Mange af arterne er kendetegnet ved at være opportuniste med kort levetid, hvor de hurtigt bliver kønsmodne. De er skabt til at leve i det omskiftelige miljø, der præger lavvandede områder, hvilket tillige muliggør en hurtig reetablering efter alvorlige påvirkninger.

Rødlistede og beskyttede fiskearter

Ifølge Scoping-rapporten er der ikke planlagt en egentlig undersøgelse af rødlistede og beskyttede fiskearter, undtagen vandrende blankål og efterårsgydende sild (se afsnit om ål og sild for flere detaljer). Under kortlægningen af levesteder i Femern Bælt blev der dog registreret flere rødlistede fiskearter og en enkelt Bilag II-art.

I alt ni arter fra den danske og den tyske Rødliste blev fundet i undersøgelsesområdet i forbindelse med forundersøgelserne: Spidshalet langebarn, tangsnarre, savgylte, berggylte, havørred, laks, alm. fjæsing, ål, spættet kutling og efterårsgydende sild. Af disse arter optræder kun laks (ferskvand) og ål på den danske Rødliste. Hovedparten af de rødlistede arter optrådte i lavt antal. Dog optrådte tangsnarre i et relativt højt antal om efteråret. Andre arter som savgylte, berggylte og fjæsing udviste sæsonvariation i antal og udbredelse. De kystnære områder langs Lolland og Fehmarn synes at være de vigtigste levesteder for de rødlistede arter, da det største antal individer og arter blev fundet her sammenlignet med den dybere del af Femern Bælt. Spidshalet langebarn og spættet kutling er dog kun fanget i disse dybere dele af bæltet. Dette stemmer overens med, at spidshalet langebarn foretrækker sandede områder på dybt vand. Tangsnarren, som er den hyppigst forekommende tyske Rødliste-art, er betragtet som en almindelig art i Danmark. Den lever i områder dækket med vegetation.

Årsagerne til, at disse rødlistede arter er truede og i tilbagegang, er mange. Fiskeri kan have en betydelig påvirkning, også selvom arterne ikke er mål for fiskeriet, da de bliver fanget som bifangst, og tab af levesteder er også en alvorlig trussel især for stationære arter. Tab af levesteder kan skyldes eutrofiering og forurening samt den kraftige stigning i udnyttelse af havbunden i Østersøen siden 1990'erne ved offshore anlæg, havvindmølleparker, kystsikring, havne mv. eller forringelse af havbunden på grund af oprensning og indvinding af sand og grus mv.

TABEL 10.1.8-1 Røddlistede arter fanget i HELCOM-oversigtsgarn og NOVANA- yngelruser i Femern Bælt 2009 - 2010

Almindeligt navn	Latinsk navn	Type	Forekomst	Frekvens	GRL 1996	DRL 1998	Trusler	Forekomst i nærværende undersøgelser (individer)
Spidshalet Langebarn	Lumpenus Lampretaef ormis	M	ST	Ra	CR		Eutrofiering/ anlæg/ fiskeri	8
Tangsnarre	Spinachia spinachia	M	ST	Re	EN		Eutrofiering/ tab af levested	280
Savgylte	Symphodus melops	M	ST	ra	CR		Eutrofiering/ tab af levested	23
Berggylte	Labrus bergylta	M	G	ra	EN		Eutrofiering/ tab af levested	7
Havørred	Salmo trutta	D	ST	of	EN		Fiskeri/ eutrofiering/ anlæg/ tab af levested	18
Laks	Salmo salar	D	ST	of	EN	EN	Fiskeri/ akvakultur/ eutrofiering/ anlæg/tab af levested	6
Alm. fjæsing	Trachinus draco	M	ST	ra	VU		Eutrofiering/ tab af levested/ fiskeri	20
Europæisk ål	Anguilla anguilla	D	ST	of	EN	CR	Fiskeri/ eutrofiering/ anlæg/ tab af levested/ parasitter	17
Spættet kutling	Pomatoschistus pictus	M	ST	Re	TM		Eutrofiering/ tab af levested	7

Note: GRL1996 – Tysk Røddliste og DRL1998 – Dansk Røddliste. Type; M – Marin, D – diadrome arter (arter der vandrer mellem fersk- og saltvand), ST – stationær, G – gæst. Forekomst; ra – sjælden, re – jævnlig, of – ofte, vo – meget ofte. Trusler; Re - forsvundet, Cr – kritisk truet, EN – moderat truet, VU – sårbar, TM – truet vandrende fisk, NT – næsten truet, RA – sjælden. Forekomsten af røddlistede arter i Femern Bælt er baseret på fangster fra kortlægningen af levesteder

Det forventes, at kun få fiskearter listet i bilag II og IV i habitatdirektivet kan forekomme i den danske og tyske del af Østersøen. Ingen arter inden for bilag IV blev registreret i undersøgelsesområdet i forbindelse med disse undersøgelser. De bilag II-arter, som er mest relevante i den vestlige Østersø, er primært anadrome arter, det vil sige fisk, der gyder i ferskvand, men søger føde i saltvand. Det er i disse tilfælde gydeområdet i ferskvand, der er beskyttet. Det drejer sig om stør, majsild, stavild, flodlampret og havlampret. Støren er den eneste art, der også er beskyttet

under bilag IV. Ingen bilag II-fiskearter indgår i udpegningsgrundlaget for det tyske Natura 2000-område "Fehmarnbelt" (DE 1332-301).

Under de biologiske forundersøgelser af Femern Bælt blev der i slutningen af november 2009 fanget 10 flodlampretter i et bundgarn ca. 2 km øst for Rødby Havn, hvilket dog forekommer sjældent i området. Viden om flodlamprettens udbredelse i havet er yderst sparsom, men meget tyder på, at den fortrinsvis opholder sig i kystnære egne i et til to år, inden den søger tilbage til vandløb for at gyde (Carl & Møller, 2012). Selv i ferskvand er artens status i Danmark så usikker, at den, som den eneste art, er tildelt betegnelsen DD (data deficient) på den danske rødliste. På grund af manglende viden er det vanskeligt at vurdere betydningen af kyststrækningen ved den planlagte linjeføringskorridor for flodlampret. En af de største trusler mod flodlampretten vurderes at være spærringer af vandløb.

Der blev ikke fanget andre bilag II-arter i undersøgelsesperioden. Laks er også en anadrom fisk, men er ifølge habitatdirektivet kun beskyttet i gydeområder, der findes i ferskvand.

TABEL 10.1.8-2 Beskyttede bilag II- og IV-arter, som kan være relevante i relation til Femern Bælt

		Femern Bælt	Fund i nærheden	Reference	Bilag
Vandrende fisk					
Dansk navn	Latinsk navn				
Stør	Acipenser sturio		Forsvundet i DK og DE	Thiel & Backhausen (2006), Naturstyrelsen (2011)	II + IV
Majsild	Alosa alosa	(-)	WB, Guldborg Sund (1990) 1 individ	Thiel & Winkler (2007)	II + V
Stavsild	Alosa fallax	+	MB (2004) 1 individ, FB (2008) 2 individer, FB (2004) 1 individ	OSF (2004), Hvidt et al. (2005)	II + V
Flodlampret	Lampetra fluviatilis	+	WB (1980, 1997) 1 individ, Et gydeområde nær Lübeck GB (1999) 1 individ, FB (2004 og 2003) 2 individer, FB (2009) 10 individer øst for Rødby Havn	Walter (1997), Thiel & Winkler (2007)	II + V
Havlampret	Petromyzon marinus	(-)	WB (1989) 1 individ, KB (efter 2000) 1 individ, Lübeck (efter 2000) 1 individ, FB (2008) 1 individ	Walter (1997), Thiel & Backhausen (2006), Rasmussen (pers. kom., 2008)	II

Note: FB – Femern Bælt, MB – Mecklenburg Bugt, KB – Kiel Bugt, GB – Storebælt

10.1.9 Marine pattedyr

I dette afsnit beskrives de eksisterende forhold for de marine pattedyr. I Femern Bælt forekommer regelmæssigt tre havpattedyrarter: Marsvin, spættet sæl og gråsæl.

Marsvin er en lille tandhval med udbredelse i hele Nordatlanten, det nordlige Stillehav og Sortehavet. I Danmark lever marsvin i den vestlige Østersø, Kattegat og Nordsøen. Inden for Nord- og Østersøen er marsvin den eneste hjemmehørende art fra ordenen Cetacea (hvaler). Femern Bælt udgør det sydlige område af marsvins hovedforekomst i den vestlige Østersø. Femern Bælt menes at fungere som vandringskorridor mellem den østlige og vestlige Østersø, men udvekslingsraten er ukendt.

Marsvin har været i fokus for nationale og internationale beskyttelsesbestræbelser i mange år. Marsvin er totalfredet i Danmark og beskyttet i hele artens udbredelsesområde og er omfattet af habitatdirektivets bilag IV og II. Derudover er marsvin også opført på følgende lister:

- IUCN's rødliste over truede dyrearter samt på CITES-listen over dyrearter, der kræver handelskontrol (the Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Flora and Fauna)
- Bonn Konventionens appendix II som en art, der kræver internationalt samarbejde i forhold til beskyttelse og forvaltning (CMS, Convention on Conservation of Migratory Species)
- ASCOBANS (Agreement on the Conservation of small Cetaceans of the Baltic and North Sea), hvor der er fremlagt en genetableringsplan for Østersøbestanden
- HELCOM (Convention on the Protection of Marine Environment of the Baltic Sea Area), hvor det anbefales, at bifangster undgås, og at populationsstørrelsen overvåges
- Bern konventionens bilag II, som en "særlig beskyttet fauna art"

Spættet sæl er udbredt langs kysterne i Nordatlanten og det nordlige Stillehav fra Subtropene til Arktisk. Den europæiske underart findes fra Nordfrankrig i syd til Svalbard i nord samt til Island i vest og Østersøen i øst. Der findes en betydningsfuld koloni af spættet sæl i Rødsand Lagune på Rødsand-sandbanken ca. 25 - 30 km øst for projektområdet. Mindre betydningsfulde landgangspladser findes ved Vitten og Skrollen ligeledes i Rødsand Lagune. Landgangspladserne i Rødsand Lagune er ynglested for en betydelig del af sub-populationen af spættede sæler i den vestlige Østersø.

Spættet sæl er omfattet af habitatdirektivets bilag II og V og er således beskyttet i de habitatområder, hvor den er opført på udpegningsgrundlaget. Spættet sæl er desuden totalfredet i Danmark, hvilket betyder, at der ikke må drives jagt på den.

Gråsæl lever i Nordatlanten, Barentshavet og Østersøen med de største forekomster i Nordamerika og Nordvesteuropa. Rødsand Lagune er gråsælens sydligste ynglested i Østersøen og eneste ynglested i Danmark og anses for et vigtigt udgangspunkt for gråsælernes mulige genindvandring i den vestlige Østersø.

Gråsæl er omfattet af habitatdirektivets bilag II og V og er således beskyttet i de habitatområder, hvor den er opført på udpegningsgrundlaget. Gråsæl er totalfredet i Danmark, hvilket betyder, at der ikke må drives jagt på den.

Alle seks marine Natura 2000-områder i Femern Bælt opfører marsvin på deres udpegningsgrundlag (Stenrev sydøst for Langeland (DK00VA200), Femern Bælt (DK00VA260), Smålandsfarvandet nord for Lolland, Guldborg Sund, Bøtø Nord, Hyllekrog-Rødsand (DK006X238), Fehmarnbelt (DE1332-301), Staberhuk (DE 1533-321) og Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht (DE1631-392)), to af dem inkluderer også spættet sæl (Fehmarnbelt (DE1332-301) og Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht (DE 1631-392)), og et af dem opfører alle tre arter (Smålandsfarvandet nord for Lolland, Guldborg Sund, Bøtø Nord, Hyllekrog-Rødsand (DK006X238)).

Datagrundlag og metode

Som beskrevet i Scoping-rapporten er hensigten med basisundersøgelserne at tilvejebringe oplysninger om marsvins, spættede sælers og gråsælers tæthed, fordeling og habitatanvendelse i projektkorridoren og de tilstødende vandområder.

Undersøgelsesprogrammet for havpattedyr er påbegyndt i slutningen af 2008, afsluttet i foråret 2011, og er baseret på flere forskellige metoder. Undersøgelsesprogrammet inkluderer akustiske og visuelle metoder (flytælling og observationer fra færge) til kortlægning og vurdering af dyrenes fordeling og hyppighed. Endvidere undersøges dyrenes adfærd og lokalbevægelser ved hjælp af satellit-telemetri. Satellitundersøgelserne er foretaget af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) (Sveegaard et al. 2010), og for sæler inddrages også data fra undersøgelser foretaget af Crown Estate (FEMM 2013 appendix). Supplerende undersøges sælernes helbred ved hjælp af kemiske og biokemiske metoder.

I det følgende gives en kort gennemgang af de anvendte metoder, herunder hvilke parametre, der er blevet dækket med de enkelte metoder. Ved anvendelse af flere forskellige metoder til undersøgelserne af de marine pattedyr er det forsøgt at afdække så mange aspekter af dyrenes antal, fordeling og bevægelsesmønstre som muligt.

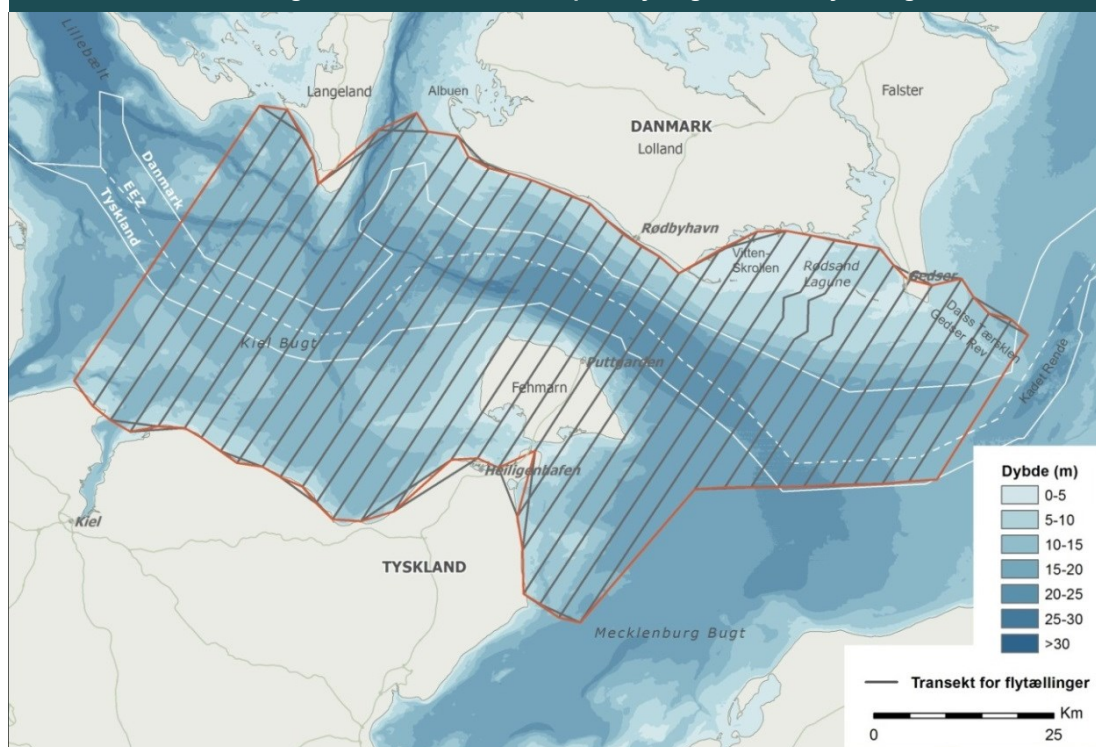
For en beskrivelse af tekniske detaljer, specifikationer og kalibrering af udstyret samt data-behandling henvises til den pågældende baggrundsrapport og litteraturen anført deri.

- FEMM (2013): Marine Mammal Studies - Baseline, Baseline Investigations and Evaluations. Doc. E5TR0014

Undersøgelsesområdet

Undersøgelsesområdet er vist på figur 10.1.9-1.

FIGUR 10.1.9-1 Undersøelsesområdet for marine pattedyr afgrænses af flytællingsområdet



Note: Den røde linje viser afgrænsningen af undersøgelsesområdet for marine pattedyr. Undersøgelser ved hjælp af satellitsender-mærkede marsvin og sæler dækker et større område af Østersøen, Kattegat og Nordsøen

Afgrænsningen af undersøgelsesområdet sikrer, at de EU-habitatområder, der ligger i eller grænser op til Femern Bælt, dækkes fuldstændigt. Undersøgelsesområdets forholdsvis store udstrækning fra øst mod vest skal samtidig gøre det muligt at registrere mulige gradienter i forekomsten af de forskellige arter og identificere mulige udbredelsesområder. Desuden dækker undersøgelsesområdet det område, der kan blive påvirket af suspenderet sediment fra anlæg af en sænketunnel.

Data fra tidligere undersøgelsesprogrammer er blevet stillet til rådighed af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE).

Optællinger af marsvin fra fly

Til optælling af marsvin fra fly anvendes en anerkendt metode, der følger tyske standarder for undersøgelser ved anlæg af havvindmølleparker (BSH, 2007). Marsvinene tælles fra fly, der flyver langsomt langs forud fastlagte transekter i en højde på 600 fod (183 m). Derudover udnyttes de fly-baserede fugletællinger, der foregår ved en flyvehøjde på 250 fod (76 m), til observationer af marsvin (afsnit 10.1.10 Fugle på havet). Dermed skabes to sæt data. Metoden dækker Femern Bælt og tilstødende havområder, svarende til et areal på 4.865 km² (figur 10.1.9-1). Flytællinger er blevet gennemført månedligt fra ultimo 2008 til primo 2011. Metoden leverer kvantitative informationer om marsvins forekomst og antal af kalve. Evalueringen af rådata fra transektoptællingerne foretages i to dele. For det første anvendes en konventionel "design-baseret" analyse, som beregner en samlet tæthed af marsvin for hver undersøgelsestransekt ved brug af DISTANCE-software (<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk>). Den samme metode anvendes i andre studier såsom SCANS I og II samt MINOS+, og resultaterne kan derfor sammenlignes. I sammenligningen af resultaterne er der dog enkelte forbehold, da bl.a. undersøgelsesområdet er forskelligt og korrektionen af data for observations-usikkerheden $g(0)$ ikke er identisk (FEMM, 2013).

Flytællinger bruges til at beregne tætheden af marsvin i undersøgelsesområdet ved hjælp af en model, som inddrager habitatvariabler (= *density surface modelling*, DSM). Målet med denne model er at forudsige marsvinenes tæthed afhængig af årstiden og miljøet. Resultater af modellen supplerer resultaterne fra DISTANCE-beregningerne.

Anvendelse af fly-observationer til forekomst-estimerer er imidlertid forbundet med visse usikkerheder, da observatøren i flyet ikke er i stand til at registrere neddykkede marsvin. Desuden er chancen for at observere marsvin, der ikke befinder sig lige under observatøren mindre. Usikkerheden omkring observationerne kan man til en vis grad kompensere for ved at indregne en forudsætning om, at der er en vis observations-usikkerhed, $g(0)$ (FEMM, 2013). Denne usikkerhed kan estimeres ved at sammenligne observationer fra flere observatører eller flere fly. Flytællingerne har i nogle tilfælde været begrænset af dårligt vejr, specielt i vintermånederne. Forekomst-estimerer i vintermånederne er derfor forbundet med en større usikkerhed, da de er baseret på en forholdsvis mindre undersøgelsesindsats og færre observationer af marsvin. I nogle tilfælde har der været restriktioner i forhold til flyvning i et militært område i Kiel Bugt, men der er taget højde for dette ved beregning af tætheder i DSM-modellen.

Optællinger af marsvin fra færge

To gange om måneden i perioden april 2009 - juni 2010 er marsvin blevet registreret på færgeruten Rødby-Puttgarden. Da metoden kun omfatter et enkelt transekt, er den ikke egnet til kvantitative beregninger af tætheder af marsvin, men supplerer de kvantitative optællinger med oplysninger om, og antal af marsvin tæt ved linjeføringen for den faste forbindelse. Metoden leverer informationer om årstidsbetingede variationer og aldersfordelinger (ungdyr eller voksne), samt informationer om dyrenes adfærd (fouragering, hvile, mv.).

Passiv akustisk monitoring af marsvin

Tilstedeværelsen af marsvin i Femern Bælt og tilstødende områder blev også målt ved hjælp af automatiske akustiske dataindsamlere (C-POD). Marsvin udsender kontinuerligt ekko-lokaliseringsslyde (klik) for at orientere sig og fange fisk. Disse lyde optages automatisk og overføres til computer ved regelmæssige vedligeholdelsestogter, hvorefter data analyseres nærmere. I undersøgelsesprogrammet blev 27 faste C-POD-stationer etableret, fordelt jævnt i undersøgelsesområdet. C-POD-data bruges til at få informationer om marsvinenes fordeling i undersøgelsesområdet, årstidsbestemte variationer og til en vis grad aktivitetsmønstre. Der er anvendt en GAM-model (General Additive Model) til at korrelere den akustiske aktivitet med en række miljøparametre. Målingerne med C-POD begyndte i januar 2009 og sluttede i januar 2011.

Måleenheden for den akustiske aktivitet er marsvin-positive 10-minutter-intervaller (pp10m, porpoise positive ten minutes). Registreres et eller flere marsvin-klik inden for et 10-minutter-interval, registreres dette som et marsvin-positivt-interval. Den akustiske aktivitet over et døgn beregnes derefter som andelen af 10-minutter-intervaller, der har været marsvin-positive ud af døgnets i alt 144 10-minutter-intervaller.

De akustiske undersøgelser belyser de tidsmæssige variationer i tilstedeværelsen af marsvin i et givent punkt, og der kan indsamles data under vejrforhold og på tidspunkter af døgnnet, hvor det ikke er muligt at anvende fly. De akustiske undersøgelser kan dog ikke anvendes til kvantificering af bestanden og antallet af marsvin, da C-POD kun registrerer antallet af klik-lyde, men ikke antallet af dyr i området. Marsvin udsender dog klik-lyde næsten kontinuerligt (Akamatsu et al. 2007), og derfor kan det antages, at et højere antal klik-lyde betyder, at antallet af marsvin er relativt højere.

Satellit-telemetri af marsvin

Til mærkning af marsvin bruges forskellige satellitsendermærker, der alle benytter Argos-satellit-systemet til at bestemme positionen af marsvin. Mærket er sat fast til marsvinenes rygfinne og sender regelmæssige signaler til landstationer via Argos-satellit-systemet, når marsvin er i vandoverfladen. Udover positionen får man en klassificering af, hvor nøjagtig positionen er.

I løbet af de sidste 15 år er marsvinenes vandringer, adfærd og fordeling i sammenhæng med miljøfaktorer blevet studeret med hjælp af satellit-telemetri. Svegaard et al. (2010) undersøgte et

datasæt på 64 marsvin, der blev fanget og mærket i Østersøen. Som led i miljøundersøgelserne for Femern Bælt-forbindelsen blev yderligere 18 marsvin fanget og mærket af DCE. I alt er 82 dyr blevet mærket, herunder 45 i Bælthavet, 13 i Kattegat og 24 i Skagerrak. Resultaterne fra alle undersøgelser er siden blevet analyseret for at give et samlet billede af marsvinenes fordeling og adfærd i Femern Bælt. Data fra DCE satellitundersøgelser er siden blevet analyseret og resultaterne herfra er anvendt til beskrivelsen af de eksisterende forhold.

Telemetri-undersøgelserne dækker et større område end både flytællinger og akustiske undersøgelser og giver derudover oplysninger om marsvinenes vandringsmønstre gennem Femern Bælt.

Effektstudier ved Storebæltsbroen

Marsvinenes fordeling og adfærd ved en eksisterende bro, Storebæltsbroen, blev undersøgt ved hjælp af flytællinger, akustiske undersøgelser med C-POD og visuelle observationer fra land og fra broen. Undersøgelserne med flytællinger fandt sted i perioden august 2009 - juni 2010. Akustiske undersøgelser blev foretaget i oktober 2009 - januar 2010, samt fra maj - august 2010 (FEMM 2013). Resultater fra disse undersøgelser supplerer viden om broers mulige barriere-effekter og findes i baggrundsrapporten (FEMM 2013).

Optælling af sæler fra fly

Undersøgelser fra fly omfattede Rødsand Lagune, som i Femern Bælt-området består af et antal hvilepladser for såvel spættet sæl som gråsæl. Landgangspladserne omfatter sandbanker ved Rødsand sælreservat samt et antal stenlokaliteter i lagunen, herunder Vitten, Skrollen og Flintholm Odde. Flytællingerne foregik månedligt i perioden januar 2009 - juni 2010 ved langsom flyvning i en højde på 500 fod (160 m). To observatører om bord på flyet registrerede flok-størrelse, art, aldersfordeling og adfærd. Supplerende blev der taget luftfotos i høj opløsning til efterbestemmelse af arterne.

Telemetri af sæler

Til undersøgelse af sælernes brug af området blev anvendt to forskellige telemetri-systemer. Det første betjener sig af GPS/GSM-mærker, som består af en datalogger i kombination med en GPS-logger. Dataloggeren har en tryk-sensor til at registrere vanddybden og en tør/våd-sensor til at registrere neddykning. Parallelt registrerer GPS-loggeren løbende positionen. Data overføres via GSM-nettet, så snart den mærkede sæl kommer inden for rækkevidde af en modtagemast. GPS/GSM-metoden leverer et stort antal nøjagtige positioner for sælernes færden i området, information om deres dykkeaktiviteter og deres perioder på land. Mærkerne er forholdsvis store og bruges til voksne dyr eller større ungdyr.

Det andet telemetri-system benytter sig af Argos-satellitsystemet, som også bruges til mærkning af marsvin og fugle. Disse satellitsendere sender regelmæssige signaler til landstationer via Argos-satellitsystemet, når sælen er i vandoverfladen eller på land. Udover positionen får man en klassificering af, hvor nøjagtig positionen er. Positionerne er mindre præcise i sammenligning med GPS/GSM-systemet, men mærkerne er mindre og kan også bruges til mærkning af unge sæler. Metoden er velegnet til at registrere de overordnede bevægelsesmønstre af dyrene.

I 2009 blev fire voksne spættede sæler og to unge gråsæler udstyret med GPS/GSM-mærker og en ung spættet sæl med Argos-mærke.

Til vurdering af virkninger på sæler i afsnit 12.10 er der anvendt data fra flytællinger og telemetriske undersøgelser. Flytællinger er anvendt til at estimere den lokale forekomst af sæler i undersøgelsesområdet og de vigtigste langgangspladser. Flytællingerne er forbundet med visse usikkerheder, da det ikke er muligt at observere neddykkede sæler. Det har således ikke været muligt at beregne tætheden af sæler i hele undersøgelsesområdet, men kun estimere forekomsten af sæler på landgangspladserne. Til beskrivelse af sælernes bevægelsesmønstre og vurdering af virkninger på sælernes vandringsforhold er der anvendt data fra telemetri-undersøgelser, der dækker et område, der er langt større end undersøgelsesområdet for flytællingerne, men som er baseret på data fra færre dyr.

Helbredsundersøgelser af sæler

Sælerne, der er blevet fanget til telemetri-mærkning, fik også en generel helbredsundersøgelse. Dette omfattede en række fysiologiske parametre, som inkluderede blodkemiske parametre, grundlæggende immunologiske værdier, udsættelse for patogener samt en række ydre kropsmål. Derudover er sælernes stressbelastning ud fra stresshormonerne samt belastning med parasitter undersøgt ved optælling af parasit-æg i opsamlede ekskrementer.

Eksisterende forhold

Marsvin

Resultater fra optællinger af marsvin fra fly

Tætheden af marsvin i undersøgelsesområdet er beregnet ud fra flytællinger og ligger på maksimalt 0,94 individer pr. km² i sommerhalvåret (maj 2010), men er væsentligt lavere i december. Disse tal er i overensstemmelse med resultater, der findes i litteraturen fra tidligere studier, der dog ikke angiver tætheden i forhold til årstiden, men som et generelt estimat. I MINOS/+-studiet er der f.eks. angivet 0 - 0,6 individer pr. km² for Kiel Bugten. Til sammenligning er der fundet en tæthed på 0,73 - 0,99 individer pr. km² i Bælthavet, der er farvandet rundt om Fyn herunder Lillebælt, Storebælt og det Sydfynske Øhav, og Skagerrak (Koschinski 2002) samt 0,009 individer pr. km² rundt om Bornholm (Scheidat et al. 2008). Ved Storebæltsbroen observeredes nogle af de højeste tætheder i danske farvande, og her var den højeste observerede tæthed 2,96 individer pr. km² i 2009 og 2010 (FEMM 2013).

TABEL 10.1.9-1 Skøn af det samlede antal marsvin i undersøgelsesområdet

År	Årstid	Antal	95 pct. KI
2009	Sommer	1.456	782 – 1.31
2009	Vinter	921	436 – 1.467
2010	Sommer	2.078	1.414 – 2.709
2010	Vinter	931	521 – 1.800

Note: Yderste kolonne viser 95 pct. konfidensintervaller på estimatet af forekomsten af marsvin i Femern Bælt

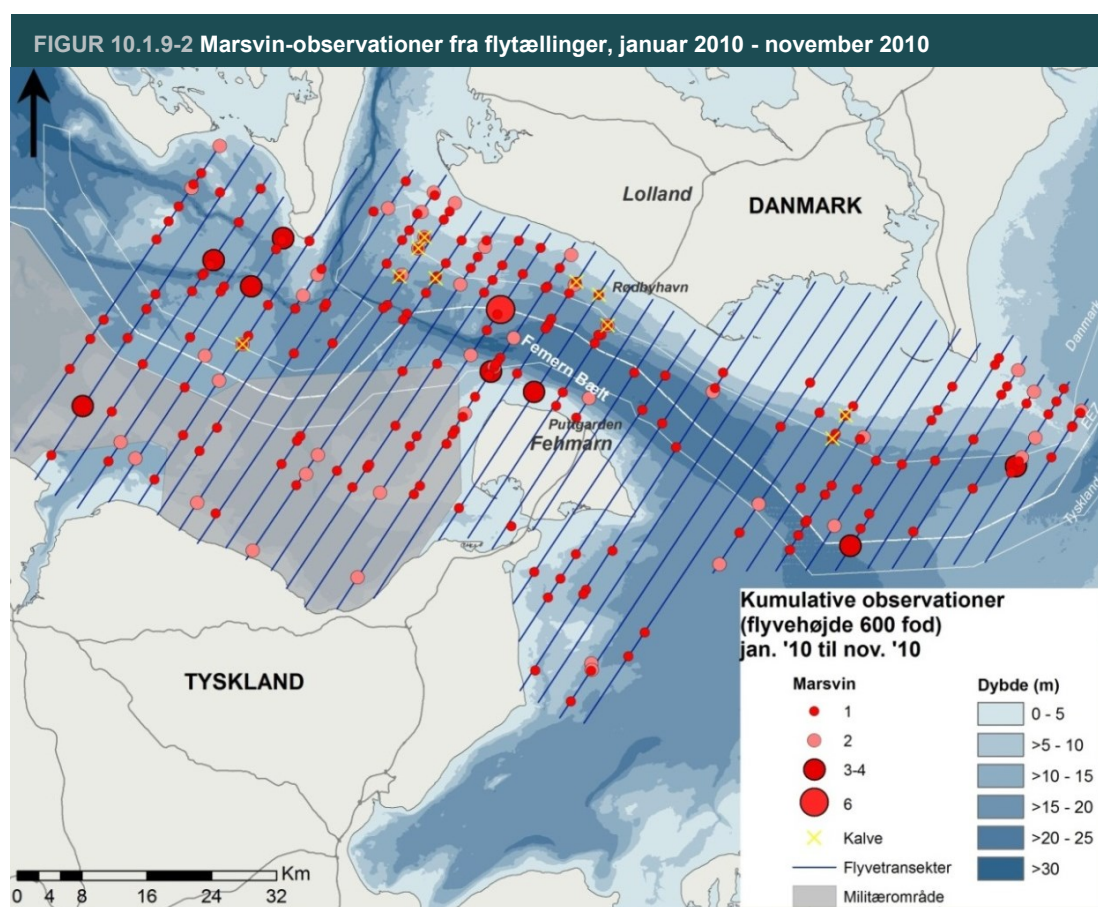
Estimatet på forekomsten af marsvin er beregnet ved hjælp af en DSM-model, der anvender data fra flytællinger, som er beskrevet nærmere i metodeafsnittet. Flytællingerne er øjeblikbilleder på antallet af marsvin i undersøgelsesområdet, mens modellen kombinerer flere tællinger, og dens estimat repræsenterer det samlede antal marsvin, man forventer, at der opholder sig i undersøgelsesområdet på et givent tidspunkt afhængig af årstiden. Estimerterne på forekomsten af marsvin i Femern Bælt er, som det ses i tabel 10.1.9-1, forbundet med visse usikkerheder. Observeres der kun et eller få marsvin ved en flytælling, vil usikkerheden på estimatet på det samlede antal marsvin i undersøgelsesområdet øges. Estimatet er baseret på i alt 40 flytællinger i perioden ultimo 2008 til primo 2011.

Til sammenligning estimerede SCANS-I undersøgelsen foretaget i 1994 bestanden af marsvin i danske farvande, sydlige Kattegat, Bælthavet og vestlige Østersø til ca. 42.000. I SCANS-II undersøgelsen fra 2005 blev bestanden estimeret til 23.000 individer. Faldet i bestandsstørrelsen fra de estimerede 42.000 - 23.000 marsvin er ikke signifikant, og data viser, at antallet af marsvin i Nordsøen i samme periode har været stigende.

Marsvinene er ved flytællingerne overvejende observeret svømmende enkeltvis, men forekommer også i små grupper på op til fem individer. Den gennemsnitlige gruppestørrelse i undersøgelsesområdet er 1,3 - 1,4 individer.

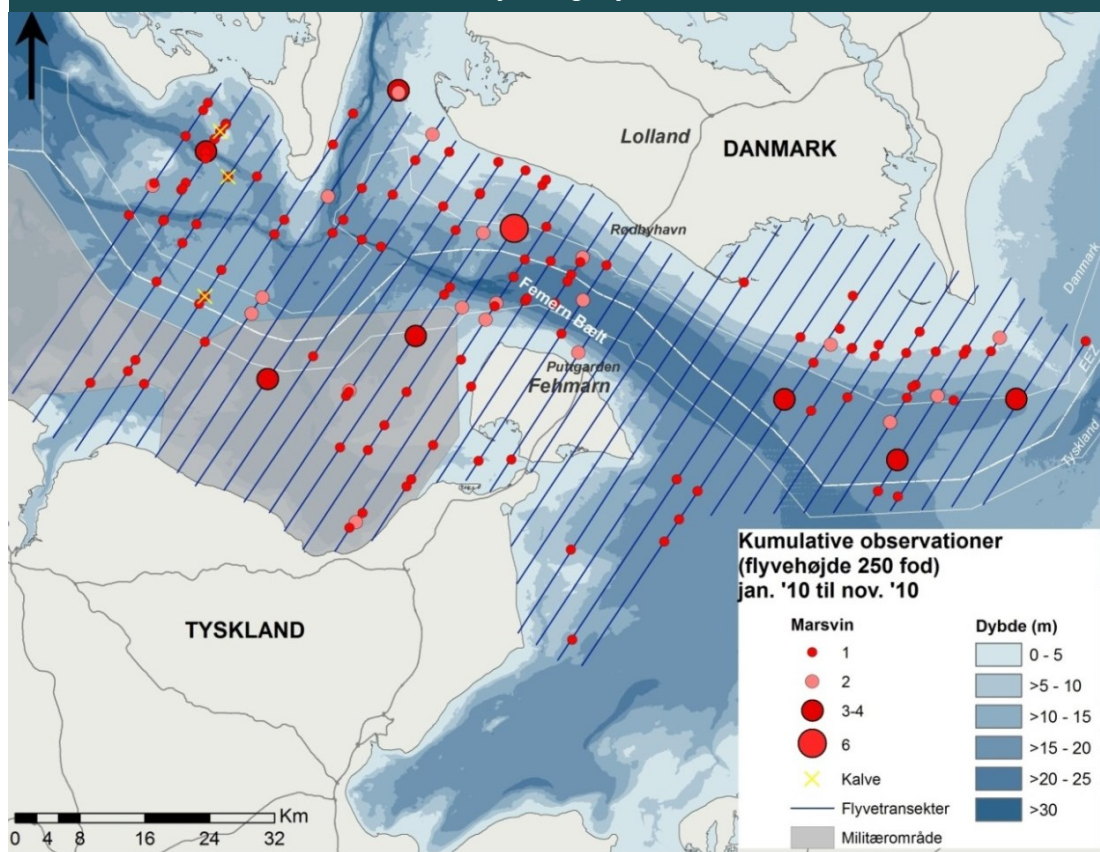
De fleste marsvin føder deres unger i perioden april - august (Jefferson et al., 2008). Inden for de varme måneder (maj - oktober) er der samlet i 2009 og 2010 ved overflyvninger registreret 34 kalve, svarende til henholdsvis 13 pct. og 6 pct. af alle observationer i 2009 og i 2010 (figur 10.1.9-2). Heide Jørgensen et al. (1993) rapporterede 18 pct. kalve under sine studier i farvandet omkring Fyn og Lolland. Der er ikke data, der understøtter, at Femern Bælt har højere andel af kalve end andre danske farvande. I forbindelse med SCANS undersøgelse blev det observeret, at høje andele af kalve ofte havde sammenfald med områder med høje tætheder af marsvin (Hammond et al. 2002).

I figur 10.1.9-2 vises fordelingen af observationerne fra kombinerede fugle og pattedyr flytællinger fra januar 2010 til november 2010, samt fordelingen ved rene havpattedyr-tællinger fra samme periode (figur 10.1.9-3). I vurderingskapitlet er anvendt de samlede flytællingsdata fra 2010, da disse viser det bedste billede af forekomsten af marsvin i undersøgelsesområdet.



Note: Figuren viser sammenlægning af data fra havpattedyr/fugle-tællinger. I det militære område er dækningen af flyundersøgelser mindre, hvilket der er korrigeret for i bestandsestimater og beregning af tætheden

FIGUR 10.1.9-3 Marsvin-observationer fra flytællinger, januar 2010 - november 2010

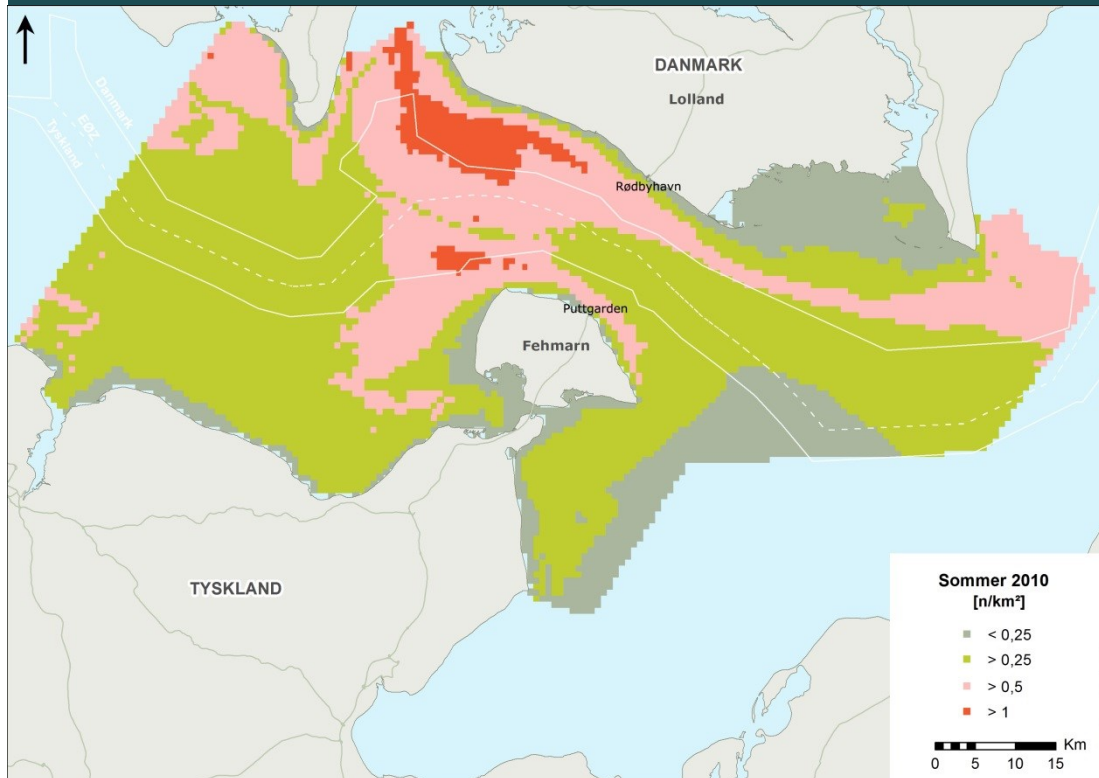


Note: Figuren viser sammenlægning af data fra havpattedyr-tællinger. I det militære område er dækningen af flyundersøgelser mindre, hvilket der er korrigeret for i bestandsestimater og beregning af tætheden

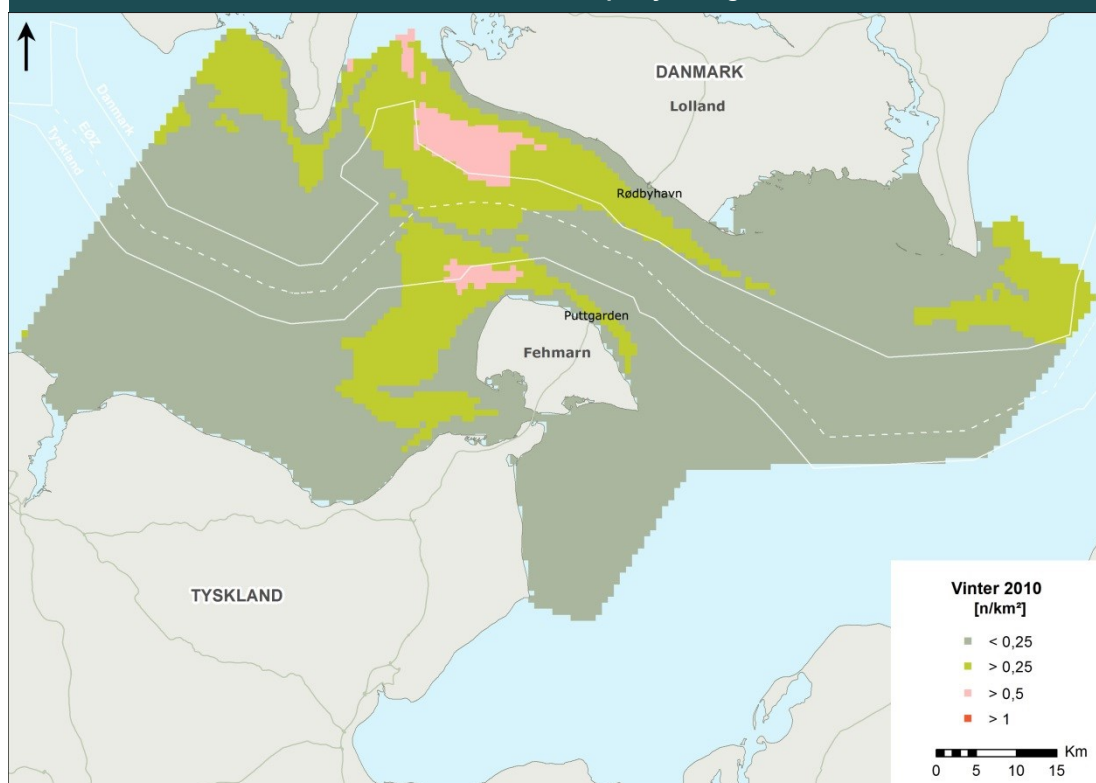
Modeller baseret på optællinger fra fly

Data fra flytællingerne er anvendt til at modellere tætheden i hele undersøgelsesområdet ved hjælp af en DSM (Density Surface Model). Ved inddeling af året i to dele (sommer/vinter) og sammenlægning af data fra flytællinger for seks måneder beregnes en gennemsnitlig hyppighed af marsvin (tabel 10.1.9-1). I modellen anvendes data fra de hydrografiske undersøgelser, samt co-variableerne årstid (sommer/vinter) og årstal til at modellere tætheden af marsvin i hele undersøgelsesområdet. Modellen viser signifikante sammenhænge mellem fordelingen af marsvin og position, vanddybde, vandtemperatur 3 m over havbunden, strømstyrken af den øst-vest gående strøm, år og årstider. Der er ikke fundet signifikant sammenhæng mellem fordelingen af marsvin og afstand til land, afstand til havvindmøller, afstand til skibsruter og afstand til den foreslåede linjeføring. En nærmere beskrivelse kan ses i baggrundsrapporten. Resultaterne af DSM-modelleringen er vist i figur 10.1.9-4 og 10.1.9-5.

FIGUR 10.1.9-4 Modelleret tæthed af marsvin baseret på flytællinger, sommer 2010



FIGUR 10.1.9-5 Modelleret tæthed af marsvin baseret på flytællinger, vinter 2010



Note: Der er valgt det undersøgelses-år med den højeste tæthed, og tætheden i 2010 var højere end i 2009 for både sommer og vinter

I DSM-modellen fremstår Albuen sydvest for Lolland, Gedser Rev/Kadet Rende sydøst for Falster og farvandene omkring Fehmarns nordvestkyst som områder med stor tæthed. Områderne nævnes ligeledes i et studie, foretaget af DCE, som sammenfatter væsentlige undersøgelser mellem 1997 - 2007 med særlig fokus på telemetri-undersøgelser. Den modellerede tæthed er vist på figur 10.1.9-4 og figur 10.1.9-5 fordelt på sommer og vinter.

Resultater fra optællinger af marsvin fra færge

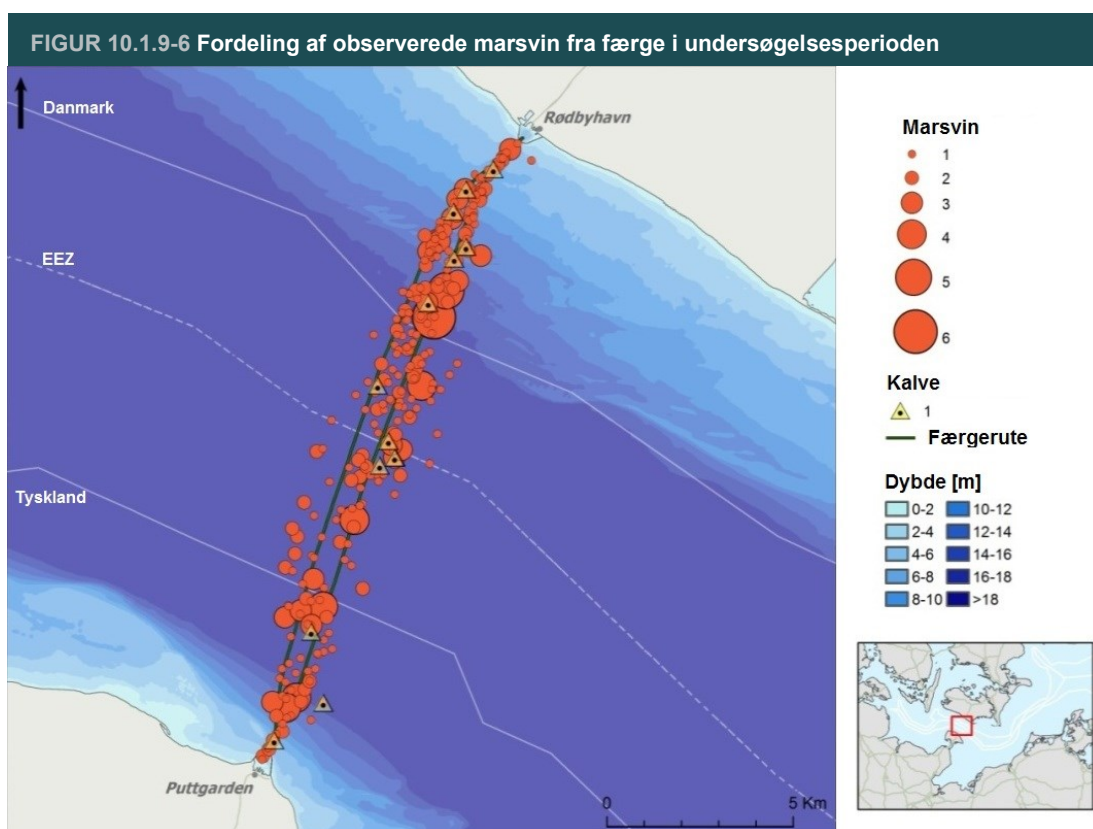
Mellem april 2009 og december 2010 er færgeforbindelsen mellem Rødbyhavn og Puttgarden blevet brugt som platform for systematisk registrering af marsvin. Selv om færgeruten kun tillader at undersøge et lille udsnit af det samlede undersøgelsesområde, så anses metoden for at være et vigtigt instrument til at levere supplerende oplysninger året rundt i umiddelbar nærhed af linjeføringen.

I alt 428 marsvin er blevet set i løbet af 34 observationsdage. Gruppestørrelsen varierede mellem et og seks, men de fleste observationer udgjordes af enkelte marsvin. Grupper med kalve udgjorde kun en relativ lille andel af alle grupperne (4,3 pct.). Der er blevet registreret 14 kalve i alt, de fleste af dem i den nordlige del af ruten. I figur 10.1.9-6 vises alle observationerne i et samlet overblik.

Antallet af observationerne varierede betydeligt fra observationsdag til observationsdag, fra måned til måned og fra år til år. I begge undersøgelses-år ses en bimodal fordeling med højere antal observationer om foråret og om efteråret. Marsvin forekommer dog året rundt i Femern Bælt, og ved alle observationsdage undtagen i januar 2010 (isvinter) er der blevet set mindst ét marsvin.

Marsvin langs færgeruten er ikke jævnt fordelt, og de fleste observationer blev gjort, hvor der var vanddybder på mellem 6 - 20 m. Dog skal det bemærkes, at observationerne fra færgerne ikke giver kvantificerbare data om tætheder i undersøgelsesområdet, men alene anvendes til at sup-

plere indtrykket vedrørende marsvins hyppighed og fordeling i området fundet ved akustiske undersøgelser og flytællinger. Derudover har observationerne været anvendt til at studere adfærdsmønstre og reaktioner i forhold til skibsfart. Kun 12,5 pct. af de observerede voksne marsvin viste klar fourageringsadfærd. Der kunne ikke fastslås en foretrukket svømmeretning, men der kunne iagttages en tendens til, at marsvinene bevægede sig væk fra færgeren. Der var imidlertid ikke tegn på, at marsvin undgik færgeruten, hvilket er i overensstemmelse med flytællingerne og telemetri undersøgelserne, der viser, at marsvinene ikke undgår de trafikerede skibsruter i Femern Bælt.



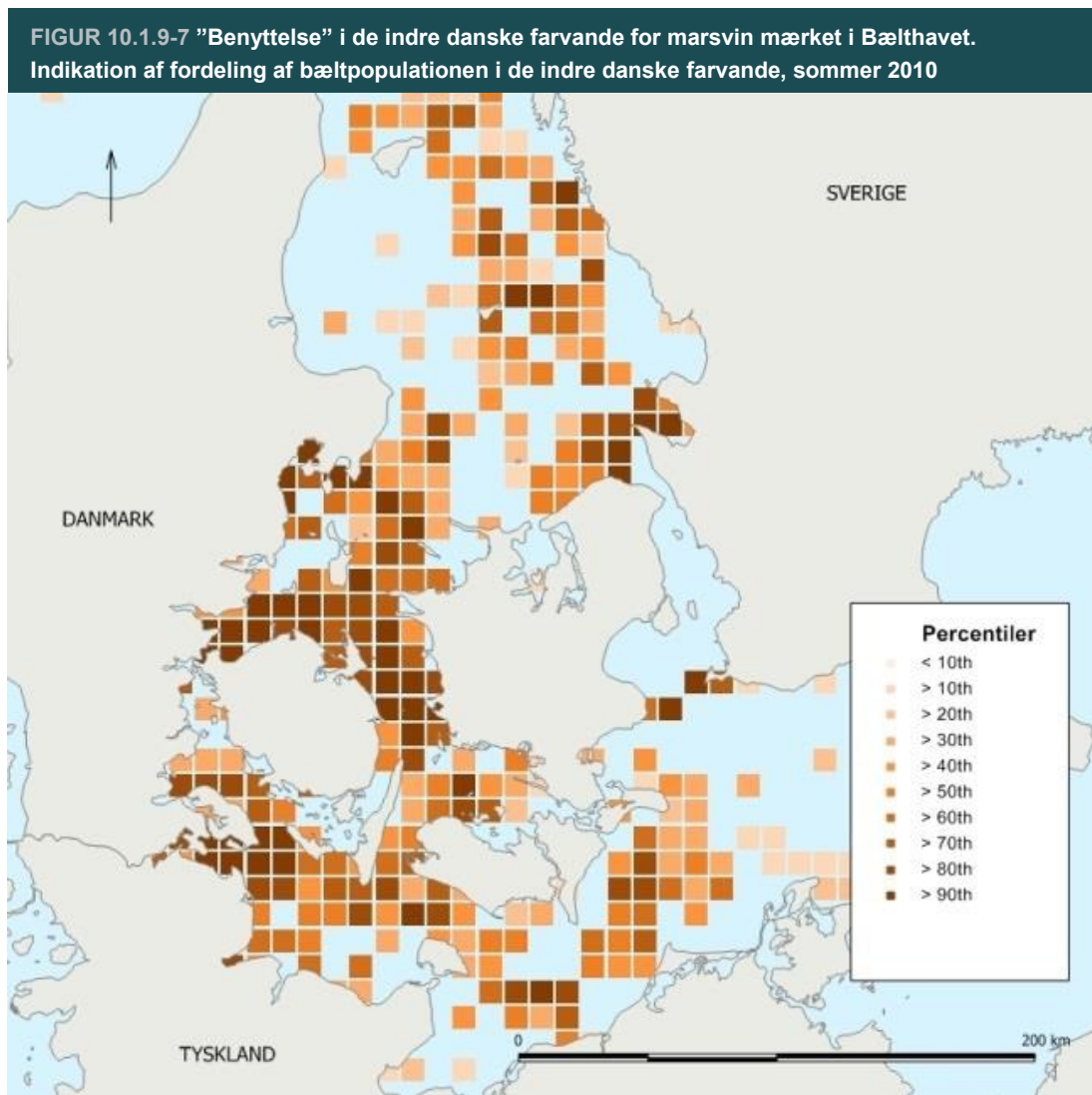
Note: Figuren viser det samlede antal observationer fra 20 transekt optællinger i perioden april 2009 til december 2010

Resultater fra telemetri

Analyse af telemetri-undersøgelserne viser, at marsvin, der opholder sig i Femern Bælt er en del af Bælthavs-populationen, der fortrinsvist opholder sig i de indre danske farvande, det vil sige havområder rundt om øerne og ned til Slesvig-Holsten og Mecklenburg. Femern Bælt benyttes i en mindre, men ukendt grad af individer fra en nordligere Skagerrak/Nordsø-population. Bælthavs-populationen adskiller sig ifølge genetiske undersøgelser fra Skagerrak/Nordsø-populationen, og marsvin, der lever i den centrale Østersø (Wiemann et al. 2010). Marsvin, der forekommer i Femern Bælt, tilhører en eller flere større populationer, og der er således ikke tale om en lokal bestand.

I forbindelse med telemetri-undersøgelserne er 45 marsvin blevet mærket i Bælthavet med satellitsendere. Ud fra satellitdata er der foretaget en beregning af "benyttelse", der er en værdi for, hvor stor en del af tiden et individ opholder sig i et specifikt område. Beregningen er foretaget på marsvin mærket i Bælthavet og vist for alle 45 dyr i hele undersøgelsesområdet for telemetri-undersøgelserne, der i dette tilfælde også omfatter Nordsøen. Beregningerne siger noget om det overordnede bevægelsesmønster for marsvin mærket i Bælthavet og dermed også for de marsvin, der forekommer i Femern Bælt. Da data er baseret på forholdsvis få marsvin, er beregningen kun en indikation for, hvilke områder de mærkede dyr foretrækker. Data viser, at der er

stor variation mellem de mærkede individers bevægelsesmønstre. I figur 10.1.9-7 vises et eksempel på den beregnede "benyttelse" af bæltpopulationen af de indre danske farvande i sommeren 2010.



Note: Figuren viser benyttelsen af de indre danske farvande for marsvin, der er mærket i Bælthavet, og hvor stor en del af tiden individer fra bæltpopulationen forventes at opholde sig i en given del af undersøgelsesområdet for telemetri-undersøgelserne. En mørkere brun farve viser, at en stor del af de mærkede marsvin benytter det givne delområde. Hvert delområde er en kvadrat på 10x10 km

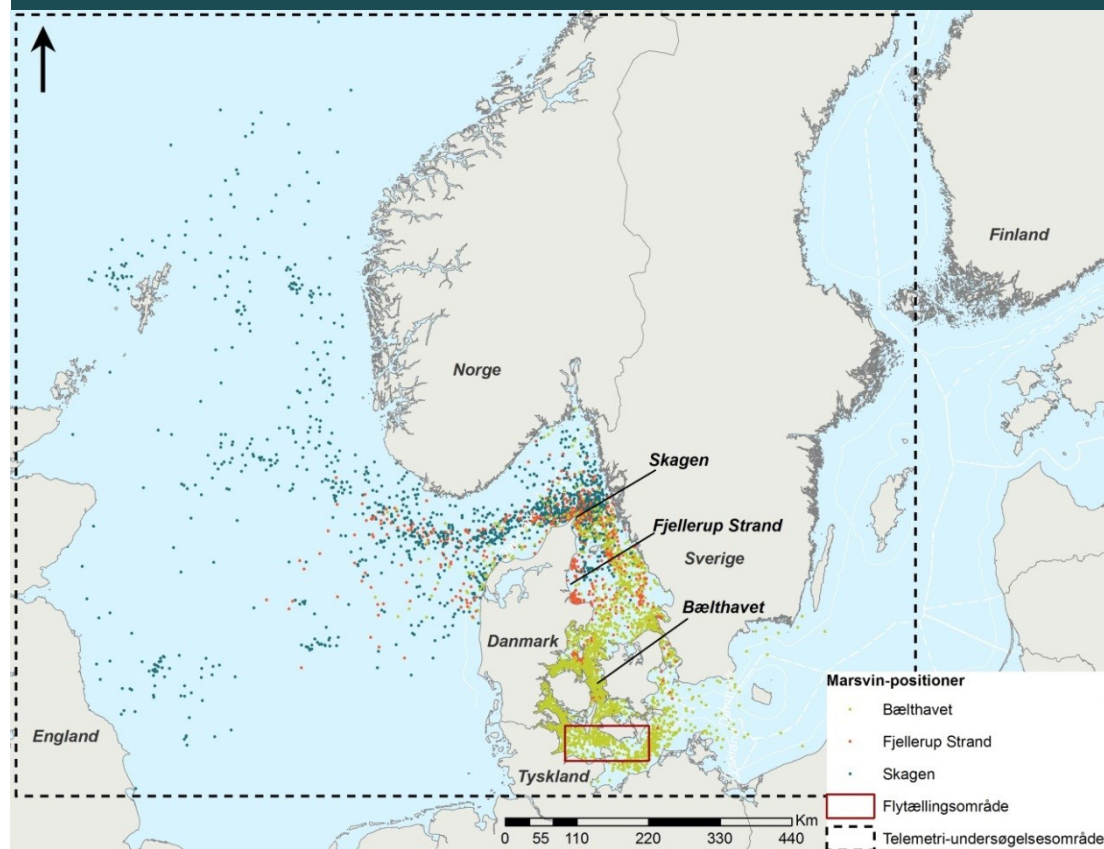
Som det ses af figur 10.1.9-7 opholder de mærkede marsvin sig oftest vest for den planlagte linjeføring og i Lillebælt og Storebælt. Der er også enkelte delområder øst for Femern bl.a. i nærheden af Darss-tærsklen, hvor de mærkede marsvin forventes at opholde sig en vis del af tiden.

Den gennemsnitlige sandsynlighed for, at marsvin, der er mærket i Bælthavet, opholder sig i Femern Bælt, er beregnet til ca. 10 pct. Dog er det kun 25 ud af de 45 mærkede marsvin, der forventes at opholde sig i Femern Bælt.

Ud fra satellitdata er der foretaget en modellering af habitatvalg hos marsvinene. Positionsdata er analyseret ved hjælp af en GAM (General Additive Model). Modellen inkluderer dybde, hvirveldynamik, strømgradient ved havbunden og retningen i forhold til den øst-vestgående overflade-

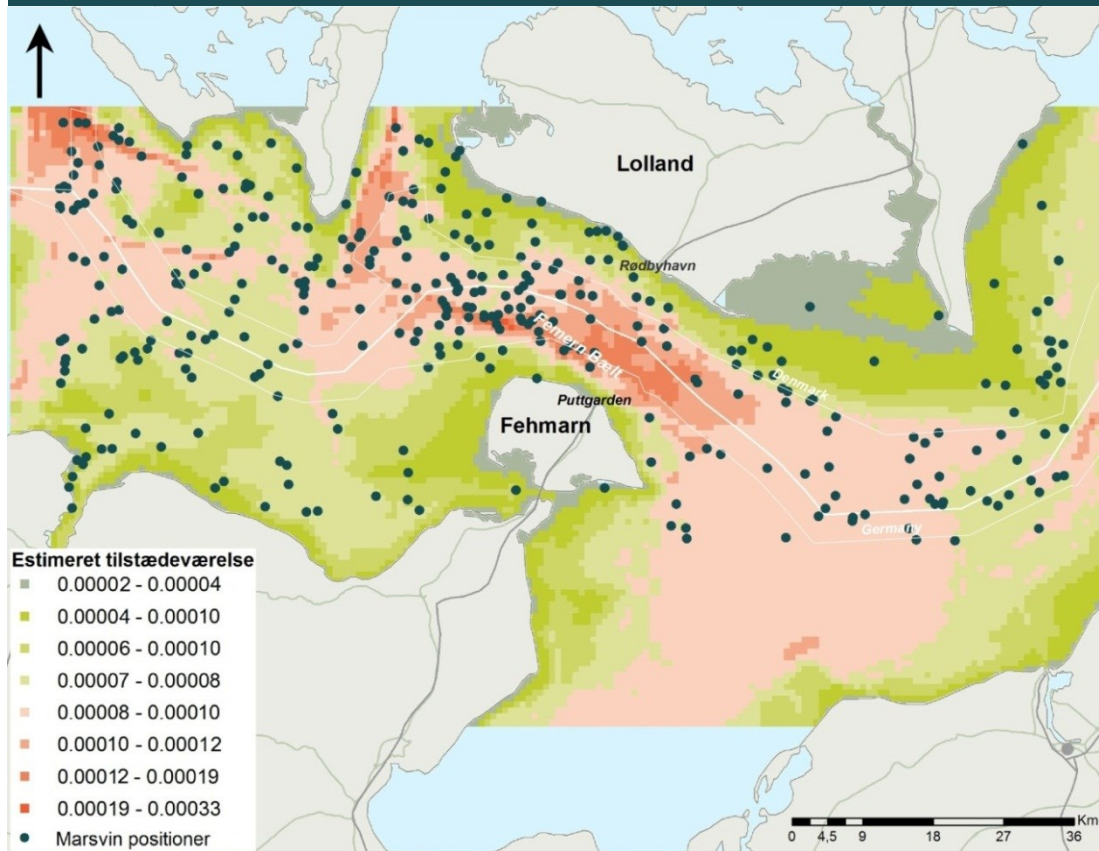
strøm. De statistiske analyser indikerer, at stigende dybde, en høj grad af hvirveldynamik, en høj strømgradient og en vestgående overfladestrøm øger sandsynligheden for, at et marsvin opholder sig i et bestemt område i Femern Bælt. Usikkerheden i modellen øges betydeligt på vanddybder over 30 m, da der er relativt få positioner på vanddybder over 30 m. Modellen tager i beregningerne ikke kun højde for frekvensen af et miljøforhold, men også forekomsten (prævalens) af det givne miljøforhold, og modellen antyder, at hvis dybder over 30 m forekom hyppigere i Femern Bælt, ville marsvin opholde sig her. Modellen viser også, at sandsynligheden for, at marsvin opholder sig i det centrale Femern Bælt er relativt høj. Modellen viser således et andet resultat af fordelingen af marsvin end flytællingerne, men modellen er også baseret på færre observationer og kun på observationer af nogle få dyr. Modellen er baseret på positionerne af de satellitsender-mærkede marsvin fra perioden 1997 - 2010. Figur 10.1.9-8 viser de registrerede positioner inden for undersøgelsesområdet.

FIGUR 10.1.9-8 Resultater af telemetri-undersøgelser fra 82 marsvin med satellitsendermærker i perioden 1997 – 2010 (data fra DCE)



Note: Den sorte stiplede linje viser undersøgelsesområdet for telemetri-studiet. Den røde boks viser flytællingsområdets omtrentlige placering, jf. figur 10.1.9-1. Farven på punkterne angiver, hvor de observerede marsvin er blevet mærket: Bælthavet (Storebælt) = grøn, Fjellerup Strand = orange, Skagen = mørkeblå

FIGUR 10.1.9-9 Marsvin-positioner, registreret i Femern Bælt. Data fra satellitsender-mærkede dyr i perioden 1997 - 2010 vist med én position pr. dag.



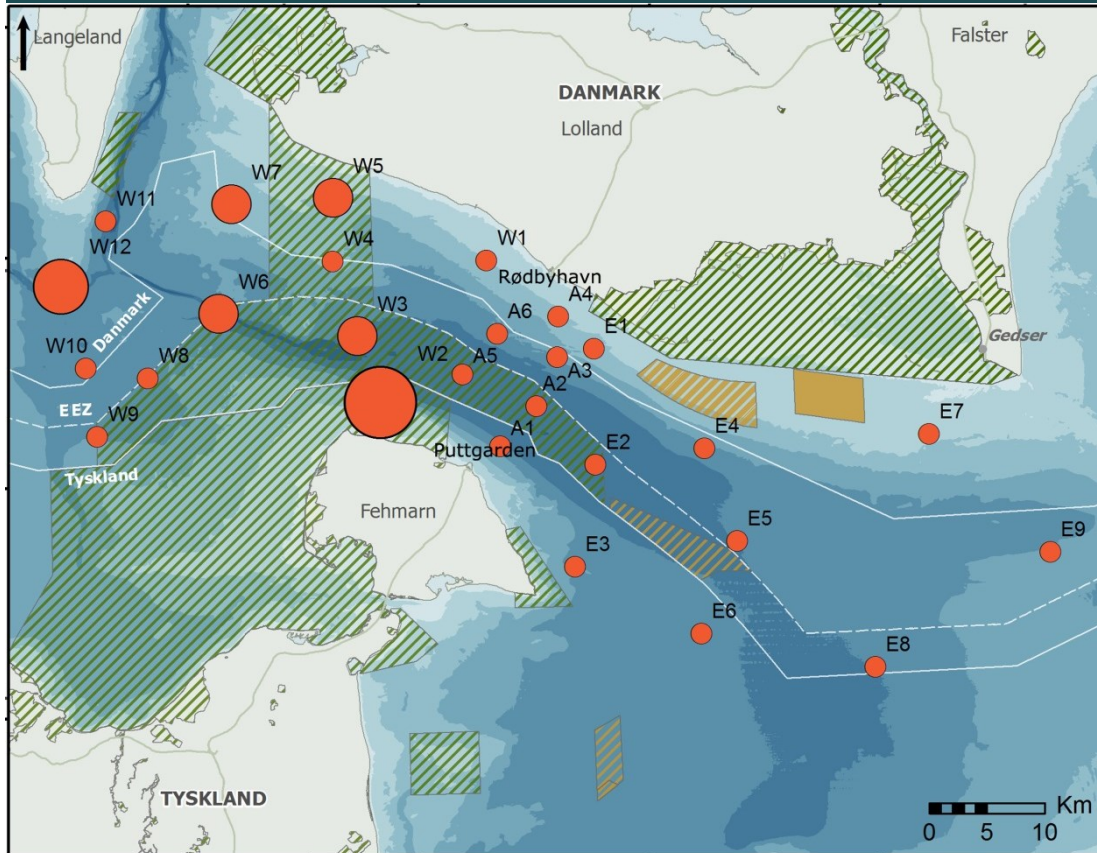
Note: De viste positioner er kun dem, der er registreret inden for den rektangel, hvor der er foretaget en modellering, hvilket tilnærmelsesvis svarer til undersøgelsesområdet for marine pattedyr i Femern Bælt. Figuren viser modellens estimerede relative tilstedeværelse ud fra de mærkede marsvins positioner samt de fire omtalte miljøfaktorer. Røde nuancer viser områder, hvor modellen estimerer en relativt høj tilstedeværelse

Data fra satellitsender-mærkede marsvin viser, at marsvinene oftere er registreret i den vestlige del af Femern Bælt. Det skal bemærkes, at usikkerheden i modellen er høj, da den er baseret på relativt få dyr. Det er kun 25 af de 45 mærkede marsvin, der har opholdt sig i Femern Bælt i undersøgelsesperioden fra 1997 - 2010, og telemetriske data fortæller kun noget om, hvor marsvin mærket i Bælthavet opholder sig i Femern Bælt, hvor individer mærket andre steder ville kunne fordele sig anderledes.

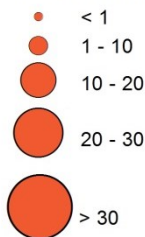
Passiv akustisk monitoring af marsvin

Resultater fra passiv akustisk monitoring viser, at den akustiske aktivitet ligger betydeligt højere på de vestlige stationer i forhold til de østlige og bekræfter den i litteraturen beskrevne vest-øst-gradient med aftagende tæthed af marsvin mod øst i den vestlige Østersø. I MINOS og MINOS+ undersøgelser er der på nær nogle enkeltstående flytællinger kun fundet lave tætheder af marsvin øst for Darss-tærsklen (Gilles and Siebert 2009, Herr et al. 2009, Scheidat et al. 2008). Akustisk aktivitet måles i pp10m/dag (Porpoise Positive 10 Minutes pr. Day). Figur 10.1.9-10 giver et overblik over C-POD-stationernes placering og den samlede aktivitet målt i andet kvartal i 2009 og 2010. Station W2 nær Fehmarn viste gennemgående den højeste aktivitet. Der er ved W2 blevet registreret marsvin i over 30 pct. af døgnet i andet kvartal. Også de fire stationer ved indgangen til Storebælt (W5, W7 og W12) viste højere aktivitet i forhold til de andre stationer. Her blev der registreret akustisk aktivitet i 10 – 30 pct. af døgnet i andet kvartal.

FIGUR 10.1.9-10 Akustisk aktivitet hos marsvin i Femern Bælt i andet kvartal 2009 og 2010



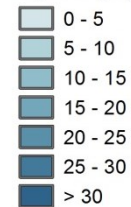
Andel af dagen med akustisk aktivitet (%)



Havmølle park



Dybde (m)



Note: Kortet viser positionerne af de 27 C-POD-stationer. De røde cirklers diameter angiver den gennemsnitlige akustiske aktivitet (målt i pct. pp10m/dag). Kortet er baseret på sammenlagte data fra andet kvartal i 2009 og 2010

Den akustiske aktivitet er blevet sammenholdt med en lang række fysiske faktorer for at analysere, hvilke forhold der er nøgelfaktorer i forhold til fordelingen af marsvin i Femern Bælt. Dette er gjort ved hjælp af en GAM (General Additive Model). Modelleringen viser bl.a., at der er registreret signifikant flere marsvin på vanddybder over 10 m, ned til den maksimale dybde i Femern Bælt, hvilket tyder på, at marsvinene sjældent opholder sig i de lavvandede områder i Femern Bælt, f.eks. dele af Rødsand Lagune. Detektionsraten af marsvin er endvidere højere, jo længere væk POD-stationen har befundet sig fra en skibsrute. Skibene er den største kilde til undervandsstøj i Femern Bælt. Dermed er der indikationer på, at marsvinene undgår områder med høj baggrundsstøj. Data fra flytællinger har ikke vist en sammenhæng mellem fordeling (tæthed) og afstanden til skibsruter, og ved undersøgelserne foretaget fra færgeruten er der fundet marsvin tæt på færgeren. Dette kan tyde på, at undervandsstøj ikke ekskluderer marsvin fra området, men kun har en vis fortrængningseffekt.

De akustiske undersøgelser viser generelt en højere akustisk aktivitet vest for den planlagte linjeføring og dermed den samme overordnede fordeling som flytællinger og telemetri-undersøgelserne.

De akustiske undersøgelser viser, at marsvinene har en klar præference for vandtemperaturer over 4 °C, og der observeres således et klart fald i akustisk aktivitet ved vandtemperaturer under 4 °C. Det formodes, at marsvinene i vinterhalvåret opsøger områder med varmere vand i Skagerrak og Nordsøen.

Eksisterende belastninger for marsvin

Østersøen og Bælthavet er påvirket af eksisterende menneskeskabte belastninger, som på forskellig måde kan have betydning for forekomsten af marine pattedyr i området. De eksisterende forhold afspejler derfor disse eksisterende belastninger, hvoraf følgende vurderes at have betydning for miljøtilstanden af marsvin: Bifangster, miljøforurening, eutrofiering, fiskeri, skibstrafik og undervandstøj fra skibe og anlægsarbejde. De første fire nævnte trusler gennemgås kort nedenfor, undervandstøj belyses særskilt i afsnit 10.6 Støj under vand.

Bifangster anses for at være den største trussel mod opretholdelsen af en bæredygtig bestand af marsvin. Undersøgelser tyder på, at bifangsten af marsvin overstiger 1,7 pct., som den Internationale Hvalfangstkommission og ASCOBANS anser som tærskel for, at bestanden kan opretholdes på længere sigt.

Miljøforurening er generelt forbundet med skadelige effekter i havpattedyr. Østersøen har været og er udsat for kemisk forurening siden begyndelsen af industrialiseringen, og den langsomme vandudskiftning (30 år) med Nordsøen har medført en generel ophobning af giftige, kemiske stoffer. En bred vifte af alle tænkelige stoffer findes i Østersøen, og blandt de vigtigste skal nævnes tungmetaller og organiske svært nedbrydelige stoffer fra industri, landbrug og husholdninger, konventionel ammunition og kemiske krigsgasser fra anden verdenskrig på marine lossepladser og radionuklider fra civil og militært brug af kerneenergi. Den største del af Østersøen er blevet klassificeret som "forurenede med farlige stoffer", og områder som Mecklenburger Bucht og Kieler Bucht er angivet med dårlig status på grund af høje koncentrationer af forskellige kemiske stoffer i muslinger, fisk og fugle (HELCOM 2010). Derudover ligger en stor risiko i en pludselig frigørelse af farlige stoffer f.eks. i takt med korrosion af containere med kemiske krigsgasser eller i forbindelse med skibulykker.

Eutrofiering, det vil sige forurening med næringsstoffer, er generelt et problem i Østersøen og har indflydelse på marsvinenes fødegrundlag. Emnet har givet anledning til internationale bestræbelser på at reducere næringsstofftilførslen i hele Østersøen, hvor HELCOM spiller en central rolle for forhandlingerne og monitorering (www.helcom.fi). Det er imidlertid ikke muligt at vurdere, hvorvidt de nuværende føderessourcer er begrænsende for marsvin og derved at kvantificere eutrofieringens bidrag i forhold til marsvinenes tilbagegang.

Fiskeriets bidrag til overfiskning og habitatforringelse for marsvin undersøges og diskuteres bredt i litteraturen. Marsvin er opportunist og lever af en række forskellige pelagiske stimefisk og bundlevende fisk. Føden består overvejende af sild, torsk og kutlinger. Føden i Femern Bælt består af ca. 32 pct. sild, 21 pct. torsk og 20 pct. kutlinger fordelt på vægt (Nabe-Nielsen 2010). Derudover er der bl.a. registreret hvilling, brisling og tobiser i maverne på marsvinene. Selvom marsvins føde hovedsageligt består af sild og torsk, der er vigtige kommercielle fiskearter, har konkurrence fra kommercielt fiskeri sandsynligvis ikke en effekt på opretholdelsen af en bæredygtig marsvinebestand i Østersøen. Dette skyldes, at marsvin generelt æder torsk og andre fisk, der er mindre end dem, fiskerne har som mål. Det bør dog nævnes, at fiskeriet på store individer kan påvirke fiskebestandene som helhed.

Femern Bælt har en af de mest trafikerede skibsruter i hele Østersøen. Skibstrafikken koncentrerer sig hovedsageligt i T-ruten og færgeruten Rødby-Puttgarden. Alene i T-ruten er der årligt 38.000 (2010-tal) passager, og dertil kommer færgeruten med ca. 34.000. Derudover foregår en del fiskeri og lystsejlad i området. Resultaterne fra undersøgelserne viser, at marsvin er regelmæssigt tilstede i Femern Bælt, hvor de rutinemæssigt kommer i kontakt med skibene. Det er især tre mulige påvirkninger, der diskuteres i forbindelse med skibstrafik: Forstyrrelse på

grund af støj eller fysisk tilstedeværelse, kollisioner med skibene og forurening fra skibene fra daglig drift og fra utilsigtede spill. Om skibstrafikken bidrager generelt med at reducere opholdsmuligheder for marsvin, kan ikke siges med sikkerhed, og marsvinenes fordelingsmønstre tyder på en vis tilpasning til forholdene.

Konklusion og betydning

Forekomst, årstidsvariationer og vandringer

Resultater fra flytællingerne, færgetællinger og passive akustiske målinger bekræfter, at marsvin forekommer i undersøgelsesområdet året rundt. Den beregnede tæthed ligger noget under den, der måles ved hovedforekomsterne i Bælthavet, og forekomsten anses for at udgøre den sydøstlige del af Bælthavs-populationen. Inden for undersøgelsesområdet er marsvinene ujævnt fordelt med en tydeligt aftagende gradient fra nordvest mod øst. Samlet set forekommer flere observationer om sommeren end mellem september - februar, dog afspejler metoderne ikke de årstidsbestemte variationer helt ensartet. De årstidsbestemte aktivitetsmønstre fra de passive akustiske målinger varierer stærkt fra station til station. Der kan ses sæsonafhængige aktivitetsforløb ved nogle stationer, dog er der for de fleste stationers vedkommende ingen tegn på, at årstiderne spiller en væsentlig rolle. Både akustiske målinger og færgetællinger viser en del aktivitet om vinteren, mens flytællinger kun registrerer få marsvin på denne årstid.

Telemetri-data viser, at det kun er Bælthavs-populationen, der opholder sig regelmæssigt i Femern Bælt. Dyr fra Nordsø/Skagerrak-populationen bevæger sig meget sjældent ind i Femern Bælt. Om vinteren vandrer nogle af marsvinene i Bælthavs-populationen ud af Bælthavet og ind i Kattegat og Skagerrak. Generelt opholder Bælthavs-populationen sig om vinteren i områder, der har højere vandtemperatur end den gennemsnitlige vandtemperatur i Bælthavet. Sammenholdt med de akustiske og visuelle målinger konkluderes det, at marsvin, der tilhører Bælthavets population, udvider deres fødesøgningsområde til Skagerrak og dele af Nordsøen om vinteren. Dette medfører en del bevægelser gennem Femern Bælt og Bælthavet. Det vedrører dog langt fra alle individer, og der forekommer bevægelser i begge retninger.

Betydningen af Femern Bælt for bestanden af marsvin er vurderet på baggrund af de modellerede tætheder fra DSM-modellen, da denne er den eneste metode, der giver kvantitative data på tæthederne af marsvin. De akustiske og telemetriske undersøgelser, viser overordnet set de samme fordelingsmønstre som flytællingerne, med en aftagende tæthed af marsvin i den østlige del af undersøgelsesområdet. Eftersom hver af de tre metoder giver et øjebliksbillede, vil der være variation mellem de tre metoder inden for mindre lokalområder, F.eks. viser de tre metoder lidt forskellige fordelinger af marsvin i det centrale Femern Bælt. Dog skal det tages i betragtning, at modelleringen af de telemetriske data er baseret på meget få dyr i forhold til flytællingerne, og at de akustiske målinger viser aktivitet og ikke antallet af dyr. Kriterierne for betydningen er specielt udviklet for de indre danske farvande (afsnit 12.10 Marine pattedyr). Vurdering af betydning er præsenteret i afsnit 12.10 konsekvensvurdering på marine pattedyr.

Ligeledes anvendes flytællingerne til at vurdere forekomsten af marsvin i undersøgelsesområdet, da de giver et kvantitativt estimat på antallet af marsvin i området, I vurderingen er påvirkningerne således sat i forhold til en estimeret forekomst af marsvin på 1.414 – 2.709 individer om sommeren og 521 – 1.800 individer om vinteren, hvilket er baseret på målinger fra 2010, hvor der blev registreret flest marsvin. Betydningskort og den rumlige beregning af tætheder inden for undersøgelsesområdet er vist i afsnit 12.10, som redegør for konsekvensvurdering på marine pattedyr.

Reproduktion

Der er samlet i 2009 og 2010 ved flytællinger registreret 34 kalve, svarende til henholdsvis 13 pct. og 6 pct. af alle observationer i 2009 og i 2010. Ved observationer fra Scandlines-færgerne udgør grupper med kalve kun en relativt lille andel af alle grupperne, svarende til 6 pct. Der er fra færgerne registreret 14 kalve i alt, de fleste af dem på den nordlige del af ruten. Der er stor variation i andel af kalve i andre undersøgelser, og der er ikke data, der understøtter, at andelen er forskellig i Femern Bælt fra andre danske farvande. Ingen undersøgelser har vist, at der findes særlige opvækstområder i danske farvande.

Eksisterende forhold

Spættet sæl og gråsæl

Rødsand Lagune udgør et vigtigt yngleområde for den danske Østersøbestand af spættet sæl, som tillige omfatter landgangspladserne ved Avnø Fjord, Dyrefod, Bøgestrømmen, Saltholm og Falsterbo (Sverige). Bestanden af den spættede sæl i østersøområdet har udviklet sig positivt siden 1990, med en årlig vækst på ca. 6 pct. Ved Rødsand er antallet således steget fra omkring 30 dyr i 1990 til 200 dyr i 2006 (Baseret på tælldata fra tidligere DMU-optællinger). Siden da er der registreret en svag tilbagegang ved Rødsand i takt med en stigning i bestanden ved Vitten/Skrollen. Disse skift i antal sæler på de enkelte lokaliteter samt observationer fra springer af sælernes vandringer i forbindelse med Femern Bælt og ved undersøgelser omkring Nysted Havvindmøllepark, tyder på, at der sker en udveksling mellem de to landgangspladser. Rødsand Lagune er Danmarks eneste kendte ynglested for gråsælen. På ynglepladsen fødes der 1 - 3 unger årligt. Antallet ved Rødsand har siden 2007 ligget på 15 - 23 dyr.

De spættede sæler opsøger landgangspladserne regelmæssigt. De spættede sæler forekommer hyppigere på land i forbindelse med, at de føder og dier deres unger i juni samt i fældningsperioden i august (Tougaard and Teilmann 2006). Mellem hvileperioderne fouragerer de spættede sæler i de omkringliggende farvande, normalt inden for en radius på 50 km.

Ligesom spættet sæl bruger gråsælerne landgangspladserne til at hvile sig mellem fødesøgnings-ture, i yngleperioden til at føde unger (februar - marts) og i fældningsperioden (juni - juli) (Thompson and Härkönen, 2008), (Tougaard and Teilmann 2006). Hovedparten af gråsælerne trækker dog 850 km ind i Østersøen til Estland og den svenske skærgård for at yngle i februar - marts.

Resultater fra optællinger af sæler fra fly

Den lavvandede Rødsand Lagune rummer to separate landgangspladser for sæler. Det drejer sig om Rødsand-sandbanken i den østlige del af lagunen, som udgøres af en langstrakt holm ca. 5 km vest for Gedser, og Vitten/Skrollen, som er et lavvandet område i den vestlige del af lagunen, hvor sælerne hviler på store sten.

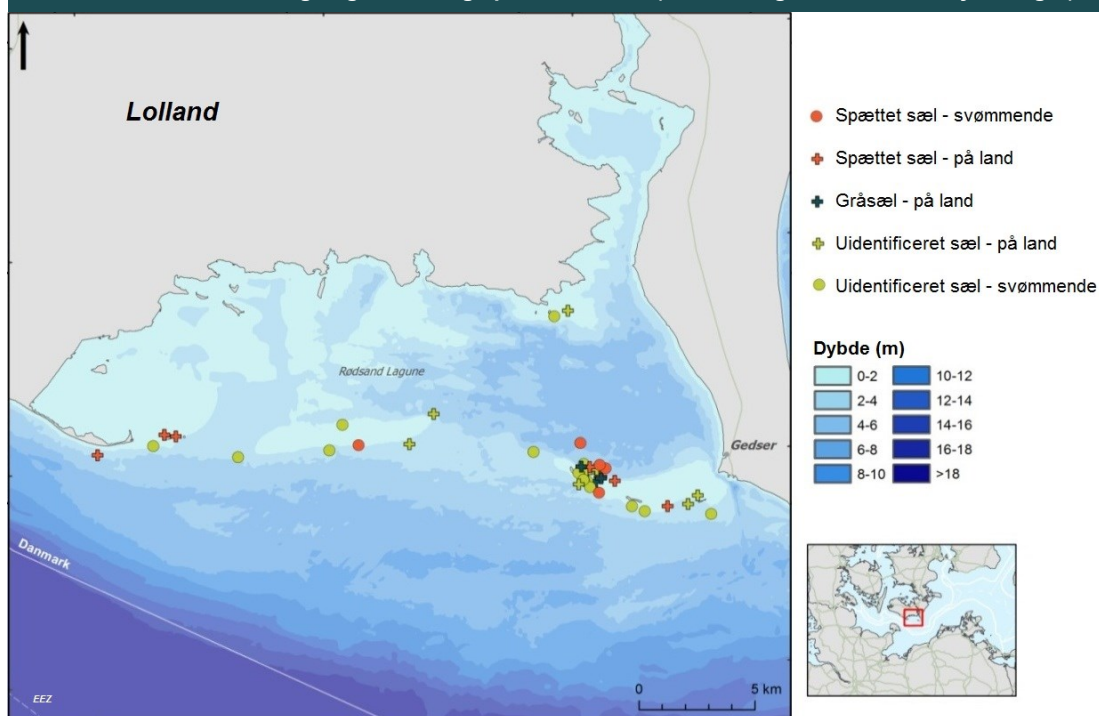
Spættet sæl

De spættede sæler er observeret i otte af de 14 måneder, undersøgelserne varede. Bestanden ved Vitten/Skrollen lå på ca. 50 dyr i 2009. I august 2010 blev der talt 223 spættede sæler i Rødsand Lagune, hvilket er det højeste antal, der er registreret i undersøgelserne. I juli 2010 blev der talt 62 spættede sæler, som er det laveste i undersøgelsesperioden. Den samlede bestand af spættede sæler i Østersøen skønnedes i 2009 til ca. 600 dyr. De spættede sæler i Rødsand Lagune udgør altså 30 - 50 pct. af den samlede danske Østersøbestand.

Det har ikke været muligt at identificere tydelige sæsonvariationer i antallet af spættede sæler på landgangspladserne, da identifikation af og skelnen mellem spættet sæl og gråsæl fra fly er behæftet med en vis usikkerhed. Det forventes dog, at antallet af spættede sæler på landgangs-pladserne vil være højest om sommeren i yngletiden og i august, når de spættede sæler fælder.

Figur 10.1.9-11 viser data fra flytællingerne for samtlige overflyvninger og fordelingen af spættet sæl og gråsæl i Rødsand Lagune.

FIGUR 10.1.9-11 Fordeling af gråsæler og spættede sæler (sammenlagte data fra alle flytællinger)



Gråsæl

Der bliver generelt talt flest gråsæler om sommeren, og i juni 2010 blev der her talt 57 gråsæler. Dette er det hidtil største registrerede antal i området, hvilket tyder på en bestand i vækst, som primært må skyldes indvandring fra den centrale del af Østersøen.

Resultater fra telemetri af sæler

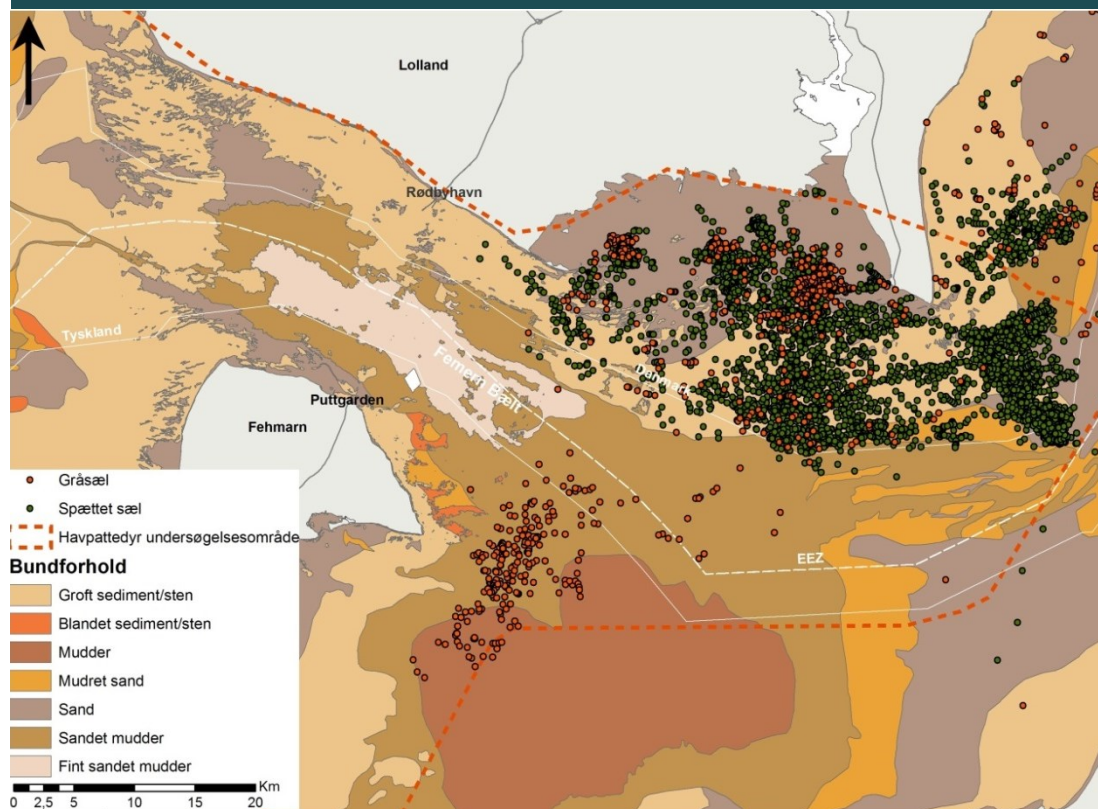
Spættet sæl

De individuelle spor (tracks) fra fire satellitsender-mærkede hanner af spættet sæl og tidligere springer viser, at de altovervejende fouragerer inden for en afstand af maksimalt 50 km fra hvilepladserne. Årsunger og unge sæler synes dog at bevæge sig væsentligt længere omkring. Mod syd begrænser 20 m dybdekurven de fleste af udflugterne, men der er også registreret enkelte længere ture til bl.a. den tyske kyst. Den østlige grænse ligger ved Darss-tærsklen, og de svømmer sjældent længere mod vest end Hyllekrog. Der forekommer kun ganske få krydsninger af linjeføringen for Femern Bælt-forbindelsen i den centrale del af Femern Bælt. Bevægelsesmønstret er kendetegnet af lille forskel mellem individer, og ved sammenlægningen af alle spor fra de fem mærkede spættede sæler tyder det på, at de spættede sæler anvender et relativt fast område til fødesøgning.

De spættede sælers ture varer i gennemsnit 66 timer. Medianen lå på 42,6 timer, det vil sige, at der forekommer relativt flere kortere udflugter og få meget lange (op til 500 timer). Udflugternes længde ligger i gennemsnit på 17 km beregnet fra sælernes sidste hvileplads. Langt de fleste udflugter er under 50 km. Til fødesøgning foretrækker sælerne de lavvandede områder med op til 20 m dybde, hvor de dykker regelmæssigt.

96 pct. af fødesøgningen foregår i områder med groft sediment med store sten, grus og sand. Kun 4 pct. af fødesøgningen foregår i områder med finere substrattyper såsom mudder. Inden for det samlede fødesøgningsområde er der fundet tre afgrænsede "hot spots", som alle mærkede sæler jævnligt har opsøgt. Det handler om et område op til 15 km syd for Rødsand, Darss-tærsklen og et område ca. 10 km nord for Darss-tærsklen, jf. figur 10.1.9-12.

FIGUR 10.1.9-12 Områder med fouragering for spættede sæler og gråsæler



Note: Markeringen af undersøgelsesområdet dækker det område, der er foretaget flytællinger i. Der er også vist positioner for mærkede sæler, der ligger uden for undersøgelsesområdet. Grønne markeringer viser positioner med fødesøgningsadfærd for de mærkede spættede sæler, og røde markeringer viser for de to mærkede gråsæler. Bundtyperne, med angivelse af hvor groft sedimentet er, er vist med forskellige brune og orange nuancer

Gråsæl

Gråsælernes ture med fødesøgning varierer mellem 1 - 30 dage, og bevægelser over flere hundrede km forekommer regelmæssigt. Enkelte gråsæler med base på en specifik landgangsplads kan lejlighedsvis flytte til en anden landgangsplads og starte ture derfra. Hunnerne kommer normalt tilbage til den samme hvileplads i mange år, ofte til deres eget fødested.

To unge gråsæler, en han og en hun, blev fanget ved Rødsand i november 2009 og udstyret med satellitmærker. På baggrund af sporingerne af de to unge gråsæler og tidligere studier af gråsælernes vandring (Dietz et al. 2003), kendetegnes gråsælens bevægelsesmønster af mindre stedfasthed og vandring over store distancer med en høj grad af forskel mellem individer. Gråsælen anses for at være mere mobil i forhold til den spættede sæl. Den unge hansæl skifter flere gange hvileplads mellem Rødsand i Danmark og Falsterbo i Sverige og foretager en vandring til Nyköping (100 km syd for Stockholm, 600 km fra Rødsand). Den mærkede hunsæl søger regelmæssigt føde i et område 10 km øst for Fehmarn, imens den bibeholder landgangspladsen ved Rødsand. Resultaterne stemmer overens med en tidligere undersøgelse fra Rødsand, hvor der ligeledes er konstateret ganske få krydsninger af det centrale Femern Bælt (Dietz et al. 2003).

Som det ses af figur 10.1.9-12, søger gråsælerne til forskel fra de spættede sæler også føde i områder med mudderbund. Figur 10.1.9-12 viser, at de mærkede gråsæler ikke søger føde i området nær den planlagte linjeføring.

Fødevalg

Data fra de mærkede gråsæler viser, at de – ligesom spættet sæl – altovervejende søger føde tæt ved havbunden. Sælernes ekskrementer er brugt til at bestemme deres diæt. Spættet sæl spiser torsk, sild, sort kutling og havtobis. Gråsælernes ekskrementer indeholder rester fra torsk, sild, hvilling og helt.

Helbredsundersøgelser af sæler

Blodprøver taget fra alle fangede gråsæler og spættede sæler er undersøgt med det formål at belyse sælernes helbredstilstand. Ingen af de hæmatologiske, immunologiske eller blodkemiske parametre viser tegn på en særlig belastning eller infektionsstilstand. Sammenholdt med eksisterende viden fra litteraturen er der ikke fundet nogen påfaldende afvigelser i blodværdierne.

Alle sæler er blevet undersøgt for angreb af parasitter. Selv om de fangede dyr ikke viser spor af ekto-parasitter, finder man talrige æg af endo-parasitter i de opsamlede ekskrementer fra hvilepladserne, især æg fra nematoder og leverikter. Da de resterende undersøgelser ikke viser tegn på stress, infektion eller andre belastninger hos sælerne, bekræfter dette, at marine pattedyr generelt kan tåle høje parasitbelastninger.

Eksisterende belastninger

Forstyrrelser fra turisme og skibsbaserede aktiviteter forekommer lejlighedsvist, dog er adgangen til sælreservaterne ved Rødsand kontrolleret. Nyere undersøgelser viste ingen eller ringe effekter forbundet med driftsfasen af de to havvindmølleparker Nysted og Rødsand II. Støjbetingede forstyrrelser er snævert forbundet med pæleramning i havvindmøllernes byggefase og med militære eksplosioner (bortskaffelse af gamle sprænghoveder og miner ved en losseplads 40 km vest for Fehmarn). Ophobning af forurenende stoffer i de baltiske sæler er stadig et alvorligt emne, selv om der ikke findes tilstrækkelig data om, hvilke virkninger forskellige stoffer som f.eks. tungmetaller eller svært nedbrydelige organiske stoffer har på populationsniveauet. Bifangst af sæler er blevet registreret i fiskeriet i sammenhæng med brug af tre slags garn (ruser, gællegarn og drivgarn). Omfanget af bifangsten er ikke kendt præcist, og afrapportering menes ikke at være så stringent som ved hvalerne (ICES 2008). En videreudvikling af særlige ruser, som forhindrer, at sælerne (og marsvin) fanges deri, bidrager til at reducere bifangsten.

Til trods for de eksisterende belastninger viser optællingerne af fældende spættede sæler og reproduktionsraten af gråsæler, at begge arter er i vækst i det samlede østersøområde (ICES 2008). I Femern Bælt sætter antallet af velegnede hvilepladser dog en grænse for vækstmulighederne. De sidste udbrud af virus (PDV) i 1988 og 2002 havde tydelige påvirkninger på sælbestanden, men tallene viste, at populationen kom sig de efterfølgende år.

Konklusion og betydning

Forekomsten af sæler i undersøgelsesområdet er overvejende forbundet med hvilepladserne i Rødsand Lagune. Fordelingen af spættede sæler og gråsæler styres i vid udstrækning af deres typiske adfærd med hviletider på sandbankerne og fourageringsophold i de omkringliggende farvande. Bestandene af begge arter er fortsat i vækst, trods de nævnte eksisterende belastninger.

For den spættede sæl udgør bestanden ved Rødsand 30 - 50 pct. af den samlede danske Østersø-bestand (SCOS, 2009). Telemetri-data viser, at spættede sæler altovervejende fouragerer i de omkringliggende farvande inden for en radius på 50 km. Betydningen af Rødsand Lagune inkl. de omkringliggende fourageringsområder vurderes derfor at være meget høj. Yngleforekomsten ved Rødsand Lagune har stor vigtighed for hele bestanden i Østersøen (Teilmann J. and Heide-Jørgensen MP, 2001).

Gråsælernes forekomst koncentrerer sig ligeledes omkring Rødsand Lagune. I modsætning til spættet sæl svømmer gråsælerne til langt fjernere områder for at fouragere, men kun få krydsninger af den centrale Femern Bælt er blevet registreret. På den anden side af Femern Bælt skifter gråsælerne mellem Rødsand Lagune og hvilepladsen ved Falsterbo. Vigtigheden af Rødsand Lagune vurderes at være stor, da den rummer en væsentlig del af de danske gråsæler,

men samlet set kun en lille del af den baltiske bestand. Sandbankerne i Rødsand Lagune er samtidig det eneste ynglested for gråsæler i Danmark.

For begge sælarters vedkommende benyttes projektområdet omkring linjeføringen ikke til fouragering, og de passerer linjeføringen meget sjældent, og projektområdet må derfor anses for at være uden betydning for begge arter.

10.1.10 Fugle på havet

Femern Bælt er et centralt område for trækkende og rastende land- og vandfugle. Området rummer habitater for overvintrende og rastende fuglearter og indeholder internationalt betydende fuglelokaliteter, der er beskyttet i henhold til fuglebeskyttelsesdirektivet. Derudover udgør området en del af den afrikansk-urasiske fugletrækrute, hvor land- og vandfugle passerer på vejen til og fra yngleområderne i Skandinavien og Rusland.

- Undersøgelserprogrammet for fugleundersøgelserne er fastlagt i Scoping-rapporten og har til formål at beskrive og kortlægge fuglelivet på lokalt plan, det vil sige i området omkring linjeføringskorridoren og på regionalt plan. I forbindelse med den planlagte etablering af den faste forbindelse over Femern Bælt (kyst-kyst) er følgende centrale emner belyst i basisundersøgelserne:
- Fugletræk: Bevægelser af fugle, der overflyver Femern Bælt uden ophold eller med kort ophold
- Vandfugle: Overvintrende, fældende og rastende vandfugle med længere ophold i Femern Bælt
- Ynglefugle: Fuglearter, der yngler i nærområdet. Fokus er rettet mod kyst- og hav-relaterede fuglearter

Undersøgelserne er rapporteret i:

- FEBI (2013): - Bird Investigations in Fehmarnbelt – Baseline Investigations and Evaluations. Volume I, Volume II og Volume III

Datagrundlag og metoder

Beskrivelsen af Femern Bælts fugleliv er baseret på de omfattende undersøgelser, der er gennemført i årene 2008 - 2010. Det overordnede formål med undersøgelserne har været at beskrive fuglenes optræden og fordeling samt at afdække de væsentlige økologiske forhold relateret til fuglenes brug af og krav til området. Undersøgelserne dækker både trækkende og rastende fugle og ynglefugle. Alle fuglearter har i princippet været dækket, dog har de i internationalt sammenhæng vigtigste arter og forekomster været genstand for de mest detaljerede undersøgelser. De enkelte formål med undersøgelsesprogrammet er blevet fastlagt i Scoping-rapporten på følgende måde (Femern A/S 2010):

- Kvantitativ registrering af tæthed, udbredelse og udviklingstendenser for vandfugle på havet
- Kvantitativ registrering af tæthed, udbredelse og udviklingstendenser for yngle- og rastefugle i de to ilandføringsområder
- Kvalitativ og – om muligt – kvantitativ registrering af vandfugles anvendelse af fourageringsområder
- Registrering af vandfuglenes fødeøkologi på grundlag af telemetri- og fødeundersøgelser
- Kvantitativ registrering af vand- og landfuglenes træk om dagen og om natten ved hjælp af visuelle, akustiske og radar-baserede metoder
- Supplerende evaluering af data indsamlet fra eksisterende danske vejr-radarer

Derudover omfattede undersøgelsesprogrammet også en beskrivelse af trækfuglenes reaktionsmønstre ved andre store broanlæg i østersområdet.

Til undersøgelsen af fugletræk og vandfugle er der blevet anvendt en blanding af klassiske optællingsmetoder og nyere teknologiske metoder. Centralt i undersøgelserne er visuelle observationer med fly- og skibs-baserede transektoptællinger (figur 10.1.10-1). Endvidere er der foretaget målinger med forskellige typer radar og sporing af fugle udstyret med radio-satellit- og GPS-sendere (figur 10.1.10-2). Endelig blev vandfuglenes fødevalg analyseret på baggrund af undersøgelser af deres mave-, ekskrement- og gylpindhold og stabile isotoper.

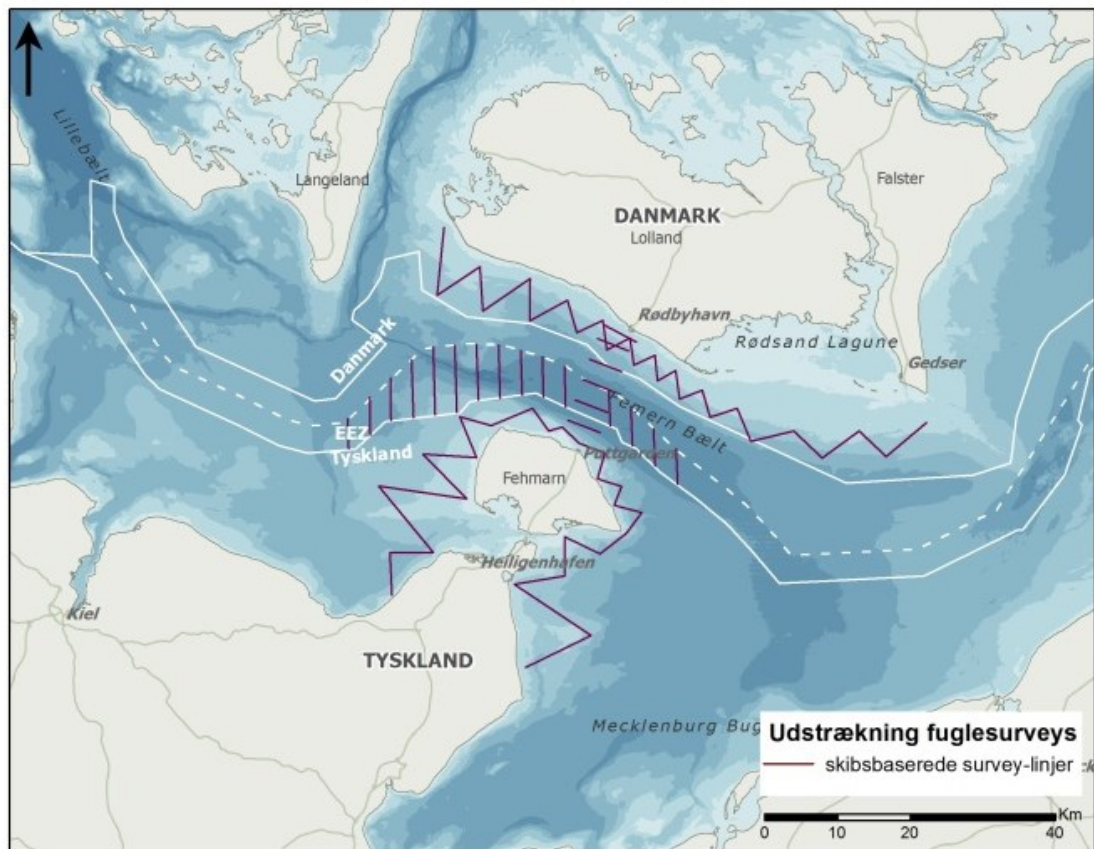
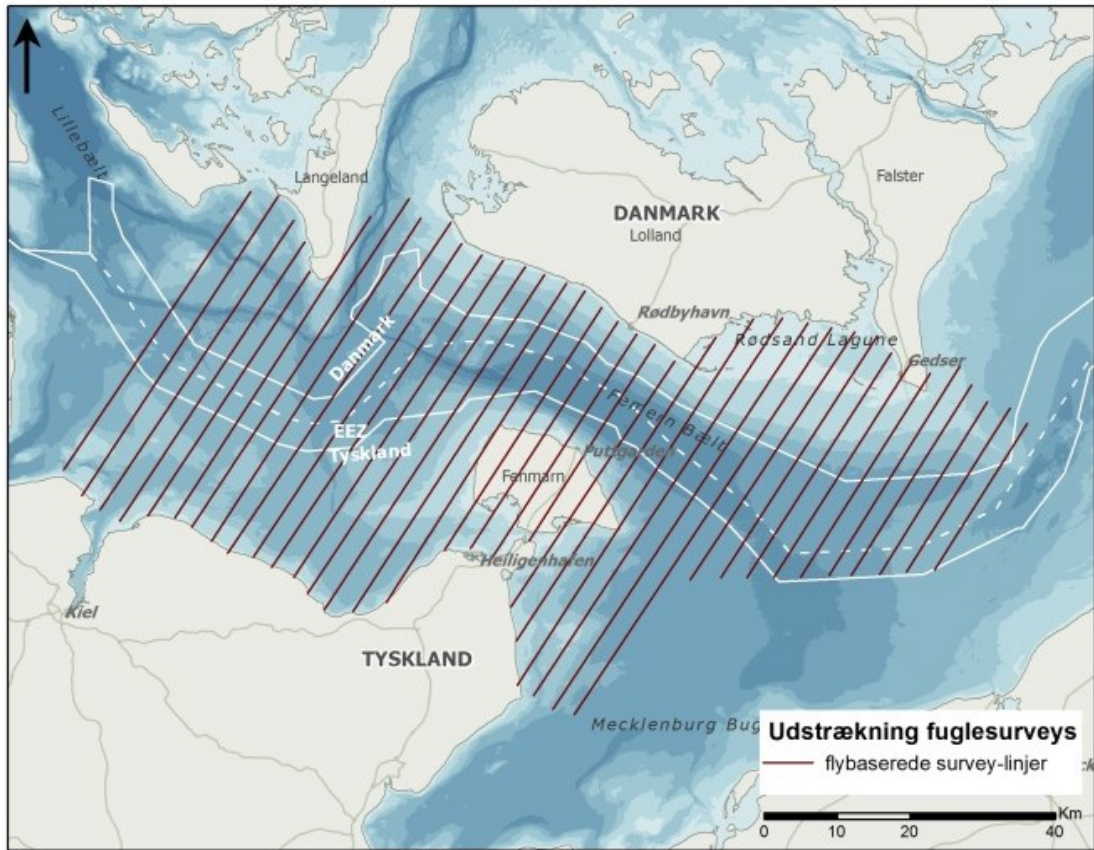
Undersøgelserne er udført i et område, der i hovedtræk svarer til det samlede marine undersøgelsesområde (afsnit 10.1 Det marine område). Dog er undersøgelsesområdet suppleret med undersøgelser af overvintrende vandfugle i den østlige del af Kiel Bugt. Afhængig af den anvendte metode blev forskellige dele af det samlede område dækket. Således er undersøgelsesområdet, der blev dækket med satellit, ubegrænset i størrelsen, mens radar-metoder og visuelle optællinger kun dækkede de væsentligste områder i Femern Bælt. De skibsbaserede optællinger var fokuseret på områder, hvor lappedykkere enten forekommer regelmæssigt, eller hvor de er listet som mål for marine fuglebeskyttelsesområder.

Det gennemførte trækfuglestudie i Femern Bælt er det hidtil største af sin art, hvor der blandt andet er anvendt akustiske metoder til artsidentifikation af nattrækkende småfugle og en kombination af følgende radar-systemer:

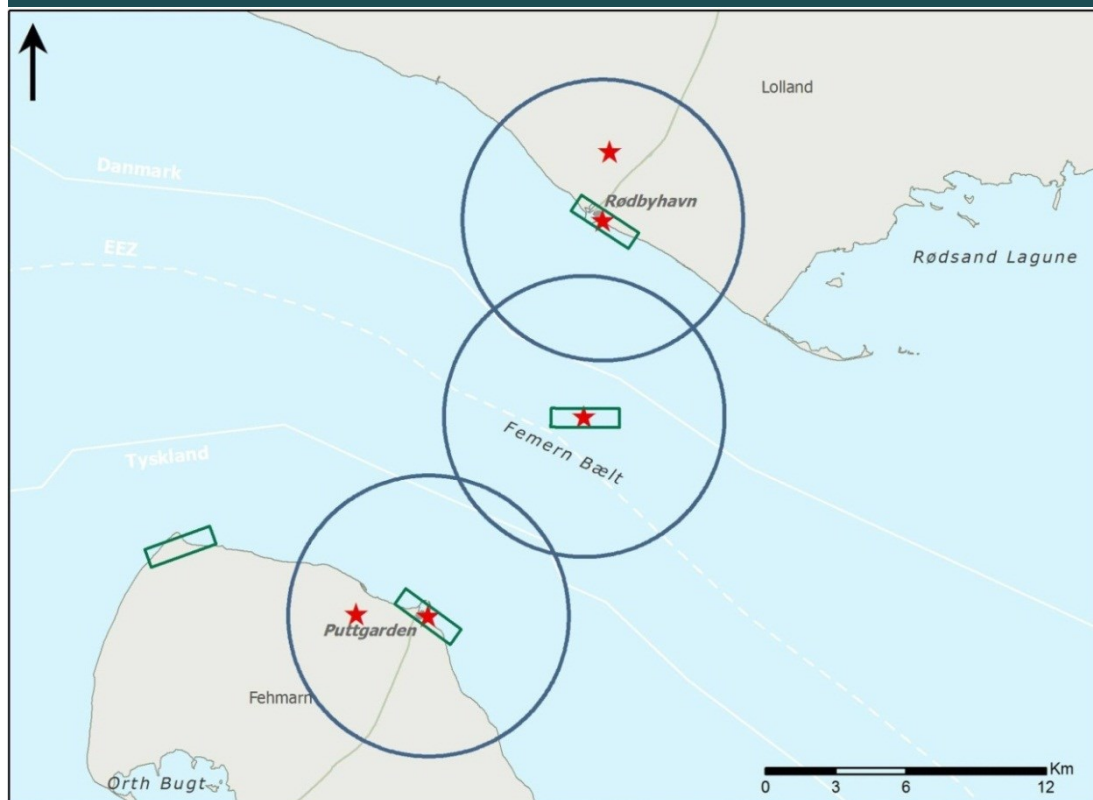
- Tracking/pencil beam radar (Superfledermaus) – Rødbyhavn 2009 og Puttgarden 2010
- Surveillance radar (skibsradar) – horisontal og vertikal på alle radar-stationer, inkl. offshore
- Vejr-radar; DMI's vejr-radarstation på Stevns (samarbejde med DMI og Århus Universitet)

Både satellit- GPS- og radio-sporing af vandfugle blev udført med det formål at beskrive de lokale bevægelser og fourageringsaktivitet hos vandfugle. I alt 75 vandfugle (52 ederfugl, 12 havlit, 11 troidand) blev sporet med VHF-radiosendere, 10 vandfugle (to ederfugl, otte knopsvane) blev sporet med GPS-loggere medens 40 vandfugle (20 ederfugl, 12 havlit, to sortand, seks troidand) blev sporet med satellitsender.

FIGUR 10.1.10-1 Flybaserede (øverst) og skibsbaserede (nederst) survey-linjer

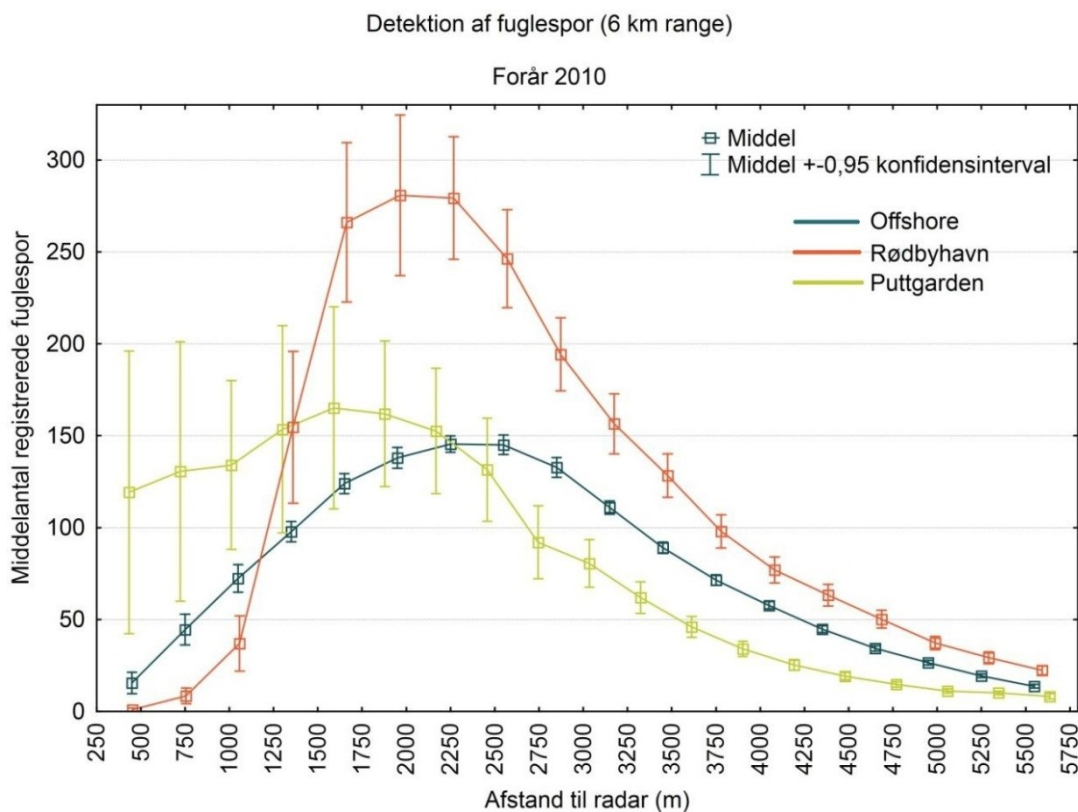


FIGUR 10.1.10-2 Placering af radarstationer i Femern Bælt



Note: Horisontale radarer er vist med blå cirkler, og vertikale radarer med grønne firkanter. Stationer med rød stjerne var bemandede. De røde stjerner på landet og ved kysten viser også placeringen af de akustiske stationer. Ved Westermarkelsdorf blev kun én ubemandet vertikal radar installeret

FIGUR 10.1.10-3 Detektion af fugle fra horisontal surveillance-radar



Note: Detektionsafstandene fra de tre radarstationer viser, at radarene generelt er mest effektive inden for 1.500 - 3.000 m afstand fra radaren, og statistik på trækintensiteten er derfor beregnet ud fra data i dette afstandsinterval

Modeller

Til estimering af tæthederne af vandfugle ud fra de fly- og skibs-baserede transektoptællinger er der anvendt en kombination af såkaldte Distance-analyser og statistiske udbredelsesmodeller. Udtrykket "Distance-analyser" refererer til empiriske analyser udført på basis af Distance software (Distance v.6. r2, <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk>, Thomas et al. 2010) ved anvendelse af funktioner til beregning af korrektionsfaktorer for afstandsrelaterede fejl i observationerne. Udbredelsesmodellerne er udført ved at koble observationerne til et sæt af miljøvariabler ved hjælp af statistiske modeller. Eftersom processerne, der styrer udbredelsen af vandfugle, er komplekse og typisk inkluderer non-lineære koblinger til miljøvariabler blev der anvendt generaliserede, additive modeller (GAMs) (Wood 2006). På grund af dominansen af nul-observationer i de indsamlede transektdata blev GAM-analyserne udført ved brug af et 2-trins design eller en såkaldt delta model, hvor forekomst og abundans estimeres ved brug af forskellige modeller (Stefánsson 1996, Ortiz and Arocha 2004).

Disse modeller gjorde det muligt at reducere effekten af uens dækning af området under de forskellige surveys samt at beskrive tætheden af de forskellige vandfuglearter i en høj opløsning. På denne måde kunne estimerne af antallet af vandfugle, der udnytter Femern Bælt, ekstraheres for mindre områder såsom fuglebeskyttelsesområder. Estimerne udgjorde et vigtigt grundlag for vurderingerne af effekterne af bro/tunnel på vandfugle.

Eksisterende data

Fuglene i Femern Bælt og de tilgrænsende farvande har også tidligere være undersøgt i forbindelse med anlægsprojekter, forskningsprogrammer og overvågningsprogrammer for Natura

2000-områder (f.eks. Durinck et al. 1994, Kahlert et al. 2005, Garthe & Schwemmer 2005, Garthe et al. 2003, Koop 2004, Berndt et al. 2005, Piper et al. 2007, Skov et al. 2011).

Det tyske MINOS – forskningsprojekt med et omfattende kortlægningsprogram af vandfugle i Nordsøen og Østersøen samt udvikling af metodestandarder for effektiviteten af havvindmøller kortlagde den tyske del af Femern Bælt under flere sæsoner under perioden 2002 - 2007 (Garthe et al. 2008). Derudover findes omfattende undersøgelser af dele af området fra baggrundsundersøgelserne for de to havmølleparker Nysted og Rødsand 2 (Petersen et al. 2006, Kahlert et al. 2007).

I forbindelse med den tidlige planlægningsfase af kyst-kyst projektet blev der i perioden 1997 - 1999 gennemført en forundersøgelse, som bl.a. omfattede skibs- og flybaserede tællinger i både den tyske og danske del af Femern Bælt (Skov et al. 1998). Endvidere er en foreløbig risikovurdering for fuglene i forbindelse med anlæg og drift af kyst-kyst projektet blevet gennemført af DMU/DCE (Kahlert & Hüppop 2005).

Effektstudier

Trækfuglenes reaktion på broer i Østersøområdet er i 2008 - 2010 blevet undersøgt ved fire store broer: Ølandsbroen (Kalmarsund), Storebæltsbroen, Storstrømsbroen og ved broen over Femernsund. Undersøgelserne blev udført ved anvendelse af såkaldte laserkikkerter, der gjorde det muligt at beskrive fuglenes bevægelser i forhold til en bro.

I samarbejde med Universitet Lund er der derudover gennemført lignende studier ved Øresundsbroen samt en analyse af eksisterende militærradar-data til at belyse vandfugletrækkets karakteristika i Øresund før og efter Øresundsbroens opførelse.

Eksisterende forhold

Trækfugle i Femern Bælt

Der er indsamlet data på i alt 230 trækkende fuglearter. I den efterfølgende beskrivelse grupperes trækfuglene i fire overordnede kategorier:

- Vandfugle med større præference for at trække over vand (kategori I)
- Vandfugle med mindre præference for at trække over vand (kategori II)
- Dagtrækkende landfugle (kategori III)
- Nattrækkende landfugle (kategori IV)

Generelle fugletrækintensiteter i Femern Bælt

For dagtrækkets vedkommende registreres den højeste trækintensitet for vandfugle ved Rødbyhavn om foråret og ved Puttgarden om efteråret, mens den højeste trækintensitet for landfugle registreres ved Puttgarden om foråret og ved Rødbyhavn om efteråret. Om foråret er intensiteten i dagtrækket af landfugle størst ved Puttgarden og mindre ved Rødbyhavn, mens den om efteråret er størst ved Rødbyhavn og igen mindre på den modtagende kyst ved Puttgarden. Både om foråret og efteråret fortyndes trækket af landfugle væsentligt ude over Femern Bælt.

Vandfugle, der foretrækker at trække over vand (Kategori I)

Vandfugle, der trækker over vand, udviser stor fleksibilitet i deres trækbevægelser og kan til enhver tid afbryde trækket for at imødegå ugunstige vejrforhold eller andre stimuli. Hvorvidt en afbrydelse af trækket vil have negativ indflydelse på vandfuglenes kondition vil afhænge af de tilgængelige lokale føderessourcer. Typiske arter, der opfører sig på denne måde i Femern Bælt, er havdykænder (ederfugl, sortand, havlit), lommer, lappedykkere, terner og alkefugle. En del svømme- og dykænder tilhører også denne gruppe.

Antallet af de vigtigste arter af observerede trækkende vandfugle er angivet i tabel 10.1.10-1. De forskellige vandfuglearter flyver fortrinsvis i lav højde over vandet, det vil sige under 30 m. Enkelte lommer og skalleslugere er observeret i højder op til 200 m.

TABEL 10.1.10-1 Antal af trækkende vandfugle af kategori I i Femern Bælt og andelen af den relevante biogeografiske bestand – visuelle observationer

Kategori I vandfugleart	Maksimum forår	Pct. Biogeografisk bestand	Maksimum efterår	Pct. Biogeografisk bestand
Rødstrubet Lom	602	0,2	192	0,1
Sortstrubet Lom	586	0,2	200	0,1
Lom (ubestemt)	2.400	0,0	392	0,1
Toppet Lappedykker	1.046	0,3	296	0,1
Gråstrubet Lappedykker	222	0,4	450	0,9
Ederfugl	323.729	42,6	311.774	41,0
Havlit	2.484	0,1	674	0,0
Sortand	48.052	3,0	49.458	3,1
Toppet Skallesluger	3.794	2,2	2.264	1,3

Havdykænder er den mest almindelige gruppe af arter, der foretrækker at trække over havet, og repræsenterer ca. 1/3 af alle observerede fugle.

Havdykænder

Sammenlignet med data fra Falsterbo indikerer baselineundersøgelserne, at mængden af trækkende havdykænder er tre gange så høj i Femern Bælt som i Øresund, hvilket tyder på, at de fleste havdykænder langs træktruten fra Østersøen til Nordsøen vælger at flyve gennem Femern Bælt. Ederfuglen er langt den hyppigst forekommende art blandt havdykænderne. Hvert forår og efterår passerer over 300.000 ederfugle Femern Bælt.

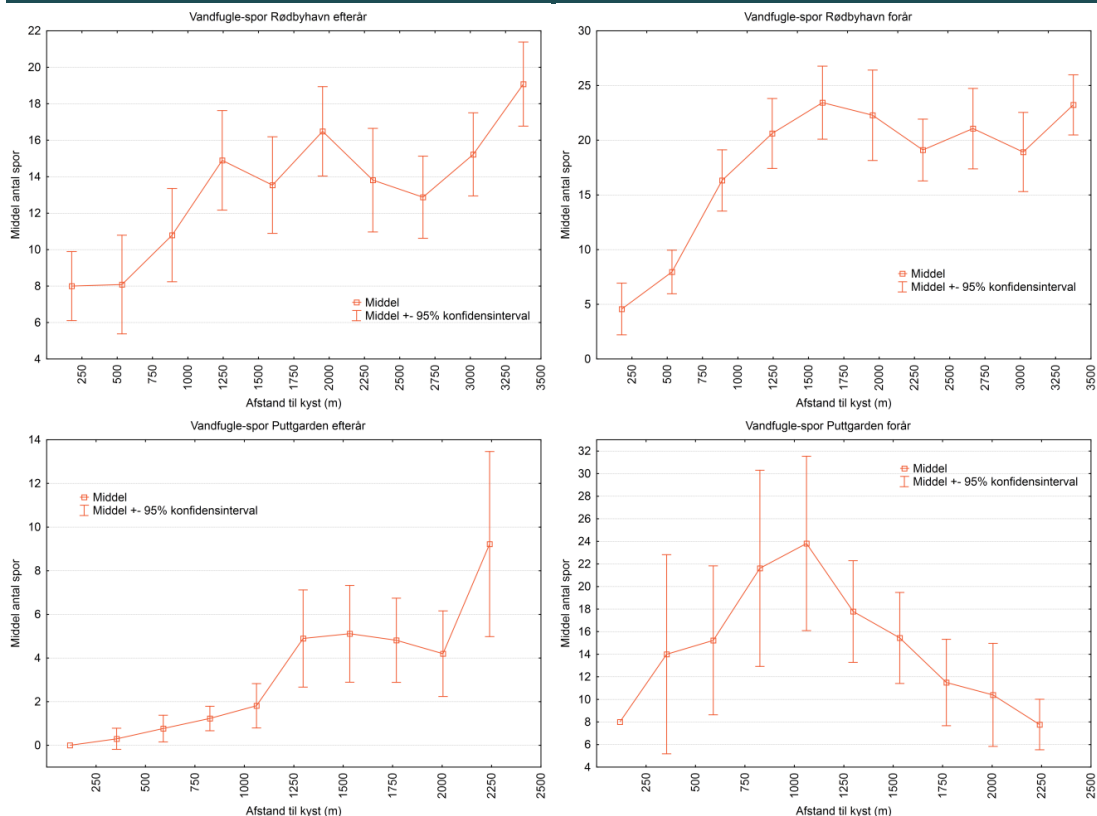
Sortanden er den næst hyppigste vandfugl med knap 50.000 individer pr. sæson. Andre havdykænder som havlit, fløjsand og hvinand ses kun fåtalligt trækkende gennem Femern Bælt.

I undersøgelsesperioden blev der om foråret observeret høj trækintensitet af ederfugle og sortænder ved Lollands kyst med flyveretning overvejende parallelt med kysten mod sydøst. Der er i flere tilfælde registreret op til 2.000 ederfugle og 100 sortænder pr. time. Intensiteten af ederfugle er betydeligt mindre langs Fehmarns kyst om foråret. Om efteråret er trækintensiteten noget lavere ved begge kyster med flyveretning mod nordvest, dog er intensiteten om efteråret højere ved Puttgarden end ved Rødbyhavn.

Sortænderne har de højeste trækintensiteter om sommeren (op mod 250 individer pr. time) på vej til deres fædningssområder i Nordsøen og Kattegat. Et stort antal sortænder trækker i øvrigt om natten.

Flyvehøjden er for de trækkende havdykænder for det meste mindre end 30 m. Havdykænder og andre vandfugle anvender tydeligt kysten som ledelinje, men vandfugletrækket er dog forskudt i forhold til selve kystlinjen og foregår i korridorer nogle få km fra kysten af Lolland og Fehmarn (figur 10.1.10-4). Undersøgelserne viser derudover, at havdykændernes trækadfærd påvirkes af vind- og vejrforhold således, at intensiteten er højest i situationer med medvind og god sigtbarhed.

FIGUR 10.1.10-4 Trækintensiteter for vandfugle ved Rødbyhavn og Puttgarden



Note: Figureerne viser registreret trækintensitet af vandfugle i forhold til afstand til kysten ved Rødbyhavn og Puttgarden ved brug af skibsradar

Vandfugle, der er mindre afhængige af at trække over vand (Kategori II)

Kategori II-arterne består typisk af vadefugle og gæs, hvis trækretning ikke er afhængig af kystlinjen. Blandt gæssene er især mørkbugede knortegæs, bramgæs og grågæs talrige, mens hjejle, vibe, islandsk ryle, almindelig ryle, lille kobbersneppe og stor regnspove er blandt de mest talrige vadefugle trækkende i Femern Bælt. Antallet af de vigtigste arter af observerede trækkende vandfugle i disse grupper er angivet i tabel 10.1.10-2. For vadefuglenes vedkommende er trækintensiteten højest om foråret ved Lollands kyst med en intensitet på over 800 individer pr. time. På nær stor regnspove, der registreres om natten i april måned, foregår en stor del af forårstrækket som dagtræk i slutningen af maj og starten af juni, hvor de er set passere undersøgelsesområdet under medvind i stor højde (> 200 m).

Gæs passerer typisk Femern Bælt i maj og oktober - november. Mørkbugede knortegæs er registreret i 2009 og 2010 med henholdsvis ca. 86.000 og ca. 110.000 fugle. Knortegæs flyver fortrinsvist i 30 - 100 m højde. Knortegæssene trækker også i ugunstige vejsituationer, hvor det ikke er muligt at udnytte medvind. I modsætning til knortegæs udviser bramgæs og grågæs en trækadfærd, som svarer mere til kategori III-arter, det vil sige, at de krydser Femern Bælt i nord-sydgående retning.

TABEL 10.1.10-2 Antal af trækkende vandfugle af kategori II i Femern Bælt og andelen af den relevante biogeografiske bestand - visuelle observationer

Kategori II vandfugleart	Maksimum forår	Pct. Biogeografisk bestand	Maksimum efterår	Pct. Biogeografisk bestand
Grågås	4.038	0,8	15.734	3,2
Bramgås	50.939	12,2	81.918	19,5
Mørkbuget knortegås	41.947	21,0	5.670	2,8
Hjejle	632	0,1	1.930	0,3
Vibe	458	0	1.878	0
Islandsk ryle	14.020	4,1	450	0,1
Almindelig ryle	23.042	1,7	2.390	0,2
Lille kobbersneppe	31.262	26,1	898	0,8
Stor regnspove	13.232	1,6	2.268	0,3

Landfugle, der trækker om dagen (Kategori III)

Kategori III-arter følger kystlinjen for at finde optimale exit-punkter. De optimale exit-punkter afhænger af vejrforholdene, men generelt vil en stor del af de krager, alliker, duer og andre dagtrækkende spurvefugle, der bevæger sig gennem Femern Bælt, vælge at krydse Femern Bælt mellem Lollands sydkyst og Fehmarns nordkyst. Området fungerer dermed som en træk-korridor for disse arter. Antallet af de vigtigste arter af observerede trækkende landfugle i disse grupper er angivet i tabel 10.1.10-3.

Trækket af landfugle om dagen er ved Rødbyhavn om efteråret kendetegnet ved udtrækkende fugle, ligesom det samme er tilfældet ved Puttgarden om foråret. En del spurvefugle, der nærmer sig kysten, prøver dog at undgå direkte flyvning over vandet og flyver langs kysten, indtil de beslutter sig at krydse vandet alligevel (figur 10.1.10-5). Dette kaldes coasting. Coasting er iagttaget ved Rødbyhavn og Puttgarden, hvilket betyder, at der er andre steder, hvor fuglene også krydser Femern Bælt f.eks. Fehmarns nordvestpynt, Hyllekrog eller Albuen. Undersøgelserne har vist, at tendenserne til udtræk eller coasting ved Rødbyhavn om efteråret er styret af vindforholdene, og flest udtrækkende fugle ses typisk i situationer med vinde mellem Nord og Sydøst.

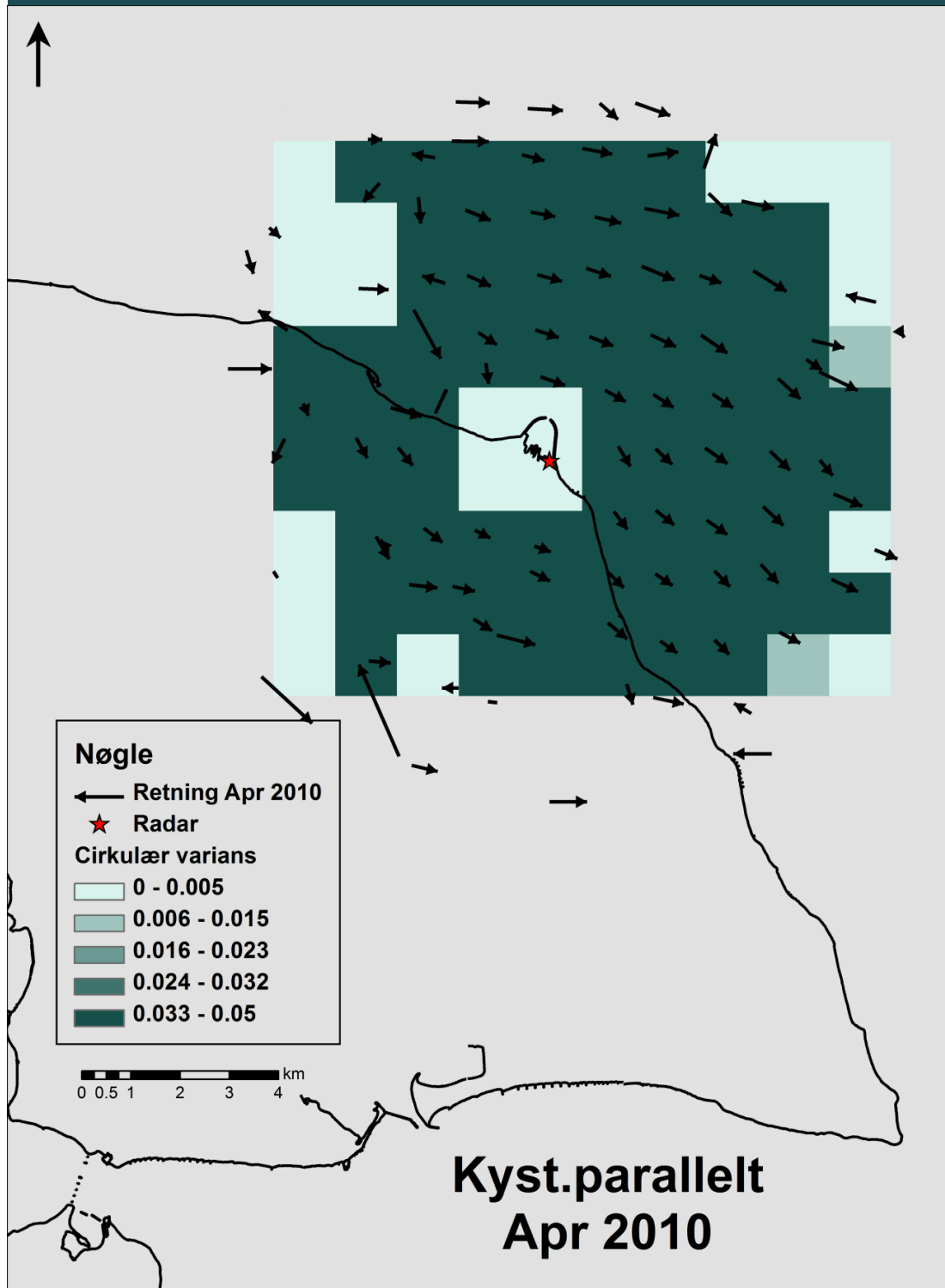
Rovfugle er en delmængde af de landfugle, der trækker om dagen, og disse registreres også regelmæssigt i stort tal at trække langs korridoren på tværs af Femern Bælt. I 2009 og 2010 er der således registreret ca. 5.000 rovfugle om foråret og 16.000 - 20.000 om efteråret med musvåge, hvepsevåge og spurvehøg som de hyppigste arter. Antallet af rovfugle over Femern Bælt var i efteråret 2009 fire gange lavere end samtidige observationer ved Falsterbo. Dette antyder, at en del af de rovfugle, der samles ved Falsterbo om efteråret, krydser Østersøen enten længere østpå eller længere nordpå og passerer dermed ikke undersøgelsesområdet.

For nogle rovfugle udgør antallet af trækkende fugle i Femern Bælt dog en stor andel af de nordiske ynglebestande. Dette gælder eksempelvis rød glente (49,2 pct. af bestanden), hvepsevåge (9,8 pct.) og rørhøg (5 pct.). Rovfuglenes flyvehøjde er jævnt fordelt mellem 0 - over 300 m. Der forekommer dog perioder med overvejende lavtflyvende rovfugle, som formodentligt kan relateres til ugunstige vindforhold.

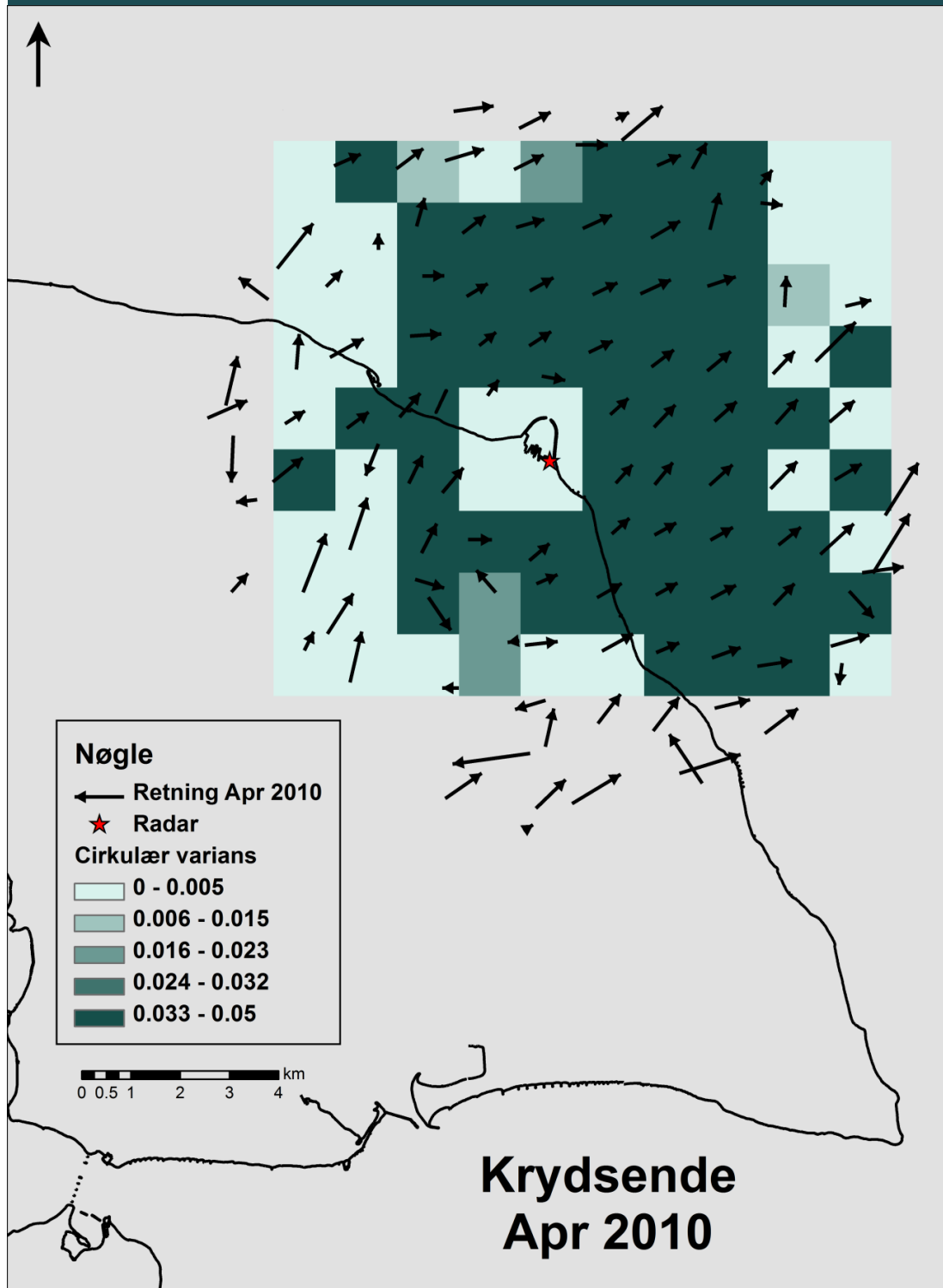
TABEL 10.1.10-3 Antal af trækkende landfugle af kategori III i Femern Bælt og andelen af den relevante biogeografiske bestand – visuelle observationer

Kategori III landfugleart	Maksimum forår	Pct. Biogeografisk bestand	Maksimum efterår	Pct. Biogeografisk bestand
Hvepsevåge	790	1,9	4.080	1
Rød glente	112	6,6	812	47,8
Havørn	26	1,1	44	1,8
Rørhøg	132	1,8	372	5
Spurvehøg	645	0,4	2.432	1,4
Musvåge	1.954	1,2	6.236	3,8
Lærkefalk	70	0,4	32	0,2
Vandrefalk	20	2,2	18	2
Huldue	1.500	0	4.356	10,9
Ringdue	40.920	0,1	289.884	8,8
Allike	5.532	0,4	5.616	0,4
Råge	376	0,2	4.320	0,3

FIGUR 10.1.10-5 Trækretninger af dagtrækkende fugle registreret med skibsradar ved Puttgarden april 2010



FIGUR 10.1.10-5 Trækretninger af dagtrækkende fugle registreret med skibsradar ved Puttgarden april 2010



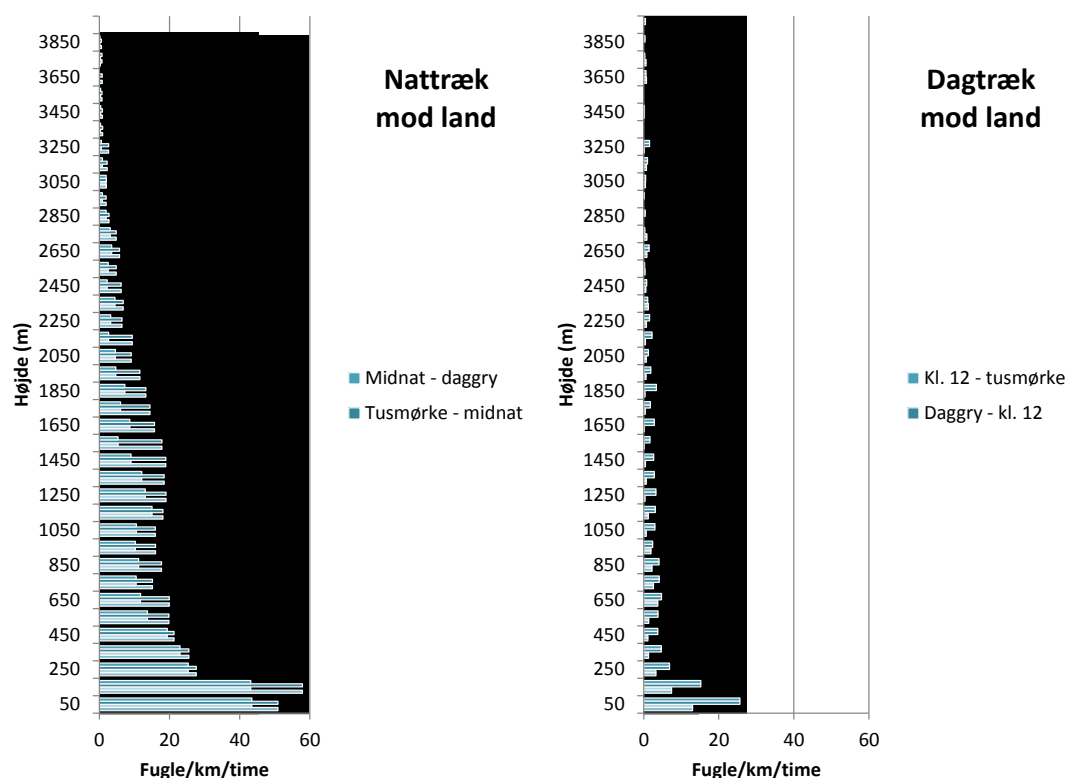
Note: Figurene viser sporenes gennemsnitlige retninger og varians mellem retninger fordelt på spor, der går parallelt med kysten (øverst) og spor, der går vinkelret på kysten (nederst)

Ringduer udgør en stor andel af alle observationer. I 2009 og 2010 er der begge år registreret ca. 420.000 individer. Flyveretningerne er mere eller mindre parallelle med den foreslåede linjeføring for den faste forbindelse. Der er dog visse tegn på coasting langs Fehmarns nordvestkyst om foråret. Ringduer ses ofte i store flokke, der flyver i stor højde over 200 m.

Spurvefugle repræsenterer også en betydelig andel af alle observationer. I 2009 er der registreret ca. 400.000 og i 2010 ca. 580.000 individer. De hyppigst forekommende er bogfinke, stær og grønsisken. Den største koncentration af trækkende spurvefugle ved Puttgarden observeres om foråret. Om efteråret er trækintensiteten mere end 10 gange højere ved Rødbyhavn end ved Puttgarden.

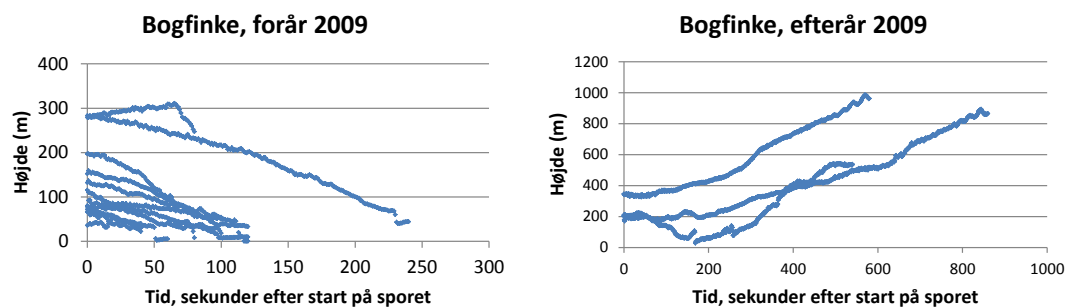
Radarundersøgelser indikerer, at de visuelle observationer af dagtrækkende spurvefugle for de fleste arters vedkommende giver et realistisk billede af trækkets forløb, idet hovedparten viser sig at trække i højder under 500 m (figur 10.1.10-6). Om natten foregår en stor del af trækket derimod ved højder på op mod 2.500 m. Brugen af tracking radar ("Superfledermaus") gjorde det muligt at kortlægge individuelle fuglebevægelser, når de krydser Femern Bælt. Figur 10.1.10-7 viser eksempler på de typiske forskelle i højdeprofilerne hos landfugle (her bogfinker), når de forlader henholdsvis ankommer til en af de to kyster. Figur 10.1.10-6 og 10.1.10-7 viser, hvorledes landfuglene tager højde, når de forlader kysten og typisk krydser Femern Bælt i stor højde (> 200 m).

FIGUR 10.1.10-6 Højdefordelinger af fugle registreret med Pencil Beam Radar ("Superfledermaus") ved Rødbyhavn i 2009



Note: Figuren viser trækintensiteten om dagen og natten (fugle pr. km pr. time) fordelt på højder mellem 0 - 4 km

FIGUR 10.1.10-7 Højdeprofiler for trækkende bogfinke



Note: Højdeprofilen hos bogfinke ved henholdsvis ankomst til Lollands kyst om foråret (2009) (venstre panel) og når de forlader kysten om efteråret (2009) (højre panel). Data er sporregistreret med tracking radar ("Superfledermaus")

Landfugle, der trækker om natten (Kategori IV)

Typiske kategori IV-arter er drosler, pibere og andre spurvefugle. Arternes trækretning og intensitet afhænger af de lokale vejrforhold, især vindstyrke og -retning, men også af de overordnede vejrforhold i området. Nattrækket over Femern Bælt foregår over en bred front.

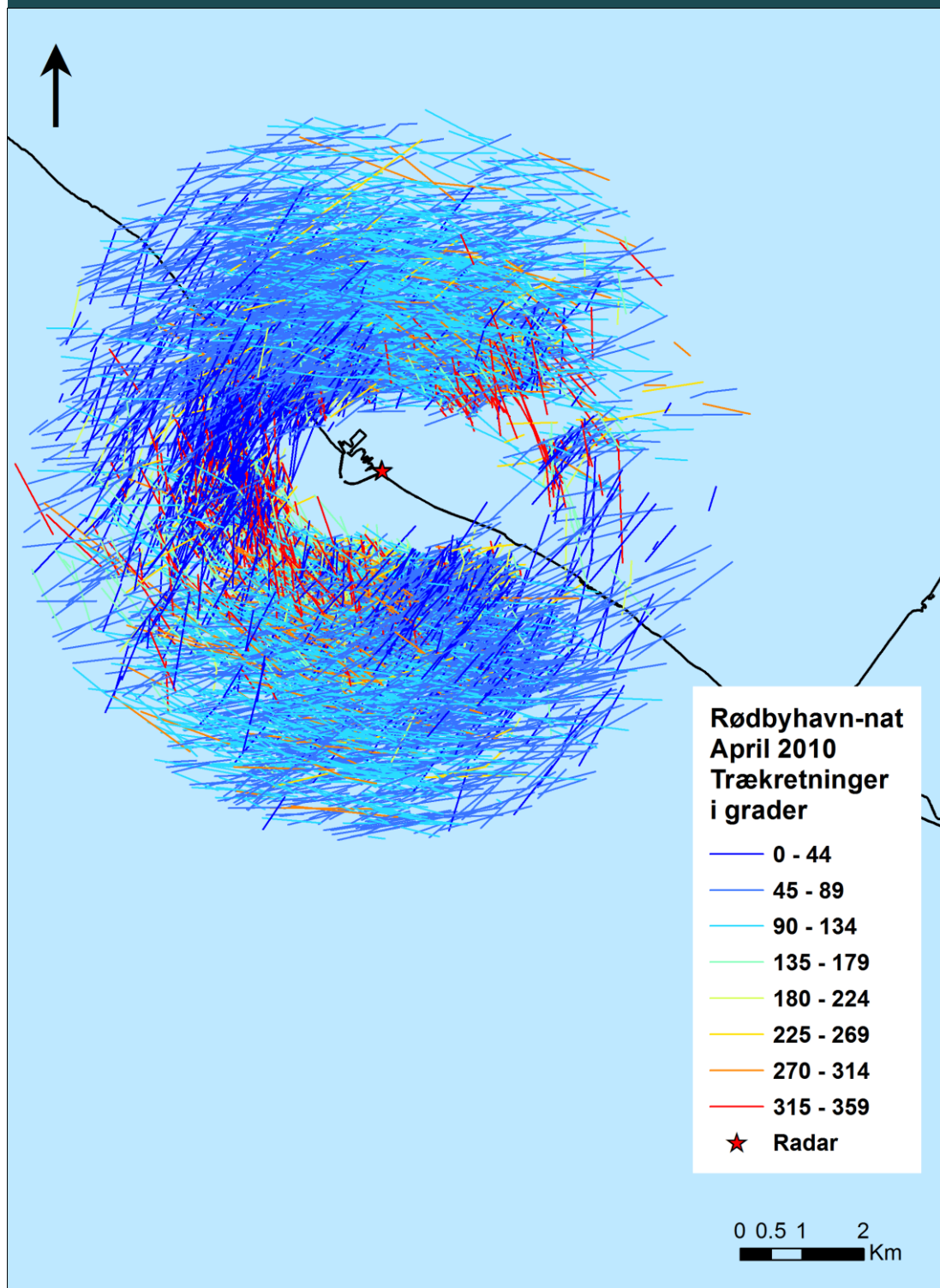
Data fra 2009 og 2010 viser således en høj grad af symmetri i nattrækket, og at nattrækket over Østersøen ikke koncentrerer omkring linjeføringen for kyst-kyst projektet, men forløber over en bred front. Flyvehøjden varierer, men er dog generelt høj, ofte over 1.000 m (figur 10.1.10-6). Det fremgår af radardata, at flyvehøjder over 1.000 m ofte falder sammen med svag vind eller medvind uden nedbør. Ved modvind eller nedbør viser radardata en tendens til lavere flyvehøjder. Nattrækket er i modsætning til dagtrækket også kendetegnet ved, at trækretningerne udviser af større grad af homogenitet (figur 10.1.10-8).

TABEL 10.1.10-4 Overblik over resultater fra undersøgelsesprogrammet i 2009

Arter/grupper	Puttgarden			Rødbyhavn			Femern Bælt offshore		Hyllekrog offshore	
	Visuelle	Akustik	Morgen	Visuelle	Akustik	Morgen	Visuelle	Akustik	Visuelle	Akustik
Lommer	645	-	-	1.856	-	-	878	-	50	-
Lappedykkere	1.284	-	-	468	30	3	110	-	86	-
Skarver	7.902	-	-	6.262	-	-	9.084	-	10.156	-
Hejrer	143	114	1	191	1.119	19	124	-	32	4
Storke	6	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Svaner	1.089	10	-	2.341	52	270	594	-	310	-
Gæs	26.710	2.660	12	129.389	12.159	3	9.356	102	12.602	322
Ænder	10.912	2.202	-	10.876	885	6.303	9.746	350	10.522	2
Havdykænder	217.358	388	-	359.572	1.712	-	46.176	190	25.518	4
Skalleslugere	3.491	-	-	2.111	-	-	60	10	206	-
Rovfugle	7.642	8	18	9.944	28	48	2.420	-	1.698	-
Fasaner	-	6	-	26	2	6	-	-	-	-
Vandhøns	-	374	2	-	755	2	-	-	-	-
Traner	1.202	-	-	1.018	-	-	24	-	-	-
Vadefugle	4.229	10.506	-	78.972	7.298	105	2.256	316	2.020	358
Kjover	36	-	-	66	-	-	26	0	18	-
Måger	15.125	10	169	9.975	2	8	14.930	20	4.010	30
Terner	4.029	50	-	4.205	-	3	1.274	4	542	40
Pelagiske havfugle	80	-	-	72	-	-	120	-	52	-
Duer	164.012	-	1.296	255.242	-	724	5.550	-	8.712	-
Gøge	4	-	1	10	-	64	-	-	-	-
Ugler	2	-	-	-	30	2	-	-	-	-
Sejlere	1.398	-	-	1.491	-	5	100	-	28	-
Spurvefugle	74.895	34.318	4.519	278.993	75.538	12.792	7.864	33.050	34.050	4.618
Total	542.194	50.646	6.018	1.153.082	99.610	20.357	110.692	34.042	110.612	5.378

Note: Resultaterne indeholder visuelle observationer af trækkende fugle i dagtimerne (transekter – totalantal registrerede individer), akustiske registreringer om natten (totalantal registrerede kald) og visuelle morgentællinger af rastende fugle (totalantal). Pelagiske havfugle dækker stormfugle, sule, ride og alkefugle

FIGUR 10.1.10-8 Spor af nattrækkende fugle registreret med skibsradar ved Rødbyhavn april 2010



Note: Figuren viser trækretningerne for de registrerede spor. Farverne viser en opdeling af trækretningerne i grad-intervaller (0 - 360°), hvilket tydeliggør en dominerende trækretning mod nord og nordøst

Vandfugle i Femern Bælt

Undersøgelserne af fugle i Femern Bælt-området omfattede en kvantitativ registrering af de 42 vandfuglearter, som raster, fælder og overvintrer i det marine undersøgelsesområde. Området rummer flere lavvandede habitater, hvor de største koncentrationer af vandfugle forekommer,

men især ederfugl udnytter en stor del af det samlede område i Femern Bælt. De vigtigste områder er den østlige del af Kiel Bugt, som er hovedopholdssted for overvintrende ederfugle og sortænder (henholdsvis 160.000 og 40.000 i 2009 - 2010) og Albuebanken med regelmæssigt mere end 30.000 ederfugle. Dernæst skal nævnes Østersøen øst for Wagrien med henholdsvis 18.000 og 21.000 rastende ederfugle og sortænder. Endelig udgør den store lavvandede Rødsand Lagune et vigtigt område for omkring 10.000 knopsvaner, der fælder og skifter deres svingfjer om sommeren.

Endvidere spiller kystnære indlandssøer en stor rolle for de overvintrende fugle. Flere af de registrerede andearter opholder sig i disse områder ved rast eller fødesøgning. De foretager regelmæssige bevægelser mellem indlandssøerne og Femern Bælt, når søerne iser til.

I tabel 10.1.10-5 beskrives data vedrørende 11 af de 42 observerede vandfuglearter. De 11 arter udgør alle over 1 pct. af den relevante biogeografiske bestand og udgør samtidigt en væsentlig del af udpegningsgrundlaget for de tre større EU Fuglebeskyttelsesområder; Östliche Kieler Bucht, Ostesee östlich Wagrien og Kyststrækningen v. Hyllekrog-Rødsand. For fire vandfuglearter udgør Femern Bælt et område af høj international betydning; knopsvane (op mod 4 pct. af bestanden), ederfugl (op mod 43,1 pct.), sortand (op mod 4,1 pct.) og toppet skallesluger (op mod 4,6 pct.) (tabel 10.1.10-5). De modellerede udbredelsesmønstre og satellitmærkningerne dokumenterede en høj grad af stabilitet i udbredelsen af de fire arter. De modellerede udbredelser af ederfugl, sortand og toppet skallesluger er vist i figur 10.1.10-9, 10.1.10-10 og 10.1.10-11. Udbredelsen af fældende knopsvaner i Rødsand Lagune er vist ved de GPS-sporede individer (figur 10.1.10-12).

Udbredelsesmodellerne gav detaljeret ny indsigt i de styrende habitatparametre og presfaktorer for ederfugl, sortand og toppet skallesluger. For ederfugl viste modellerne for både de fly- og skibsbaserede surveys, at vanddybde, overfladesediment, muslingebiomasse og havbundsrelief er vigtige habitatparametre, mens tætheden af skibe og afstanden til kysten er vigtige presfaktorer. Fuglene foretrækker således områder med moderat relief, grovere sediment og høj muslingebiomasse på 8 - 12 m dybde, hvor der samtidigt er lave tætheder af skibe.

De styrende habitatparametre for sortand overlappede til dels dem for ederfugl, og modellerne indikerede maksimale forekomster i områder med moderat relief lavere end 8 m dybde med høj muslingebiomasse og lave tætheder af skibe. Udbredelsesmodellerne for sortand indikerede også en negativ respons i forhold til de eksisterende havmølleparker i Femern Bælt. De identificerede habitatparametre og presfaktorer stemmer godt overens med lokaliteterne, hvor de største koncentrationer af de to havdykænder blev observeret; Östliche Kieler Bucht, Albuebanken og området Ostesee östlich Wagrien. For toppet skallesluger viste modellerne, at vanddybde er den vigtigste parameter både for udbredelsen og tætheden af fuglene, og arter forekommer således næsten udelukkende i områderne med en vanddybde lavere end 15 m.

Undersøgelserne af ederfuglenes og knopsvanernes fødevalg og kondition i kerneområderne i Femern Bælt viste, at fuglene ikke er pressede på deres føderessourcer, og at de på trods af en tydelig kobling til bestemte fødeemner har en vis grad af fleksibilitet i deres fødevalg. Fødeundersøgelserne af svanerne viste således, at de udnytter alle fire arter af undervandsplanter i Rødsand Lagune, men at andelen af almindelig havgræs og vandaks ser ud til at variere fra år til år (figur 10.1.10-13). De mange overvintrende ederfugle er primært afhængige af blåmuslinger, men udnytter også andre fødeemner, hvoraf undersøgelserne viste, at andelen af krabber varierede mellem de to år (figur 10.1.10-14). På trods af den varierende andel af krabber var konditionen hos ederfuglene god i begge år.

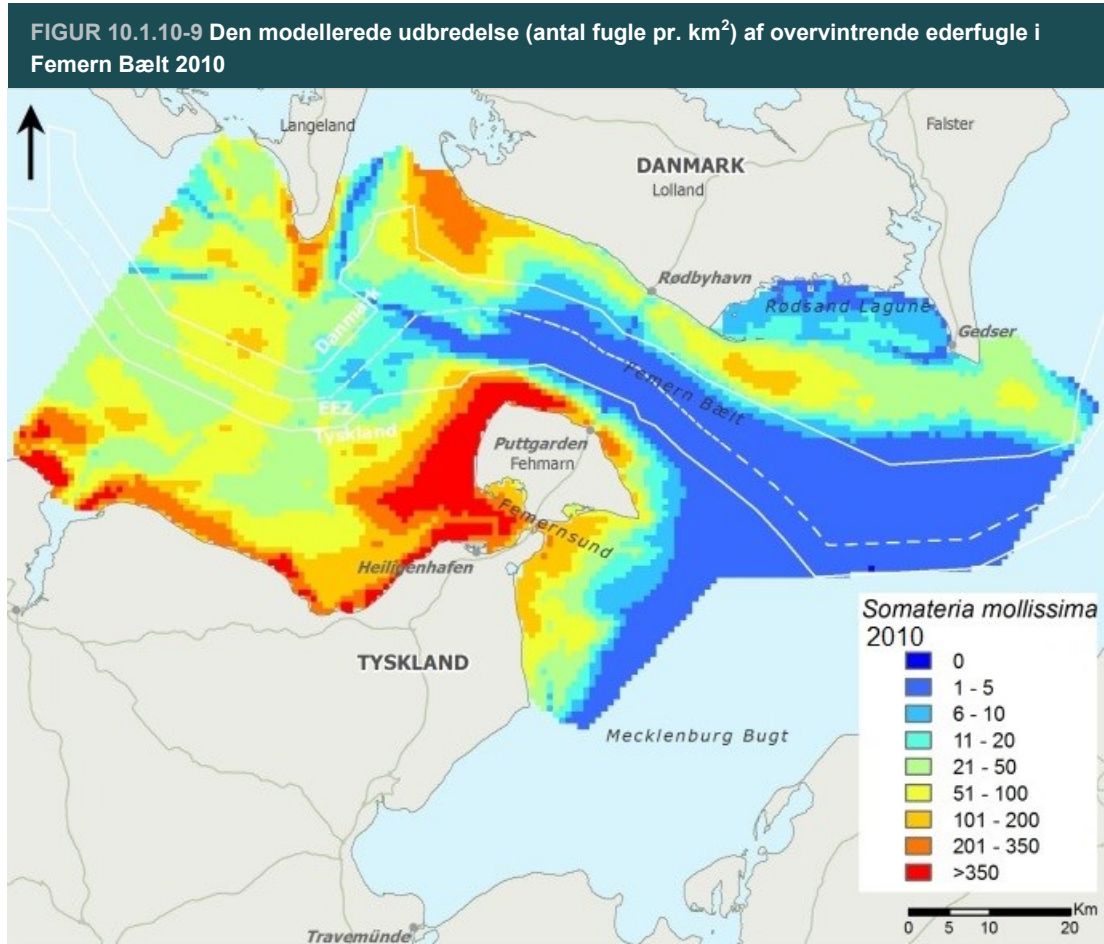
Selvom ederfuglene kræver dobbelt så stor en fødemængde som havlitter, anvender de langt mindre tid på at fouragere i Femern Bælt. Dette tyder på, at ederfuglene fouragerer mere effektivt og har mulighed for at øge deres fourageringsaktivitet, hvis det er nødvendigt, hvorimod havlitterne synes at være presset til grænsen af deres fysiologiske kapacitet. Radiotelemetri viste i øvrigt, at både ederfugle og havlitter næsten udelukkende fouragerer om dagen i Femern Bælt, og hvor ederfuglene anvender op mod 60 pct. af tiden om vinteren til at dykke, så anvender havlitterne op mod 90 pct. af tiden. Det betyder, at havlitter reelt opholder sig under havoverfladen gennem de fleste af døgnets lyse timer.

På trods af den store nuværende vinterbestand af ederfugle i Femern Bælt så viser de regionale overvågningsprogrammer, at antallet af overvintrende ederfugle i regionen er på retur. Overvågning af ederfuglene langs kysten af Slesvig-Holsten viser en årlig tilbagegang på 2,4 pct. pr. år over de sidste 15 år. Ændringerne er formodentlig drevet af en kombination af økologiske og klimarelaterede faktorer (figur 10.1.10-15).

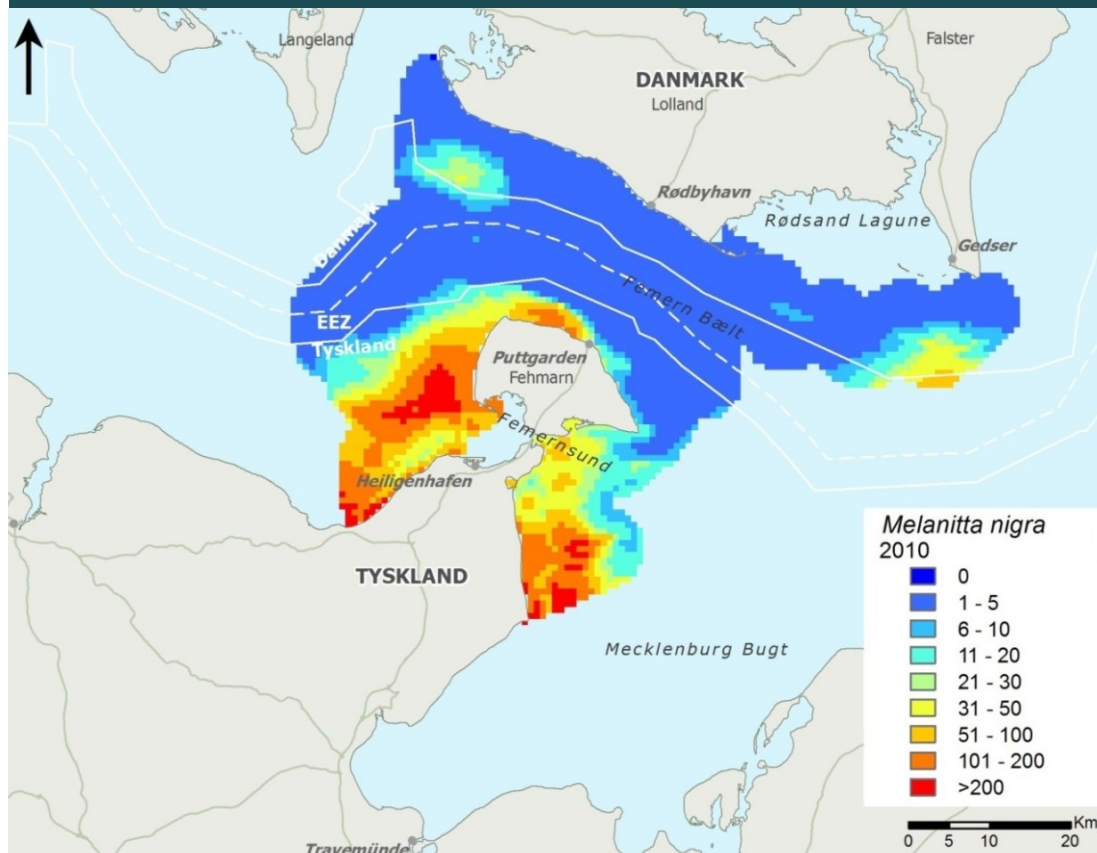
TABEL 10.1.10-5 Udvalgte vandfuglearter i undersøgelsesområdet. Maksimumforekomst, fødeemner og fænologi

Art	Biogeografisk bestand (1 pct. værdi)	Maksimum i Femern Bælt	Andel i Femern Bælt (pct.)	Vigtigste føde	Tilstedeværelse i Femern Bælt
Gråstrubet lappedykker	42.000 - 60.000 (510)	1.100	2,2	Små hvirvelløse dyr, fisk	Overvintrende og på træk: August-april. Yngleflugt: Maj-juli
Skarv	380.000 - 405.000 (3.925)	>10.000	32,4	Torsk, kutling, fladfisk	Overvintrende og på træk: August-marts. Yngleflugt: April-juli
Knopsvane	250.000 (2.500)	10.500	4,2	Vand- og sumpplanter, afgrøder om vinteren	Overvintrende og på træk: Oktober-april. Yngleflugt og fædning: April-august
Sangsvane	59.000 (590)	>1.500	2,5	Vand- og sumpplanter, afgrøder om vinteren	Overvintrende og på træk: Oktober-april.
Pibeand	1.500.000 (15.000)	17.000	1,1	Vand- og sumpplanter, græs, afgrøder	Overvintrende og på træk: September-april. Yngleflugt og fædning: Maj-august
Troldand	1.200.000 (12.000)	>30.000	2,5	Små hvirvelløse dyr (primært bløddyr)	Overvintrende og på træk: September-april. Yngleflugt: Maj-august
Bjergand	310.000 (3.100)	>12.000	3,9	Små hvirvelløse dyr (bløddyr og krebsdyr)	Overvintrende og på træk: September-april.
Edderfugl	760.000 (7.600)	327.505	43,1	Små hvirvelløse dyr (bløddyr og krebsdyr)	Overvintrende og på træk: September-april. Yngleflugt og fædning: Maj-august
Havlit	4.600.000 (20.000)*	23.800	1,2	Små hvirvelløse dyr (bløddyr, krebsdyr, fisk)	Overvintrende og på træk: Oktober-april
Sortand	160.000 (16.000)	66.290	4,1	Små hvirvelløse dyr (bløddyr og krebsdyr)	Overvintrende og på træk: Oktober-maj
Toppet skallesluger	170.000 (1.700)	7.800	4,6	Fisk, krebsdyr, ledorme, insekter	Overvintrende og på træk: September-april. Yngleflugt og fædning: Maj-august

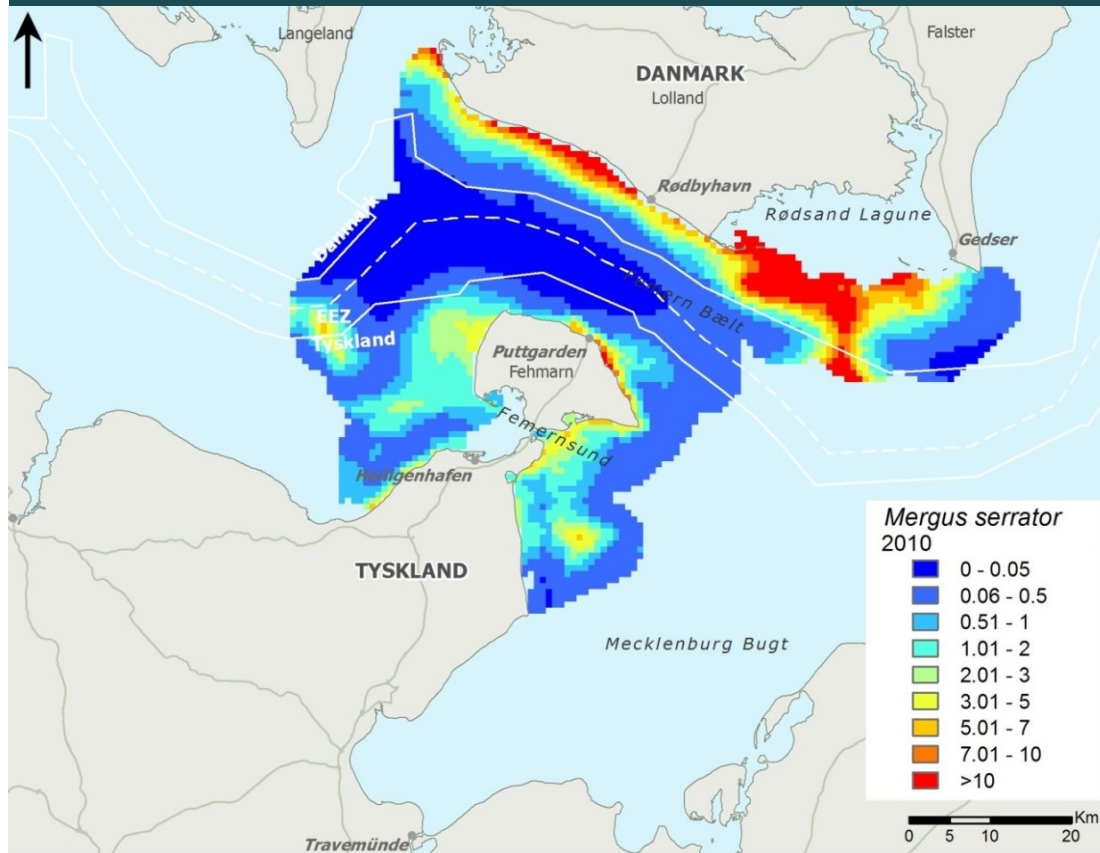
Note: For havlit er 1 pct.-værdien fastlagt til 20.000 fugle, hvilket svarer til det minimale antal vandfugle, der repræsenterer områder af international betydning (sensu Ramsar-konventionen). Andelen i Femern Bælt er også angivet i forhold til denne værdi



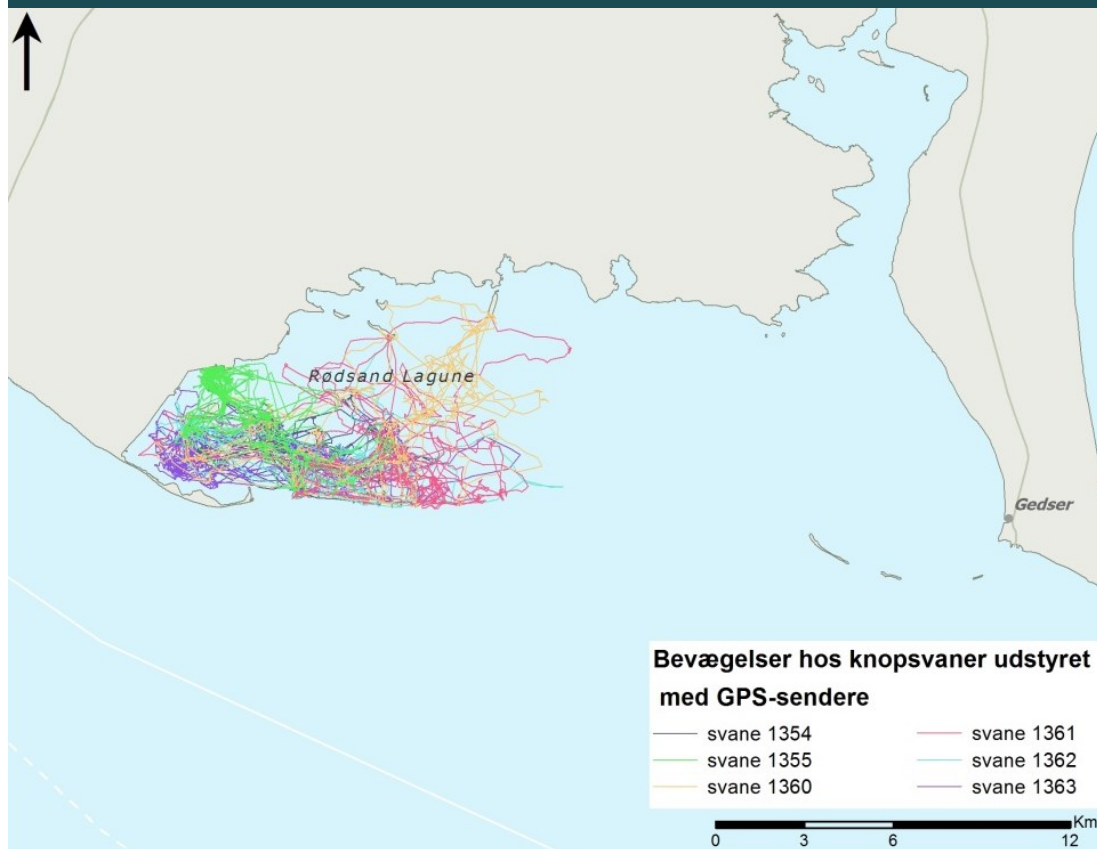
FIGUR 10.1.10-10 Den modellerede udbredelse (antal fugle pr. km²) af overvintrende sortænder i Femern Bælt 2010



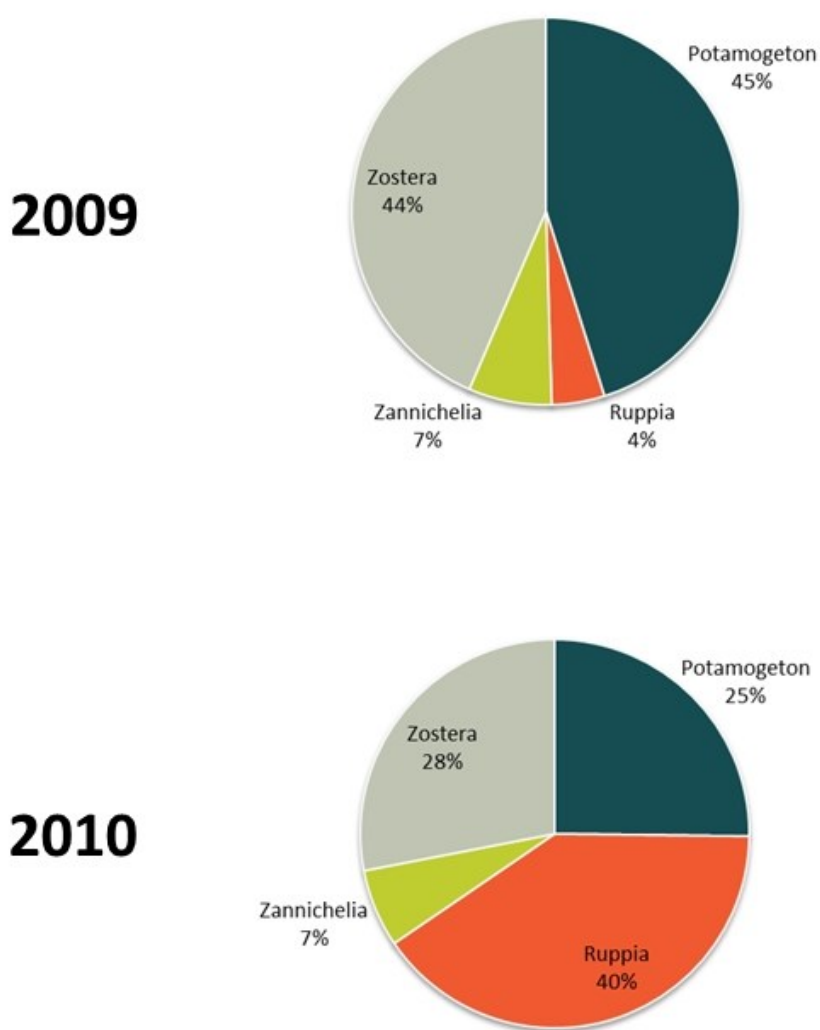
FIGUR 10.1.10-11 Den modellerede udbredelse (antal fugle pr. km²) af overvintrende toppet skalleslugere i Femern Bælt 2010



FIGUR 10.1.10-12 Bevægelser hos knopsvaner udstyret med GPS-sendere i Rødsand Lagune juli - august 2010

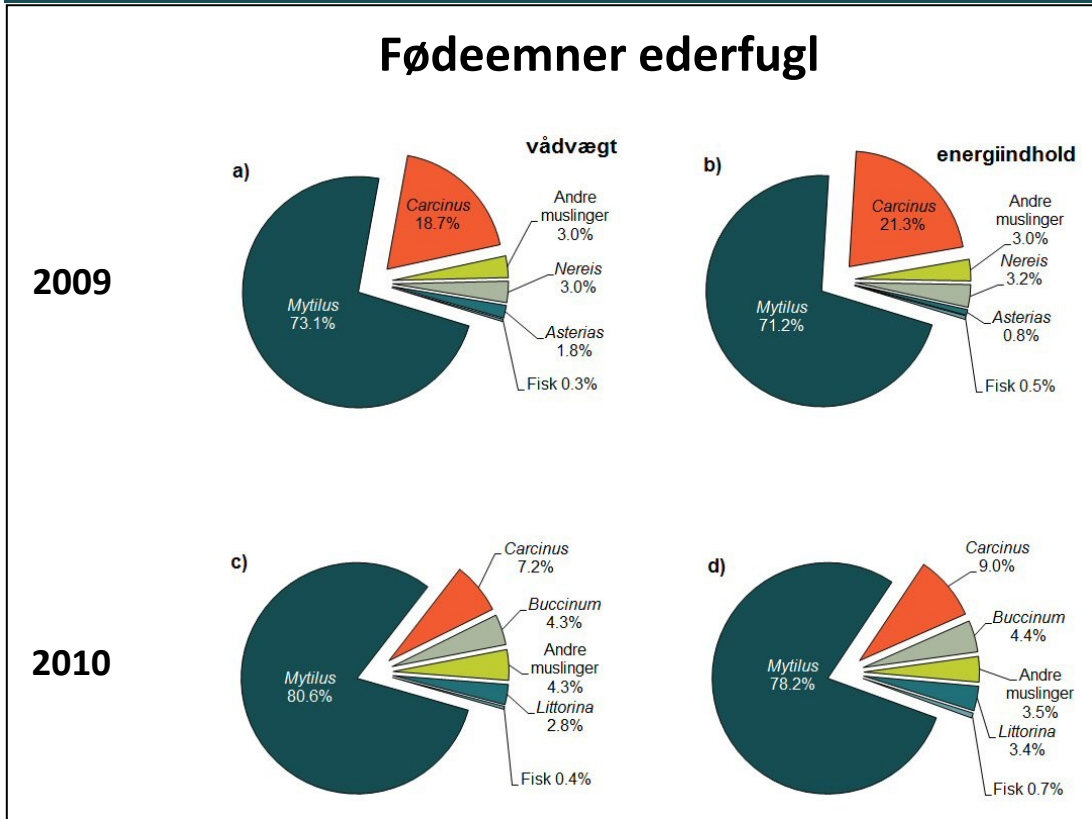


Fødeemner knopsvane



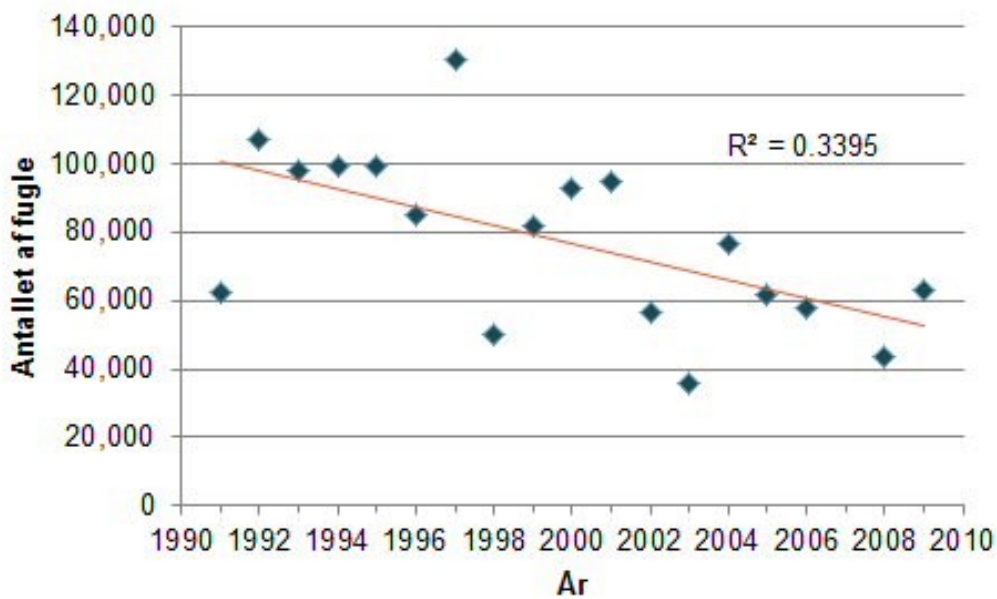
Note: Fødeemner er fordelt på vådvægt (venstre panel) og energiindhold (højre panel)

FIGUR 10.1.10-14 Fødeemner for overvintrende ederfugle i 2009 og 2010



Note: Fødeemner er fordelt på vådvægt (venstre panel) og energiindhold (højre panel)

FIGUR 10.1.10-15 Overvintrende ederfugle i den tyske del af Femern Bælt



Regionale monitoringsdata viser nedgang i antallet af overvintrende ederfugle i den tyske del af Femern Bælt over de sidste 15 år (figur 10.1.10-15).

Ynglende vandfugle

I tabel 10.1.10-6 præsenteres et uddrag af data vedrørende forekomsten af ynglende vandfugle for de fire fuglebeskyttelsesområder, der ligger tættest ved linjeføringen for Femern Bælt-forbindelsen. Samlet set er der registreret 87 ynglende fuglearter, hvoraf de 14 arter er prioriterede arter i forhold til EF Fuglebeskyttelsesdirektivet Bilag 1 og udpegningsgrundlaget for de fire områder. Det samlede antal ynglepar skønnes til ca.16.600. Blandt de hyppigst forekommende vandfuglearter er blishøne, stormmåge og sølvmåge. Af særligt interessante vandfuglearter forekommer blandt andet sortterne, stor skallesluger og rødhovedet and.

TABEL 10.1.10-6 Antal ynglende fuglepar i fire fuglebeskyttelsesområder (prioriterede arter)

	EF-fugle- direktivet Bilag I	Udpegnings- grundlag Östliche Kieler Bucht	Udpegnings- grundlag Ostsee östlich von Wagreien	Udpegnings- grundlag Hyllekrog Rødsand	Udpegnings- grundlag Maribo- søerne
Toppet Lappedykker	-	24	-	-	387
Gråstrubet Lappedykker	-	84	-	-	62
Skarv	-	120	-	-	1.806
Taffeland	-	13	-	-	254
Troldand	-	43	-	-	276
Ederfugl	-	56	8	398	-
Toppet Skallesluger	-	116	28	9	-
Stormmåge	-	1.251	44	35	-
Sølvmåge	-	771	2	1.066	-
Splitterne	x	x	-	2	-
Fjordterne	x	x	1	x	30
Havterne	x	36	-	14	-
Dværgterne	x	56	44	14	x
Sortterne	x	2	-	-	-

Note: I undersøgelsesområdet yngler kun ganske få vandfugle uden for fuglebeskyttelsesområderne.
x indikerer, at arten udgør en del af udpegningsgrundlaget, men ikke er registreret ynglende under de seneste optællinger

Eksisterende belastninger

Østersøen og Bælthavet er stærkt påvirket af eksisterende menneskeskabte belastninger, som på forskellig måde kan have betydning for forekomsten af vandfugle og trækfugle i området. De eksisterende forhold afspejler derfor disse eksisterende belastninger, hvoraf følgende vurderes at have indflydelse på miljøtilstanden fugle i det marine område: Jagt, fiskeri, havmølleparker, andre menneskeskabte strukturer, eutrofiering, forurening og skibstrafik. De tre belastninger, som vurderes at være de væsentligste, er beskrevet nedenfor.

Jagt

Fuglejagt påvirker alle trækkende vandfuglearter. I 2007 blev ca. 66.350 ederfugle af den Baltiske bestand nedlagt svarende til 8,7 pct. af vinterpopulationen. Selvom antallet af nedlagte vandfugle, især ederfugle, er faldende, repræsenterer jagt den største menneskelige påvirkning af ederfugle og påvirker med stor sandsynlighed bestandsudviklingen (Bellebaum et al. 2010).

Fiskeri

Både fangst og habitatødelæggelse med tungt fiskeudstyr, som bundtrawl, påvirker fuglene indirekte, idet mængden af føde reduceres. Ud over de generelle effekter medfører fiskeriet også en større direkte dødelighed for mange vandfuglearter. Lommer, havdykænder og alkefugle drukner i stort antal i nedgarn, som benyttes intensivt i Femern Bælts lavvandede dele. For den samlede Østersø skønnes, at ca. 76.000 fugle drukner i nedgarn årligt (Žydėlis et al. 2009). Det skønnes, at ca. 15.000 fugle årligt dør i garn ved kysten i Slesvig-Holsten og 17.000 - 20.000 i Mecklenburg-Vorpommern (Kirchhoff 1982, IfAÖ 2009).

Havmølleparker

I Femern Bælt-regionen er to havmølleparker i drift, og yderligere tre er planlagt. Havmøllerne har tre væsentlige virkninger; barriere-virkning, øget kollisionsrisiko og habitat-fortrængning. Arter tilknyttet offshore-habitater, så som lommer og havdykænder, påvirkes af fortrængning fra havmøller. Til trods for de observerede fugle-reaktioner ved havmølleparker for nogle vandfuglearter vurderes fortrængningen fra de eksisterende havmølleparker i Femern Bælt-regionen at være ganske lille i forhold til populationernes størrelse og udbredelse (Petersen et al. 2006).

En barriere-virkning opstår, når havmølleparker forstyrrer fugle under deres langdistancetræk eller fourageringsflyvning i et område på en sådan måde, at det medfører en afvigelse fra den oprindelige trækroute, trækhøjde eller flyveadfærd, hvilket får dem til at bruge mere energi. Denne virkning er observeret ved Nysted Havmølleparken.

Kollisioner med havmøller kan også være en trussel i forbindelse med den voksende udnyttelse af havområderne. Kollisionsrisikoen for vandfugle ved en enkel havmøllepark er dog ikke særlig stor – undersøgelser fra Nysted viste en risiko på 0,018 - 0,02 pct (Petersen et al. 2006).

10.1.11 Migrerende flagermus

Der trækker hvert år flere arter af flagermus mellem Øst- og Nordeuropa. Flagermusene bevæger sig mellem deres østlige og sydlige overvintringspladser til ynglelokaliteter i Danmark og Skandinavien. Trækket foregår fortrinsvist forår og efterår, hvor en del af flagermusene krydser Femern Bælt.

I Scoping-rapporten er undersøgelser af migrerende flagermus ikke specifikt beskrevet, men det er vurderet, at de bør undersøges, da flagermustræk over Femern Bælt er et kendt fænomen, og det ikke kan udelukkes, at anlæg og drift af den faste forbindelse over Femern Bælt (kyst-kyst) kan påvirke flagermustræk over Femern Bælt.

De eksisterende belastninger af flagermustræk over Femern Bælt vurderes at være små og ubetydelige og primært at hidrøre fra havmølleparker. De særskilte virkninger herfra er ikke kendte, idet såvel specifikke trækruter, flagermustrækkets omfang og den egentlige kollisionsrisiko ikke er nærmere undersøgt.

Alle flagermusarter er listet på habitatdirektivets bilag IV.

For en detaljeret beskrivelse af de eksisterende forhold vedrørende migrerende flagermus over Femern Bælt henvises til:

- FEBI (2013): Fauna and Flora – Bats – Baseline Bats of the Fehmarnbelt area. Doc. E3-TR-0016 Vol. I.

Datagrundlag og metode

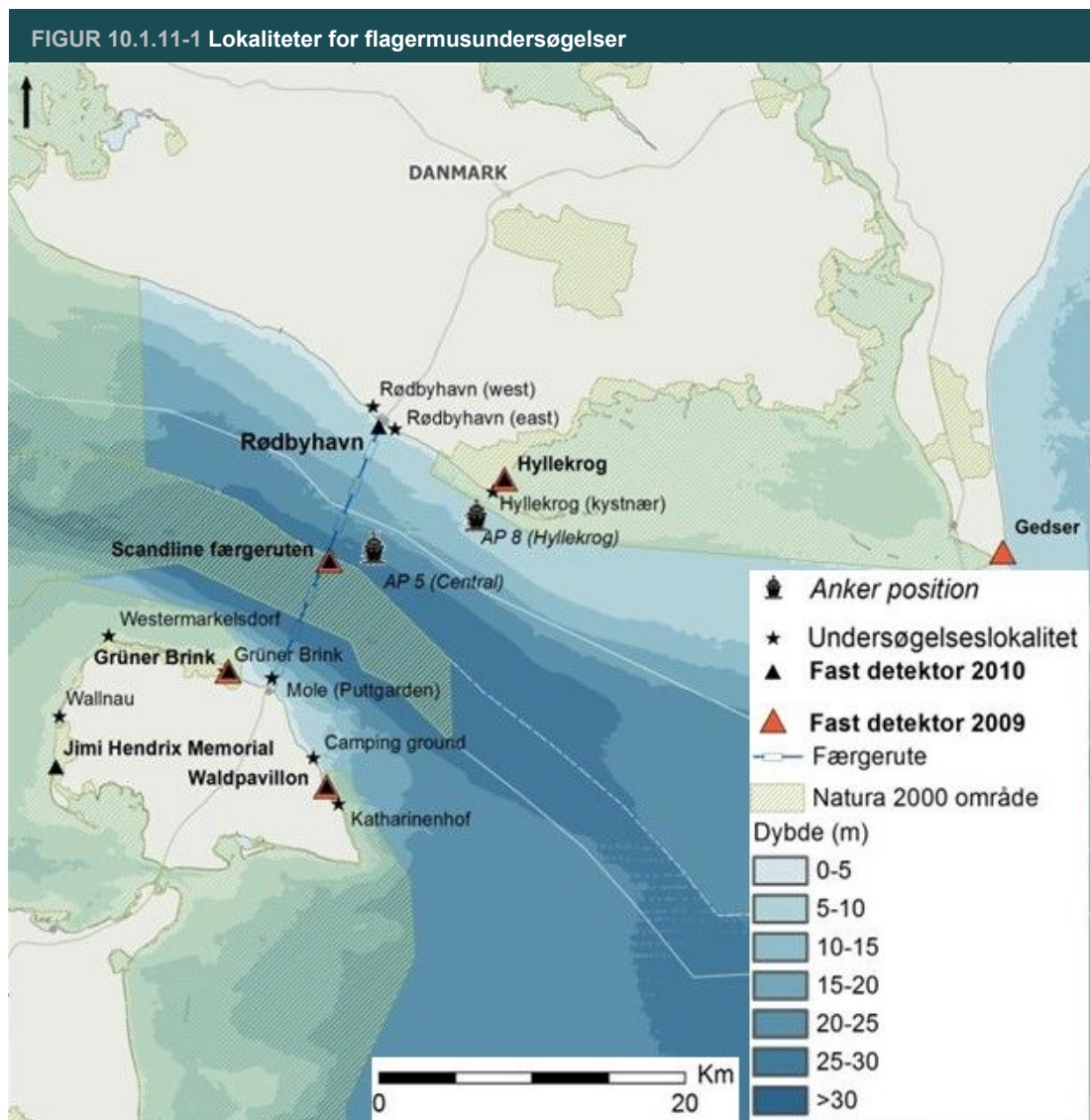
Der er kun foretaget få undersøgelser af flagermus' vandringsmønstre, og endnu færre studier er udført specifikt på flagermus' adfærd over havet. Studier af flagermus over åbent hav er således et nyt felt. Undersøgelserne af flagermus over Femern Bælt er foretaget i 2009 - 2010 både fra kystnære lokaliteter og centralt i Femern Bælt nær den foreslåede linjeføring. De kystnære lokaliteter er undersøgt for at kunne observere flagermus, der trækker ind fra havet over så bred en vifte af lokaliteter og med så stor geografisk spredning som praktisk muligt. Der er udført under-

søgelse ved lokaliteter med diger, krat og andre naturlige ledelinjer for flagermus. Undersøgelserne af flagermus kortlagde flagermusaktiviteten i området og fordelingen arterne imellem.

Flere registreringsmetoder blev anvendt for at indhente specifikke data på trækintensitet, arts-sammensætning samt trækadfærd hos flagermus i Femern Bælt. Metoderne blev udviklet og testet i løbet af efteråret 2009 og implementeret i 2010 (1. april - 1. november). To færger fra Scandlines og skibet Arne Tiselius, der blev anvendt som platform for undersøgelserne af fugletræk, blev udstyret med AnaBat SD1 detektorer. Herudover blev der udført registreringer med en Pettersson D 240x detektor. Detektorerne registrerer de højfrekvente lyde, som flagermus udsender. For at undersøge, hvorvidt trækbevægelserne af flagermus foregik på større højde, blev en AnaBat SD1 detektor under fire nætter i september - oktober 2009 løftet til 60 m's højde ved hjælp af en drage. Et overblik over undersøgelseslokaliteterne er vist i figur 10.1.11-1.

For at detektere ændringer i artssammensætningen i løbet af trækperioden blev, der på både ved den danske og tyske kyst, installeret fem AnaBat SD1 detektorer på udvalgte lokaliteter. Herudover blev der udført manuelle surveys på kystlokaliteter på Fehmarn, Lolland og ved Gedser.

Derudover er der udført undersøgelser ved Øresundsbroen med det formål at afklare, hvilke arter af flagermus, der forekommer ved en eksisterende broforbindelse.



Eksisterende forhold

Troldflagermus, dværgflagermus, brunflagermus samt skimmelflagermusen er kendt som langdistancetrækkende flagermus, der bevæger sig ca. 3.000 - 4.000 km fra deres yngleområder til overvintringspladser. Bredøret flagermus, sydflagermus, pipistrel flagermus samt damflagermus vandrer op til 800 km.

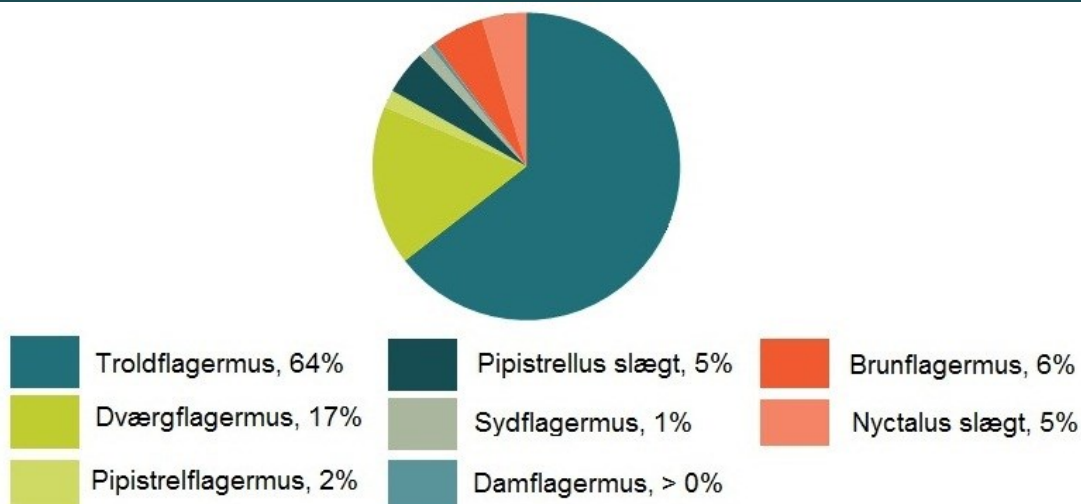
I forbindelse med undersøgelserne er der registreret 10 arter af flagermus. Tre arter forekom regelmæssigt i Femern Bælt: Troldflagermus, dværgflagermus og brunflagermus. Derudover er der registreret et mindre antal af Leislers flagermus, skimmelflagermus, nordflagermus, bredøret flagermus, sydflagermus, damflagermus samt vandflagermus.

Flagermusene er registreret på flere lokaliteter langs kysten og langs hele linjeføringen. Ved de kystnære lokaliteter tyder undersøgelserne på, at flagermusene samles i områder med mange insekter, eksempelvis Hyllekrog og området omkring Waldpavilion øst for Puttgarden.

Flagermus i det centrale Femern Bælt

Der er 214 gange konstateret flagermus over det centrale Femern Bælt, fordelt på seks arter. Troldflagermus og dværgflagermus var de hyppigst forekommende arter og stod for henholdsvis 63 pct. og 17 pct. af observationerne. Den relative fordeling af de registrerede flagermus er afbildet i figur 10.1.11-2.

FIGUR 10.1.11-2 Fordeling af flagermus observeret centralt over Femern Bælt



Størstedelen af undersøgelserne er udført i efteråret, hvilket er i overensstemmelse med den periode flagermusene normalt migrerer. Således er 141 af observationerne gjort i perioden august - oktober 2009. Aktiviteten for flagermus over Femern Bælt var højest ved vindhastigheder under 7 m pr. s, og 95 pct. af flagermusaktiviteterne blev registreret ved temperaturer over 10° C. Flagermusene udviser stort set ingen aktivitet, når der er nedbør. Flere af de flagermusarter, der er observeret over Femern Bælt, er også observeret over Øresund. Troldflagermus, dværgflagermus samt brunflagermus hører også til de almindeligste arter over Øresund.

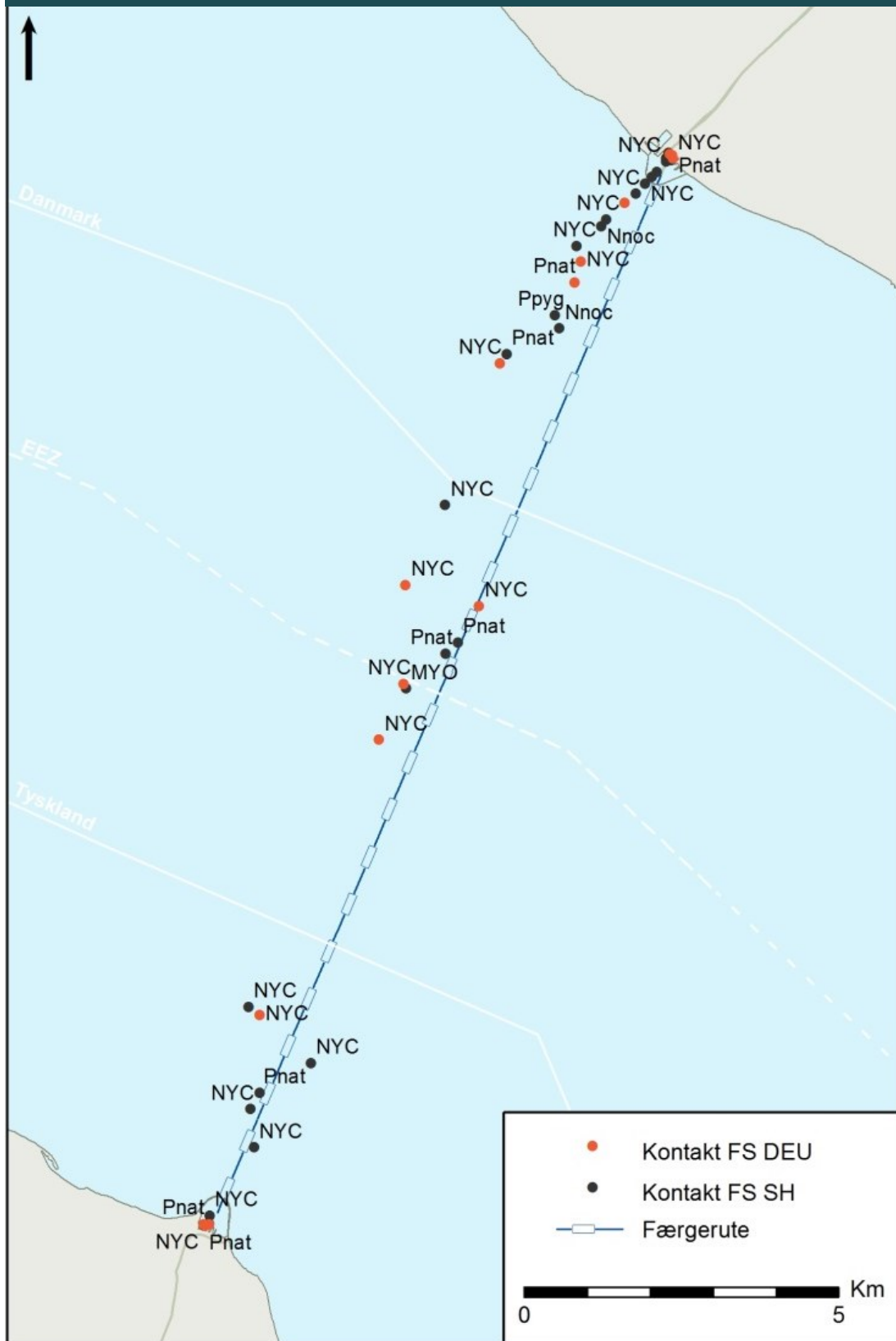
Kystnære flagermus

Troldflagermus (32 pct.) og dværgflagermus (35 pct.) er de arter, der forekommer oftest ved de kystnære lokaliteter. Derudover forekommer pipistrelflagermusen (18 pct.) også hyppigt.

Størstedelen af observationerne (58 pct.) blev gjort ved Hyllekrog. Vådmarker, krat og diger samt en stor mængde insekter ved Hyllekrog vurderes at være årsagen til, at der registreres flere flagermus her. Størstedelen af observationerne (27 pct.) på Fehmarn-siden blev registreret ved Waldpavilion øst for linjeføringen.

I øvrigt er der gjort seks observationer af Leislers flagermus, fire af disse ved Waldpavilion. Vandflagermusen er registreret seks gange ved Rødbyhavn og en enkelt gang ved Hyllekrog. Begge arter optræder således sjældent i undersøgelsesområdet.

FIGUR 10.1.11-3 Fordelingen af observationer af flagermus fra færgerne "Schleswig Holstein" og "Deutschland"



Note: Forkortelser af flagermus-navne: Nnoc: Brunflagermus, Pnat: Troldflagermus, Pbyg: Dværgflagermus, MYO: Ubestemt Myotis, NYC: Ubestemt

10.1.12 Fiskeri

Etablering af en fast forbindelse over Femern Bælt (kyst-kyst) vil påvirke fiskeriet i området. Påvirkningens omfang og karakter vil være forskellig i henholdsvis anlægs- og driftsfasen.

Her beskrives det kommercielle fiskeri i Femern Bælt og i det regionale område i den vestlige Østersø. Kommercielt fiskeri er det erhvervsmæssige fiskeri. Formålet med at beskrive de eksisterende forhold er at få en baggrund for en vurdering af den mulige effekt på fiskeriet af en fast forbindelse over Femern Bælt.

Andre former for fiskeri er fritids- og lystfiskeri. Disse former for fiskeri udøves typisk med et begrænset antal garn, ruser eller lignende redskaber eller med stang, hjul og line med rekreative formål. Deres kulturelle og rekreative værdi og socioøkonomiske betydning beskrives i afsnit 10.1.13.

For en deltageret beskrivelse af de eksisterende forhold på fiskeri i Femern Bælt henvises til:

- FeBEC (2013): Baseline for Commercial Fisheries in Fehmarnbelt. Doc. E4-TR-035 Vol. II

Datagrundlag og metode

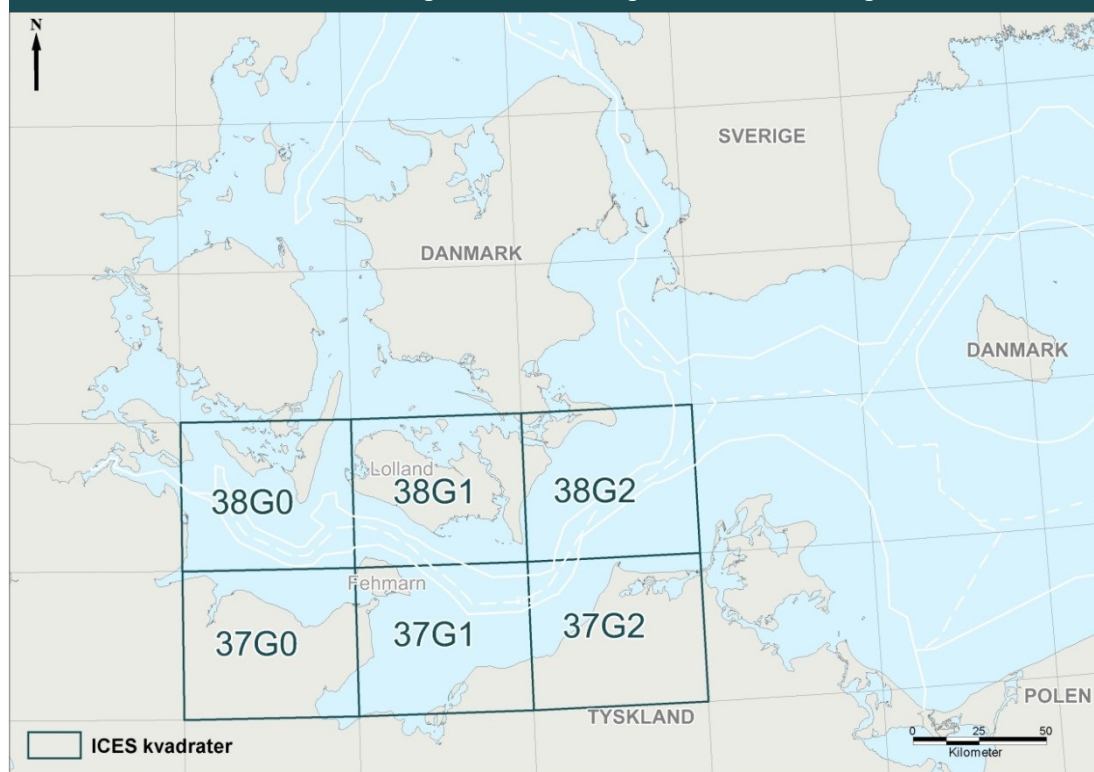
Den overordnede beskrivelse af fiskeriet i Femern Bælt og regionen er baseret på en identifikation af de vigtigste typer af fiskeri (redskaber og fiskearter). Landingerne og deres værdi fordelt på sæsoner, typer af fiskeri samt landingssteder er beskrevet, dels ved brug af data fra den officielle fiskeristatistik fra fiskeridirektoratet i Danmark og fra Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) i Tyskland, og dels ved interviews af en række danske og tyske fiskere, som fisker i Femern Bælt og den vestlige Østersø. Herudover har repræsentanter for fiskerierorganisationerne i området også bidraget med oplysninger.

Den officielle fiskeristatistik er opdelt efter fartøjsstørrelse. Fartøjer med en længde over 8 m (før 2005 kun fartøjer <10m) opgøres på ICES rektangelniveau (ca. 30 x 30 sømil). Mindre fartøjer opgiver kun deres fangster på hele farvandsområder, som i dette tilfælde primært er ICES subområde 22. Landingerne fra de større fartøjer udgør langt hovedparten af de samlede fangster.

Den planlagte Femern Bælt-forbindelse vil blive etableret inden for ICES rektangel 38G1 og meget tæt på ICES rektangel 37G1 umiddelbart sydøst herfor. ICES rektangel 38G1 er dog kun udvalgt som nærområde for beskrivelsen af fiskeriet i Femern Bælt, da langt hovedparten af fiskeriet i Femern Bælt er repræsenteret ved fiskeriet i dette rektangel. Da effekten af Femern Bælt-forbindelse også vil kunne påvirke fiskeriet uden for nærområdet, omfatter beskrivelsen også fiskeriet i de tilstødende ICES rektangler, henholdsvis vest for Femern Bælt (ICES rektangel 38G0 og 37G0) og øst for Femern Bælt (ICES rektangel 37G2 og 38G2) (figur 10.1.12-1).

Kortlægning af de større fiskefartøjers aktivitet er kortlagt ved at kombinere oplysninger fra fiskerne og fra den officielle fiskeristatistik med såkaldte VMS data (Vessel Monitoring System, GPS lokalisering af fiskeriaktiviteter) udført af fartøjer over 15 m. Pålidelige VMS data findes dog kun fra 2005 og frem. Brug af VMS data er mest relevant for trawlere og snurrevods fartøjer, da disse fartøjer ofte har en længde over 15 m, mens hovedparten af fartøjerne i garn- og bundgarnsfiskeriet er mindre. Kortlægningen af garn- og bundgarnsfiskeri er derfor primært baseret på oplysninger fra fiskerne og fra fiskerimyndighedernes fartøjs-, afregnings- og landingsregistre.

FIGUR 10.1.12-1 Kort over den vestlige Østersø med angivelse af ICES rektangler



Note: Figuren angiver ICES rektanglerne i Femern Bælt-området (38G1 og 37G1) og af de tilgrænsende rektangler i det regionale område (ICES 38G0, 37G0, 38G2 og 37G2)

Overordnet beskrivelse af fiskeri i Femern Bælt

Fiskere fra Danmark og Tyskland er omtrent de eneste, der fisker i Femern Bælt (37G1 og 38G1), og de står desuden også for hovedparten af fiskeriet i det regionale område (37G0, 38G0, 37G2 og 38G2). De danske fiskeres landinger fra hvert af de to ICES rektangler, der udgør nærområdet, er af samme størrelsesorden. Ud fra VMS data er hovedparten af fangsterne i ICES rektangel 37G1 gjort i den østlige del af dette rektangel. De tyske fiskere har kun ganske beskedne landinger fra ICES 38G1, og deres fiskeri er hovedsageligt lokaliseret til ICES rektangel 37G1. Det skal bemærkes, at Danmark og Tyskland har indgået en bilateral aftale, hvoraf det fremgår, at begge landes fiskere kan fiske i det andet lands territorialfarvand ind til 3 sømil (ca. 5,5 km) fra kysten.

Det danske og tyske fiskeri i Femern Bælt og regionen gennemføres primært med trawl, garn, snurrevod og bundgarn, evt. i kombination med anvendelsen af forskellige typer ruseredskaber.

Fra den vestlige Østersø, inkl. Femern Bælt, har danske fiskere inden for perioden 1998 - 2008 årligt i gennemsnit landet ca. 18.000 t fisk til en værdi af ca. 14,7 mio. € (tabel 10.1.12-1). I samme periode har tyske fiskere årligt landet ca. 10.600 t fisk til en værdi af ca. 10,5 mio. € (tabel 10.1.12-2).

Inden for nærområdet i Femern Bælt (ICES 38G1) har danske fiskere i perioden 1998 - 2008 årligt i gennemsnit landet omkring 1.800 t fisk til en værdi af 1.250.000 € (tabel 10.1.12-1). I samme periode har tyske fiskere landet i gennemsnit 259 t fisk årligt til en værdi af 284.000 € (tabel 10.1.12-2). De årlige gennemsnitlige landinger fra den del af nærområdet, der er beliggende i ICES rektangel 37G1, har i samme periode for danske og tyske fiskere været på henholdsvis 1.760 t (ca. 866.000 €) og 5.400 t (5.200.000 €).

TABEL 10.1.12-1 Danske fiskeres samlede landinger (tons) og værdien heraf (1.000 €) fra Femern Bælt (ICES 38G1 og 37G1) og regionen (ICES 37G0, 38G0, 37G2 og 38G2)

Landinger (tons)											
ICES Kvadrater	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
37G0	20	27	330	374	12	25	24	129	433	99	63
38G0	7.624	7.984	8.510	9.078	3.904	6.955	6.160	8.896	7.376	4.354	3.087
37G1	2.826	1.174	1.806	2.701	863	491	1.043	658	3.574	2.495	1.739
38G1	1.551	1.260	1.540	2.859	1.121	975	671	1.702	4.160	2.071	2.092
37G2	434	629	496	706	270	122	935	247	508	142	117
38G2	8.101	8.514	9.619	11.058	7.929	5.732	8.635	6.867	5.392	3.684	3.330
	20.556	19.588	22.299	26.776	14.099	14.300	17.468	18.498	21.443	12.844	10.429
Værdi (1000 euro)											
ICES Kvadrater	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
37G0	39	16	105	184	22	45	32	46	85	72	66
38G0	5.546	7.850	8.227	7.226	5.037	4.609	5.611	5.179	5.700	6.200	4.279
37G1	938	615	1.629	1.147	561	299	705	401	1.139	1.364	730
38G1	1.187	1.489	2.076	1.838	1.096	618	707	875	2.031	1.087	781
37G2	318	400	636	706	481	206	542	314	542	313	252
38G2	7.074	9.169	7.786	8.494	5.575	5.051	4.650	5.497	5.727	5.366	4.383
	15.102	19.539	20.458	19.595	12.772	10.828	12.246	12.312	15.224	14.402	10.493

TABEL 10.1.12-2 Tyske fiskeres samlede landinger (tons) og værdien heraf (1.000 €) fra Femern Bælt (ICES 38G1 og 37G1) og regionen (ICES 37G0, 38G0, 37G2 og 38G2)

Landinger (tons)											
ICES Kvadrater	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
37G0	936	1.228	1.104	958	790	709	764	660	620	629	401
38G0	2.662	3.407	3.003	2.678	2.686	2.763	3.048	3.835	3.025	2.477	2.028
37G1	4.364	6.068	5.889	4.560	6.314	5.502	4.662	4.796	6.591	5.355	5.339
38G1	241	453	260	156	85	188	93	181	885	178	127
37G2	349	660	1429	594	558	711	812	438	683	647	612
38G2	148	521	198	221	390	453	68	652	1.434	1.785	808
	8.699	12.337	11.885	9.169	10.823	10.326	9.447	10.562	13.239	11.071	9.315
Værdi (1000 euro)											
ICES Kvadrater	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
37G0	1.194	1.586	1.621	1.550	1.364	1.085	1.175	903	862	938	640
38G0	2.749	4.175	3.811	3.952	2.913	2.481	2.571	2.541	2.490	2.360	1.652
37G1	4.761	6.809	6.531	5.697	5.336	4.027	3.816	4.794	5.480	5.550	4.538
38G1	319	655	392	240	158	236	122	110	478	218	197
37G2	504	559	626	662	603	693	676	485	520	625	585
38G2	193	306	202	187	220	118	35	371	919	883	476
	9.718	14.090	13.183	12.288	10.595	8.639	8.395	9.203	10.748	10.574	8.087

Kommercielle fiskearter (fiskeressourcen)

Nedenfor er givet en generel beskrivelse af betydningen af de vigtigste fiskearter, som udgør ressourcen for de forskellige typer af fiskeri i Femern Bælt og regionen. Med hensyn til betydningen af Femern Bælt for de kommercielle fiskearter ud fra en økologisk betragtning, herunder deres beskyttelsesmæssige status, henvises til afsnit 10.1.8 Fiskeøkologi i Femern Bælt.

Torsk er den kommercielt set vigtigste fiskeart i Femern Bælt og regionen og udgør en vigtig fangstkomponent i alle de mest betydningsfulde kommercielle typer af fiskeri (trawlfiskeri, garnfiskeri og bundgarnsfiskeri).

Brisling og sild er de arter, der fanges de største mængder af i Femern Bælt og regionen, dog er værdien relativt mindre på grund af en lav kilopris.

Fladfisk (ising, skrubbe, rødspætte, pighvar, slethvarre og tunge) udgør, både målt i mængde og værdi, en vigtig del af fangsterne i Femern Bælt og regionen. Ising, skrubbe og rødspætte fanges i størst mængde, men pighvar, slethvarre og tunge udgør periodisk vigtige målarter for fiskeriet på grund af en høj kilopris.

Den europæiske ål (primært vandrende blankål) er den primære målarart for bundgarnsfiskeriet i Femern Bælt. En nedgang i mængden af europæisk ål i hele Europa og Danmark har på baggrund af en forordning fra EU (forordning 1100/2007/EØF af 18. september 2007) ført til iværksættelse af en forvaltningsplan for ål med forskellige tiltag til genoprettelse af bestanden i Danmark. Planen vil medføre begrænsninger i brug og udfasning af diverse fiskeredskaber samt øgede restriktioner med hensyn til sæsonen for ålefiskeri. For saltvandsområder, som også er omfattet af forvaltningsplanen, påbyder forordningen, at ålefangsten reduceres med mindst 50 pct.

Hvilling fanges i perioder i store mængder i Femern Bælt og kan have en væsentlig økonomisk betydning for dele af trawlfiskeriet.

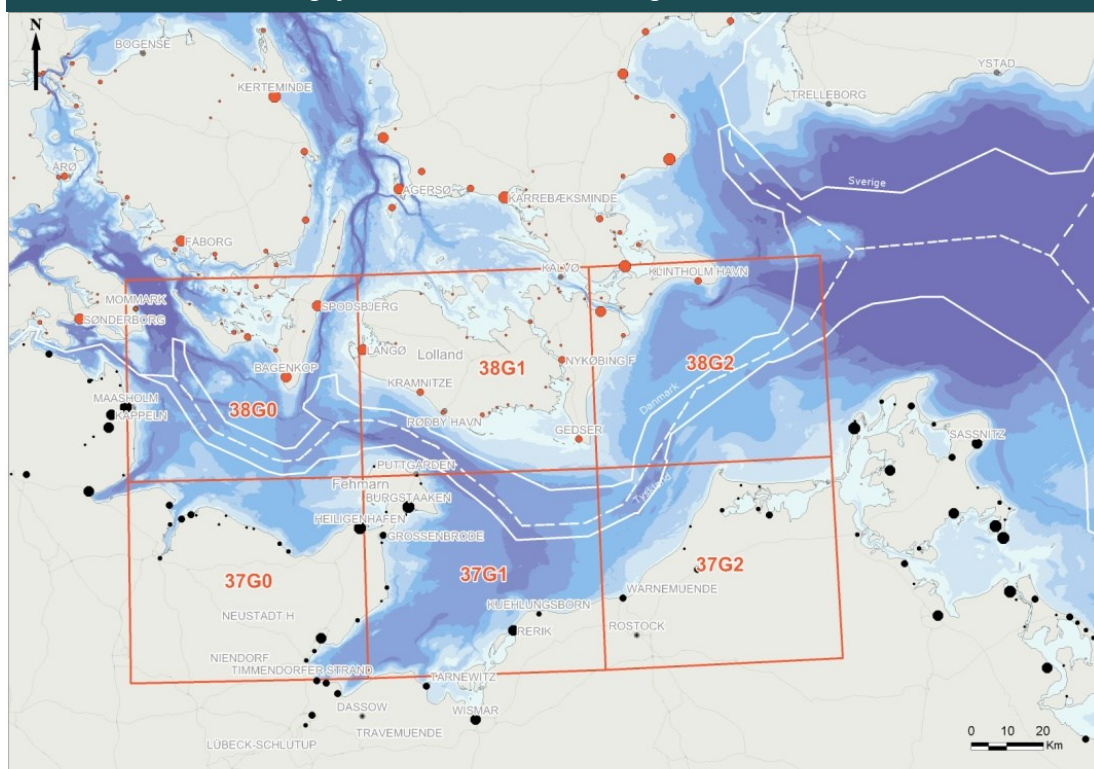
Andre arter: Laks/havørreder udgør ikke målarter for det kommercielle fiskeri og fanges kun i små mængder i Femern Bælt. Hornfisk er om foråret et vigtigt supplement i dele af det kommercielle bundgarnsfiskeri i Femern Bælt. Hestemakrel fanges i enkelte år i stor mængde, men den økonomiske betydning er relativt ringe på grund af en lav kilopris.

Havne

Tyske og danske fiskefartøjer fra et stort antal havne, så langt væk fra som Hvide Sande på den danske vestkyst, har deltaget i fiskeriet i Femern Bælt igennem perioden 1998 - 2008 (figur 10.1.12-2).

Danske fiskefartøjer med aktivitet i Femern Bælt kommer overvejende fra lokale og regionale havne i den vestlige Østersø, herunder Rødbyhavn, Kramnitse, Langø, Sønderborg, Gedser, Bagenkop, Bogense, Årø og Klintholm. Fiskefartøjer fra lokale havne som Heiligenhafen og Burgstaaken står for det meste af det tyske fiskeri i nærområdet (ICES 38G1 og 37G1). Vest herfor er det primært fartøjer fra havnene i Maasholm, Kappeln, Arnis og Eckernförde, som er aktive i det regionale område, mens det i det østlige, regionale område og i den sydøstlige del af nærområdet (ICES 37G1) primært er fartøjer fra havnene i Rerik, Timmendorf, Wismar, Niendorf, Travemünde og Grossenbrode, som er aktive.

FIGUR 10.1.12-2 Danske og tyske fiskerihavne i den vestlige Østersø



Danske og tyske fiskerihavne
 Antal fiskerifartøjer
 • 1 - 5 ○ 11 - 20 ○ 36 - 60
 • 6 - 10 ○ 21 - 35

Note: ICES rektangler (38G0, 37G0, 38G1, 37G1, 38G2 og 37G2) inden for det regionale område er angivet med rød streg

Fiskeri i Femern Bælt - Danmark

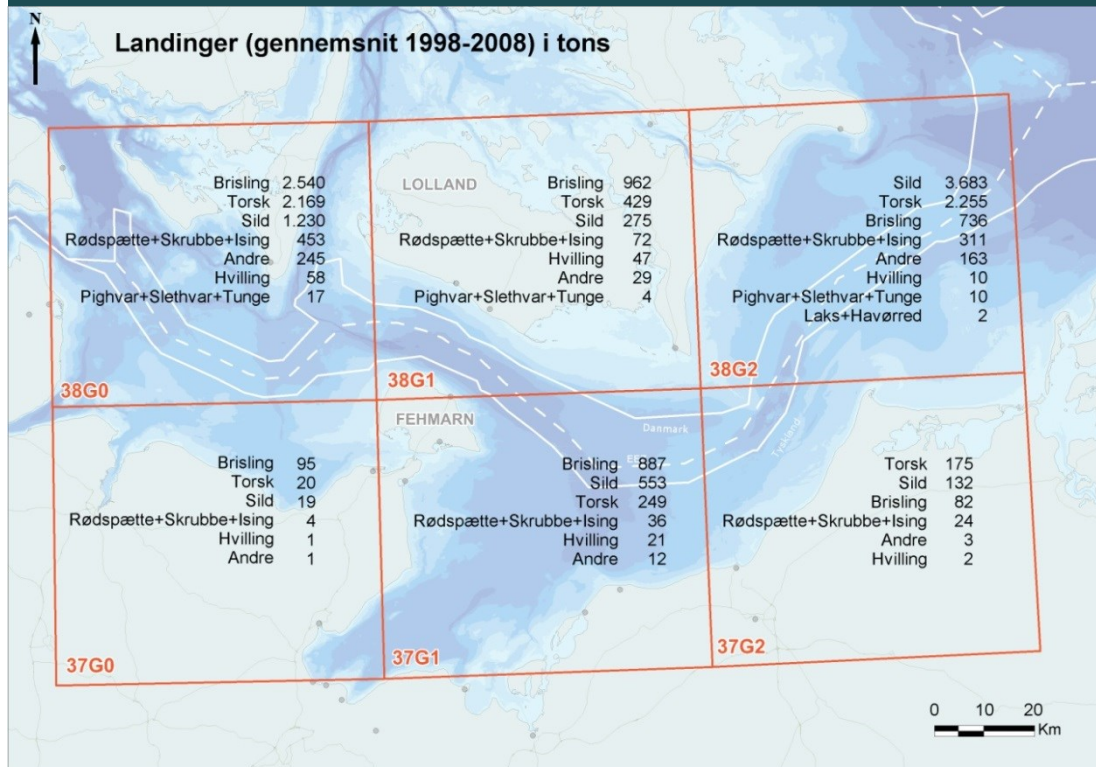
I figur 10.1.12-3 er præsenteret danske fiskeres gennemsnitlige, årlige landingsmængder og værdier af de vigtigste kommercielle fiskearter inden for perioden 1998 - 2008. Det skal bemærkes, at opgørelsen er baseret på logbogsoplysninger og således ikke dækker fartøjer mindre end 8 m. Disse fartøjer står imidlertid kun for en ganske lille del af de samlede landinger fra Femern Bælt og fra regionen/område 22 i det hele taget. Landingsopgørelser fra de danske havne langs den lollandske sydkyst (Langå til Gedser) viser, at de små fartøjer kun står for 0,4 pct. af mængden og for 2,6 pct. af værdien af de samlede landinger.

For de relevante seks ICES rektangler gælder, at arterne sild, brisling og torsk udgør hovedparten af fangsterne. Torsk er den absolut vigtigste art, som repræsenterer en langt større værdi end den samlede værdi af landingerne af alle øvrige arter. De største fangster af torsk finder sted i ICES rektanglerne henholdsvis vest for (38G0) og øst for (38G2) nærområdet.

Landingerne af sild eller brisling udgør i alle ICES rektangler, på nær i ICES 37G2, en større mængde end landingerne af torsk, men den lavere afregningspris gør, at værdien heraf er væsentlig lavere end værdien af torskelandingerne. De største landinger af sild hidrører fra det regionale område øst for Femern Bælt, mens de største landinger af brisling kommer fra det regionale område vest herfor.

Igennem de senere år er andelen af brisling i fangsterne øget, samtidig med at landingerne af torsk er aftaget. Især i den nordlige del af det regionale område (ICES 38G0/G1/G2) udgør landingerne af diverse fladfiskearter en vigtig del af værdien af de samlede danske landinger (figur 10.1.12-3).

FIGUR 10.1.12-3 Danske fiskeres gennemsnitlige årlige landing (t) og værdi (€) af fangster fra Femern Bælt

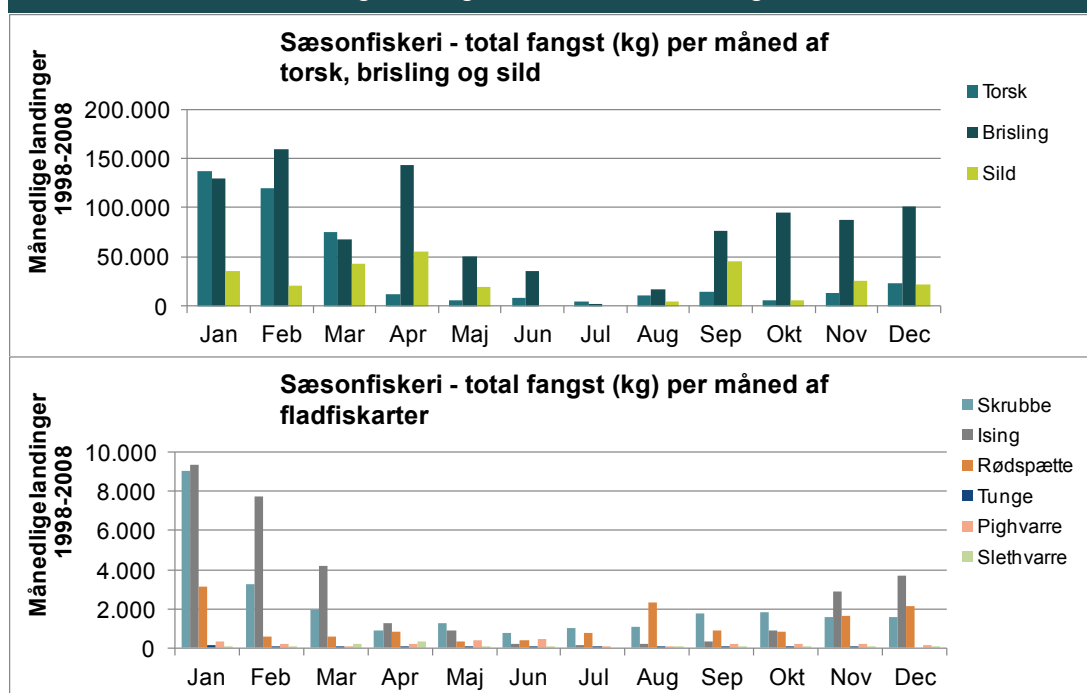


Note: Fangsterne er fordelt på regioner og på de vigtigste kommercielle arter (perioden 1998 - 2008)

Fiskerisæsoner

Hovedparten af de danske fiskeres landinger fra Femern Bælt og regionen finder sted i den kolde del af året (oktober - marts) (figur 10.1.12-4). Landingerne af de økonomisk set vigtigste fiskearter – torsk, sild, brisling – er størst i årets første måneder (januar - marts). Den sæsonmæssige fordeling af landingerne af de mest almindelige forekommende fladfiskearter (skrubbe og ising) følger mønsteret for torskelandingerne, eftersom disse arter primært indgår som bifangster i torskefiskeriet. De øvrige mere værdifulde fladfiskearter (rødspætte, pighvarre, slethvarre og tunge) landes mere jævnt hen over året, men i relativt små mængder.

FIGUR 10.1.12-4 Sæsonmæssig fordeling af danske fiskeres landinger i Femern Bælt



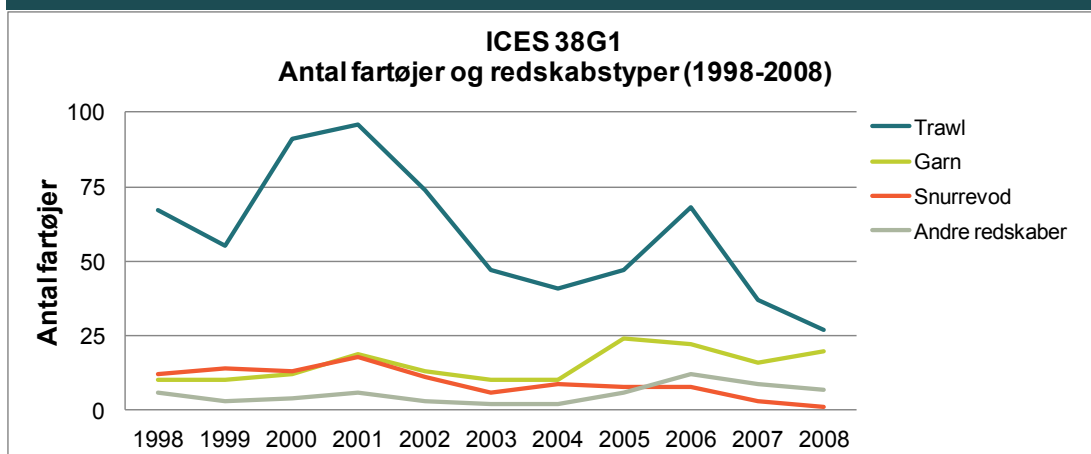
Note: Sæsonmæssig fordeling af de vigtigste kommercielle fiskearter fra ICES rektangel 38G1 (Femern Bælt) opgjort som gennemsnit for perioden 1998 - 2008

Antal fiskefartøjer og redskabstyper

Inden for perioden 1998 - 2005 har der været en markant nedgang i antallet af trawlere og snurrevodsfartøjer med aktivitet i Femern Bælt (ICES 38G1) (figur 10.1.12-5). Således er antallet af trawlere reduceret fra 96 i 2001 til 27 i 2008, mens snurrevodsfiskeriet næsten helt er ophørt (kun et aktivt fartøj i 2008). Udviklingen i antallet af garn- og andre fartøjer har afvejet betydeligt herfra, idet der tilsyneladende har været en markant øgning i antallet af aktive fartøjer fra 2004 og frem. Dette beror imidlertid på det forhold, at det før 2005 kun var fartøjer med en længde over 10 m, der skulle føre logbog – og dermed opgive fangster på ICES rektangel-niveau. Efter 2004 indgår således også fartøjer mellem 8 - 10 m i statistikken. Det samlede antal små fartøjer på under 8 m fra lokale havne på Lolland (Rødbyhavn, Kramnitz, Errindlev, Nysted og Langø) er løbende aftaget fra 46 i 1998 til 26 i 2008. Samme trend kan observeres i andre havne i nærheden af Femern Bælt. Den ændrede opgørelsesmetode vedrører stort set ikke trawlere og snurrevodsfartøjer, der oftest har en længde over 10 m.

Samlet set har antallet af fartøjer i områderne omkring Femern Bælt været faldende i løbet af det seneste årti. Dette er mest fremtrædende med hensyn til trawlere og snurrevodsfartøjer, og især dem der fisker øst for Femern Bælt i ICES 37G2 og 38G2.

FIGUR 10.1.12-5 Udviklingen i antallet af danske fiskefartøjer i Femern Bælt



Note: Fartøjerne er fordelt på redskabstype med registrerede landinger fra Femern Bælt (ICES 38G1) inden for perioden 1998 - 2008. Bemærk at statistikken før 2005 kun omfatter fartøjer med en længde over 10 m

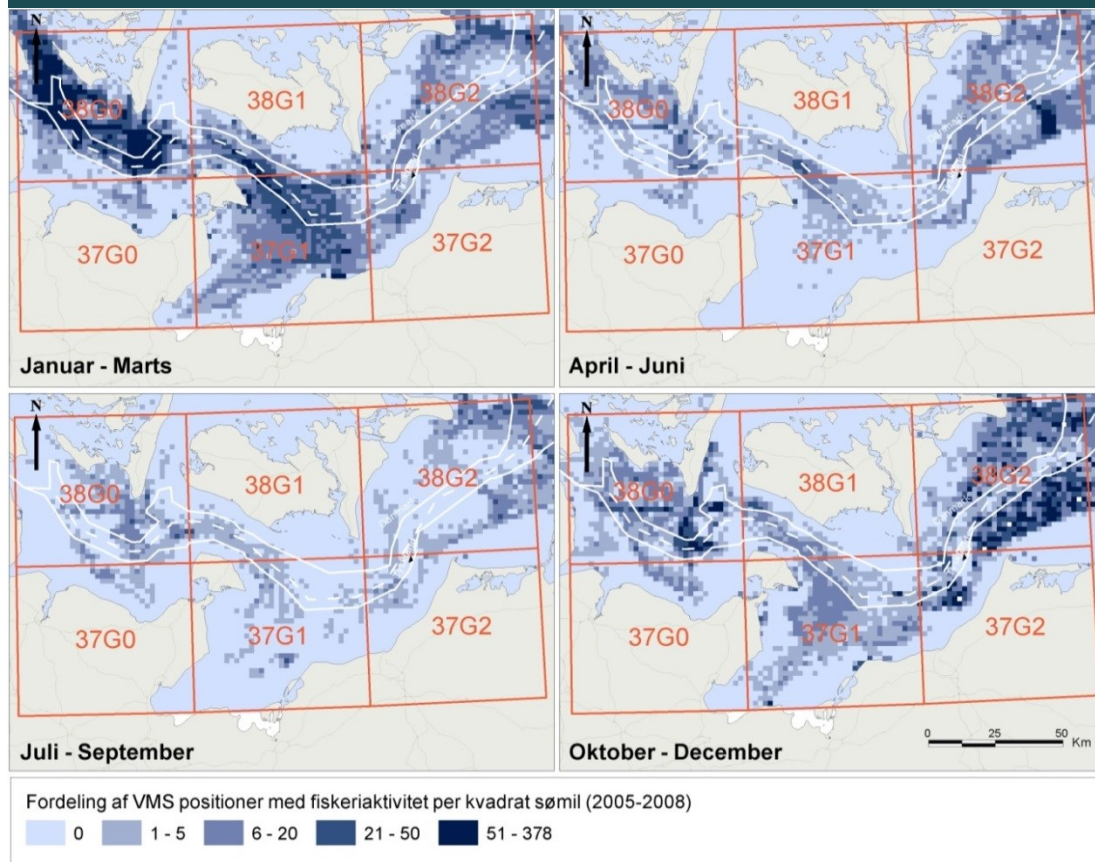
Trawlfiskeri

I Femern Bælt (ICES 38G1) og generelt i den vestlige Østersø dominerer fiskeri med trawl. Antallet af danske trawlere med registrerede landinger fra Femern Bælt (ICES 38G1) har inden for perioden 1998 - 2008 været 27 - 96 fartøjer pr. år. Den gennemsnitlige årlige landing fra trawlerne i Femern Bælt har i samme periode været på 1.670 t (554 - 3.980 t pr. år) til en værdi af 954.000 € (426.000 - 1.678.000 €). Brisling har med hensyn til mængder og torsk og med hensyn til værdi været de dominerende arter i trawlfangsterne. I gennemsnit er der inden for perioden 1998 - 2008 landet 959 t brisling til en værdi af 148.000 € og 320 t torsk til en værdi af 621.000 €.

Den geografiske fordeling af trawlfiskeri

Fordelingen af trawlfiskeriet i Femern Bælt og regionen baseret på VMS data og suppleret med interviews viser en koncentration af indsatsen i den midterste, dybere del af Femern Bælt og i et bredere bælte øst og vest herfor samt i ICES 37G1 sydøst for Femern Bælt (figur 10.1.12-6).

FIGUR 10.1.12-6 Den sæsonmæssige fordeling af det danske trawlfiskeri i Femern Bælt og regionen



Note: ICES rektanglerne 38G0, 38G1, 38G2, 37G0, 37G1 and 37G2, baseret på den relative tæthed af registreret dansk trawllaktivitet (VMS data, trawlere ≥ 15 m)

Trawlfiskeriet er mest intensivt i den koldere del af året fra oktober - marts, og den mindste aktivitet er registreret i sommermånederne juli - september.

Garnfiskeri

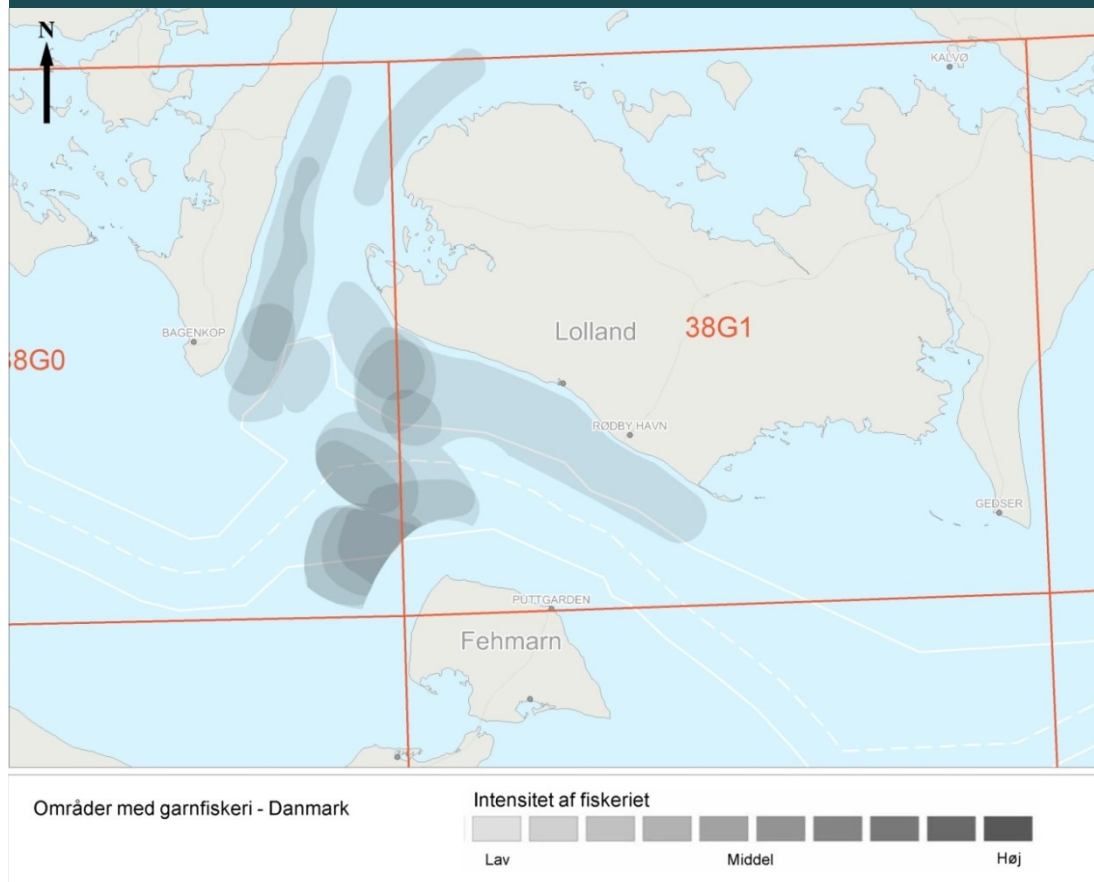
Fiskeri med garn er den næst vigtigste fiskeriform i Femern Bælt og regionen målt i både landingsmængder og værdi. Antallet af danske garnfartøjer (≥ 10 m indtil 2005, herefter ≥ 8 m), der inden for perioden 1998 - 2008 har registreret landinger i Femern Bælt (ICES 38G1), har årligt varieret mellem 10 - 24. Hertil skal lægges et antal mindre fartøjer, der typisk også fisker med garn, men hvis landinger ikke er registreret på ICES rektangel niveau. Som tidligere nævnt viser landingsopgørelser fra havnene langs den lollandske sydkyst (Langå til Gedser), at de små fartøjer kun står for 0,4 pct. af mængden og for 2,6 pct. af værdien af de samlede landinger i de pågældende havne.

Danske garnfartøjers gennemsnitlige, årlige landinger fra Femern Bælt (38G1) inden for perioden 1998 - 2008 har været på 94 t (43 - 183 t pr. år) til en værdi af 180.000 € (81.000 - 327.000 € pr. år).

Også for garnfiskeriet er torsk den vigtigste art med gennemsnitlige, årlige fangster på 64 t (31 - 107 t pr. år) til en værdi af 123.000 € (60.000 - 211.000 €). En række fladfiskearter (pig-hvarre, tunge, rødspætte, skrubbe og ising) er i perioder målarter for garnfiskeriet og udgør generelt en vigtig bifangst i torskegarnfiskeriet.

De danske garnfiskeres primære fiskeområder i Femern Bælt er langs den lollandske sydkyst og især i den vestlige del af Femern Bælt (figur 10.1.12-7)

FIGUR 10.1.12-7 Danske garnfiskeres primære fiskeområder i Femern Bælt og nærområdet baseret på interviews



Garnfiskeriet foregår i størstedelen af året afhængigt af målarb og fiskerireguleringerne.

Snurrevodsfiskeri

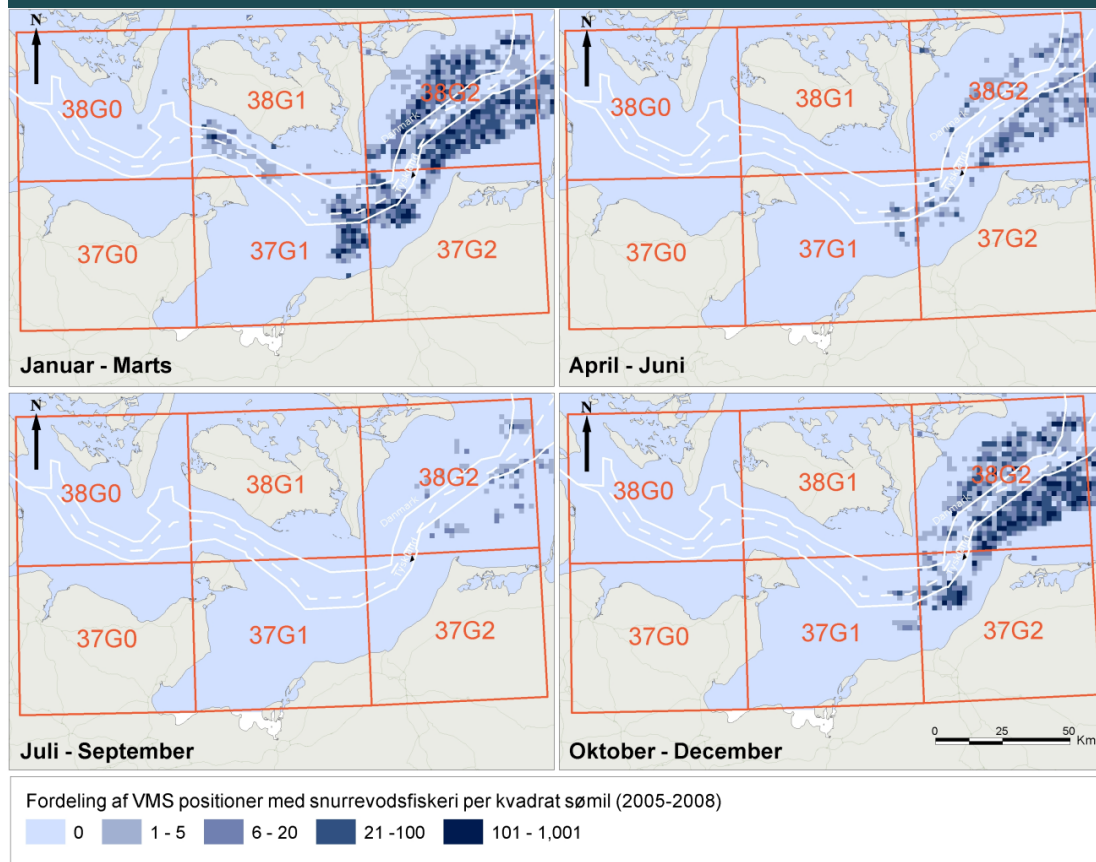
Fiskeri med snurrevod i Femern Bælt (ICES 38G1) er inden for perioden 1998 - 2008 alene blevet gennemført af danske fartøjer. Antallet af fartøjer, der fisker med snurrevod, har vist en nedadgående tendens fra 18 t i 1998 til 3 t i 2007 og 1 t i 2008.

De gennemsnitlige, årlige snurrevods-landinger fra ICES 38G1 inden for perioden 1998 - 2008 har været på 45 t (5 - 125 t) til en værdi af 82.000 € (10.000 - 232.000 €). Landingsmængde og værdi har udvist en nedadgående tendens og har i sidste del af perioden (2004 - 2008) kun udgjort omkring halvdelen af niveauet i den første del af perioden (1998 - 2003).

Torsk er den absolut vigtigste art for snurrevodsfiskeriet i Femern Bælt og udgør både i mængde og værdi mere end 95 pct. af fangsten svarende til henholdsvis 38 t og 74.000 € som årligt gennemsnit inden for perioden 1998 - 2008. Resten af fangsterne (ca. 2 t årligt og 2.000 € i værdi) udgøres af diverse fladfiskearter.

Baseret på VMS data ses, at snurrevodsfiskeriet i overvejende grad foregår øst for Femern Bælt (især i ICES 38G2) (figur 10.1.12-8). I selve Femern Bælt (ICES 38G1) har der i perioden 2005 - 2008 og begrænset til første kvartal været gennemført et fiskeri med snurrevod i den centrale, dybere del af Femern Bælt.

FIGUR 10.1.12-8 Den sæsonmæssige fordeling af det danske snurrevodsfiskeri Femern Bælt og regionen



Note: ICES rektanglerne 38G0, 38G1, 38G2, 37G0, 37G1 og 37G2 baseret på den relative tæthed af registrerede snurrevods-aktiviteter (VMS data, trawlere ≥ 15 m)

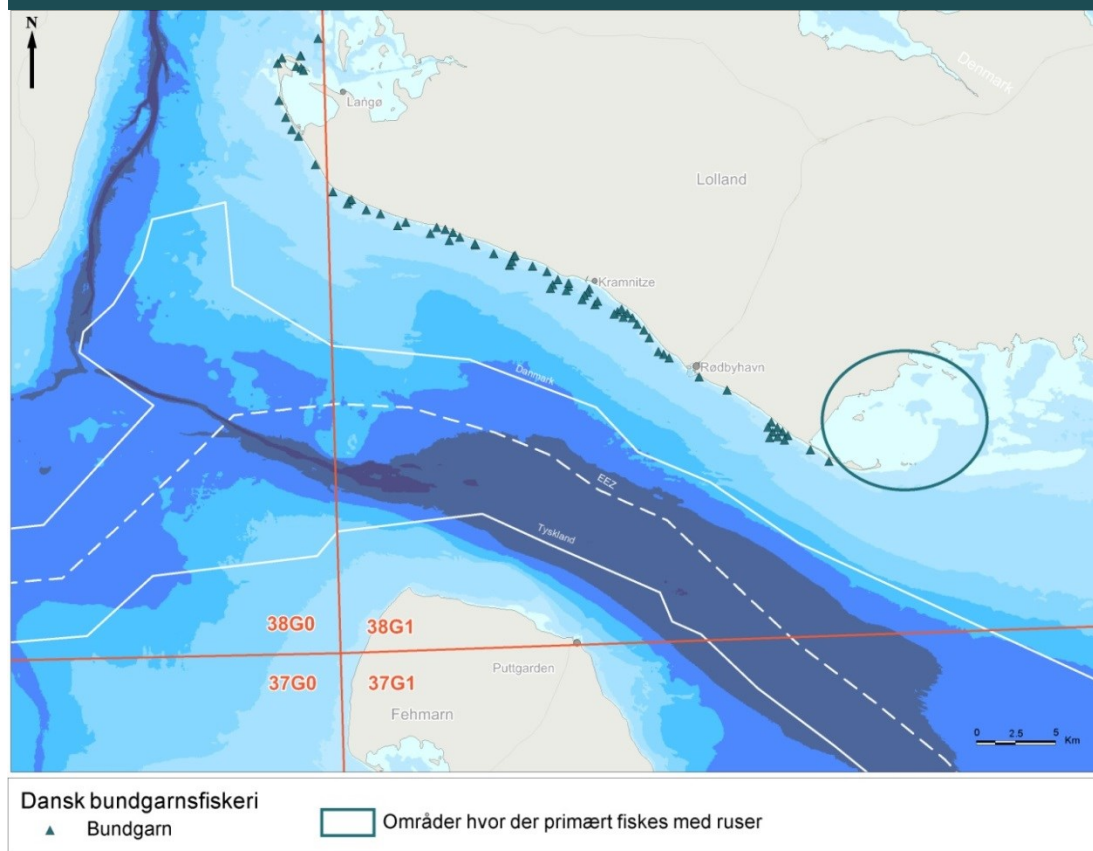
Kilde: Danmarks Fiskeridirektorat

Bundgarnsfiskeri

Bundgarnsfiskeriet på dansk side af Femern Bælt udføres af syv fiskere, som bruger 1 - 3 bundgarnsjoller hver til at røgte op til i alt 82 bundgarn, som er placeret langs hele den sydlige del af Lollands kyst (figur 10.1.12-9). I Nysted Nor fiskes der desuden med mindre ruseredskaber (primært kasteruser) med fjordrejer og gulål som målarter. De årlige landinger fra fiskeriet med bundgarn og ruser har inden for perioden 2000 - 2009 ligget på mellem 94 - 323 t til en værdig af 221.000 - 569.000 €. De økonomisk vigtigste arter er torsk og ål, hvis værdi har udgjort mellem 53 - 91 pct. (117.000 - 518.000 €) af den samlede årlige værdi af landingerne i den nævnte periode. Andre arter, som typisk fanges i dette fiskeri, er hornfisk (6,4 - 39 t, svarende til 6.600 - 22.500 €), forskellige arter af fladfisk såsom skrubbe, ising, rødspætte, pighvar (13 - 32 t svarende til 20.000 - 82.000 €) og rejer (1 - 6 t i Nysted Nor, svarende til 700 - 18.000 € i gennemsnit i årene 2000 - 2005).

Bundgarnsfiskeriet er sæsonbetonet. Således foregår det vigtige fiskeri efter blankål udelukkende i perioden september - november, når blankålene vandrer ud af Østersøen og Bælthavet på vej til gydeområdet i Sargassohavet. Bundgarnsfiskeri efter sild, torsk, stenbider og hornfisk starter om foråret og slutter om sommeren. Fiskeriet med rejeruser foregår i perioden april - august.

FIGUR 10.1.12-9 Den sæsonmæssige fordeling af det danske snurrevodsfiskeri i Femern Bælt og regionen



Note: Området i den vestlige del af Nysted Nor, hvor der fiskes med både åle- og rejseruser, er indtegnet med en cirkel. Et lignende fiskeri er tidligere også blevet gennemført i Nakskov Fjord i den vestlige del af Lolland

Udviklingen i antal fangstrejser

Det skal indledningsvist bemærkes, at antallet af fangstrejser ikke umiddelbart kan sammenlignes mellem perioderne 1998 - 2004 og 2005 - 2008, eftersom fartøjer mellem 8 - 10 m først blev pligtige til at registrere deres fangster på ICES rektangel niveau i 2005. I fiskeristatistikken ses således typisk, og især for de traditionelt set relativt små garnfartøjer, en kraftig forøgelse i antallet af fangstrejser fra 2004 til 2005.

Antallet af fangstrejser kan anvendes til at give et billede af udviklingstendenser i fiskeriindsatsen i Femern Bælt (ICES 38G1). Det samlede antal registrerede fangstrejser inden for perioden 1998 - 2008 har varieret mellem 516 - 1.306 pr. år og har generelt vist en nedadgående tendens igennem perioden.

Fiskeriindsatsen med trawl nåede et højdepunkt i år 2000 med 889 fangstrejser for så at falde til kun 276 i 2008. Indsatsen med garn er mere end halveret i perioden 2005 - 2008 fra 539 til 245 fangstrejser. Antallet af fangstrejser med snurrevod har i overensstemmelse med den markante generelle nedgang for denne fiskeriform udvist en kraftig reduktion i Femern Bælt fra 61 fangstrejser i 2000 til kun en enkelt i 2008.

Danske fiskerihavne

De vigtigste danske fiskerihavne i Femern Bælt har inden for perioden 1998 - 2008 været Rødbyhavn (1.179 - 5.487 t, 574.000 - 2,6 mio. €), Kramnitze (56 - 176 t, 180.000 - 365.000 €) og Langø i Nakskov Fjord (455 - 809 t, 892.000 - 1,6 mio. €). Andre vigtige havne i regionen er Gedser på Falsters sydspids (435 - 4.913 t, 518.000 - 2,1 mio. €) og mod vest Bagenkop på den sydlige spids af Langeland (1.397 - 5.105 t, 1,8 - 3,6 mio. €). Andre, mindre havne i Femern Bælt-

området er beliggende i Nysted Nor henholdsvis Errindlev Havn i den vestlige del (3 - 9 t, 14.000 - 139.000 €) og Nysted Havn i den centrale del (0 - 3 t, op til 14.900 €).

Fartøjer fra et stort antal havne i hele Danmark, så langt væk som Hvide Sande og Thyborøn, har deltaget i fiskeriet i Femern Bælt (ICES 38G1) inden for perioden 1998 - 2008. I denne periode er de største landinger gjort af fartøjer fra Sønderborg (16 - 1.382 t, 134.000 €), Rødbyhavn (58 - 599 t, 87.000 - 507.000 €), Hvide Sande (22 - 192 t, 53.000 - 323.000 €) og Årø (0 - 634 t, op til 100.000 €). Inden for samme periode er der kun registreret meget små landinger fra fartøjer hjemmehørende i Gedser og Langø, og således har landingerne siden 2003 været mindre end et ton årligt.

Fiskeri i Femern Bælt – Tyskland

De tyske fiskeres gennemsnitlige, årlige landingsmængder og -værdier af de vigtigste kommercielle fiskearter inden for perioden 1998 - 2008 er præsenteret i figur 10.1.12-10. Opgørelsen er baseret på logbogsoplysninger og omfatter således kun landinger gjort af fartøjer med en længde på over 10 m indtil 2005 og på 8 m og derover fra og med 2005.

Inden for det regionale område (ICES 38G0-G2 og 37G0-G2) er farvandet øst og sydøst for Fehmarn (ICES 37G1) det ubetinget vigtigste fiskeriområde for de tyske fiskere med gennemsnitlige årlige landinger på 5.400 t til en værdi af 5,2 mio. €.

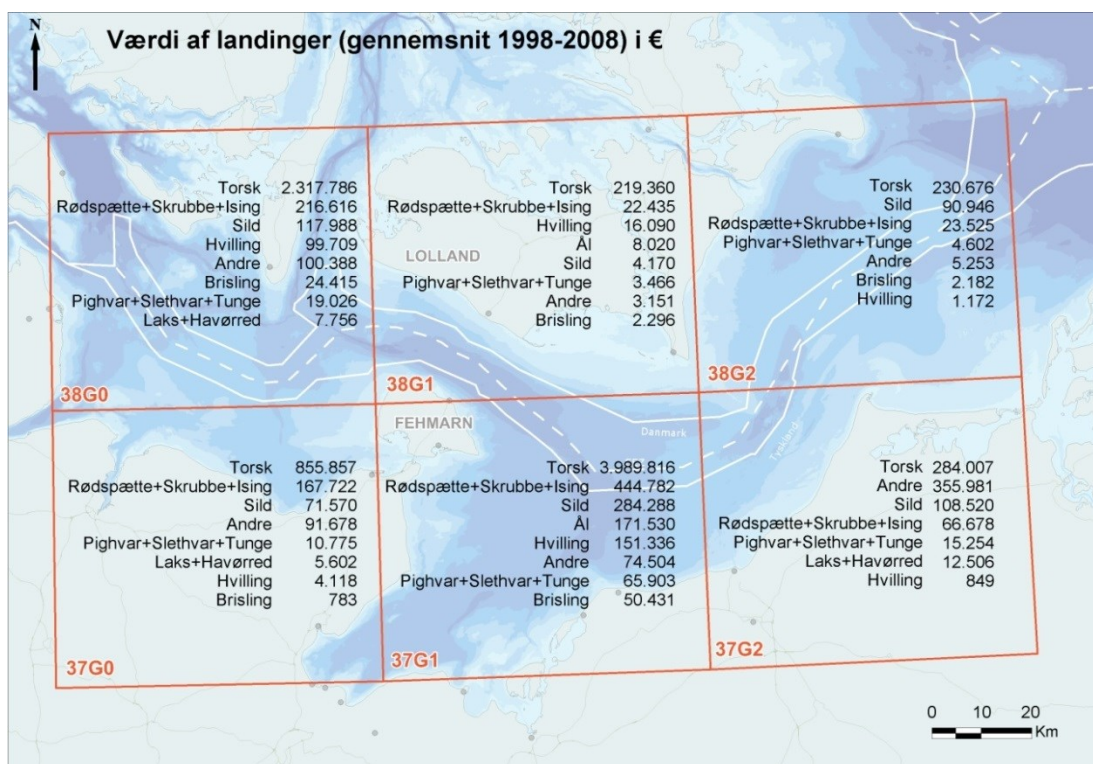
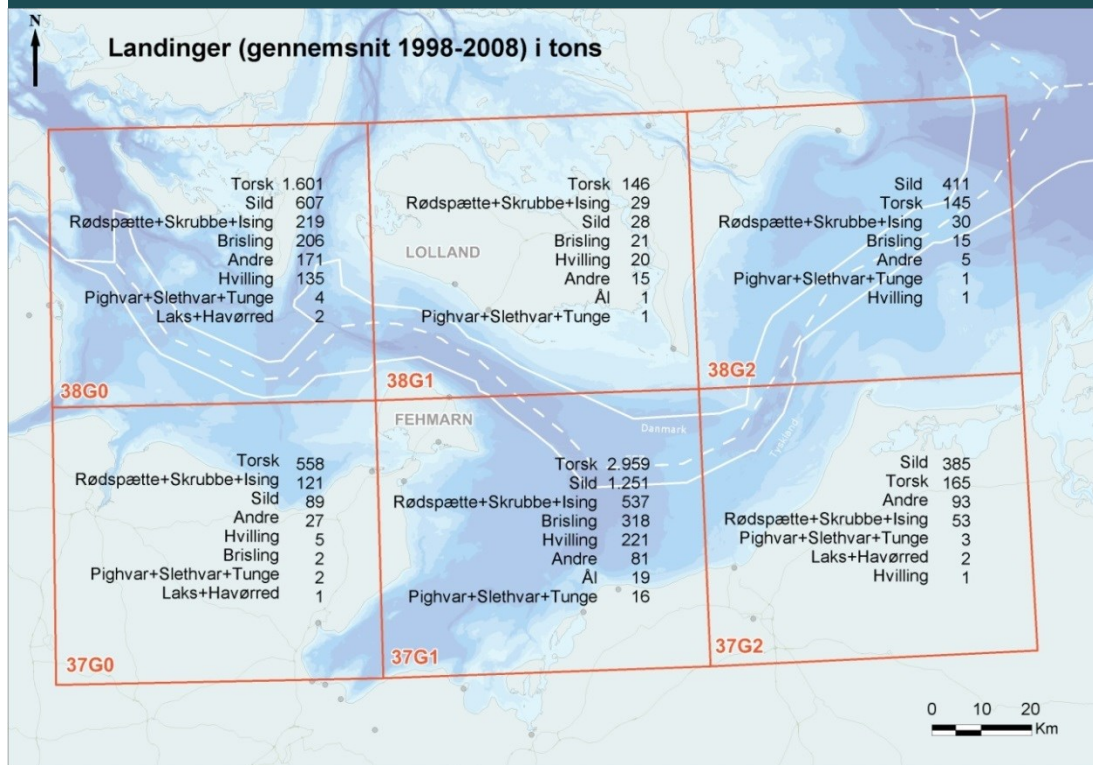
Arterne torsk, sild og fladfiskearter (primær ising, skrubbe og rødspætte) udgør hovedparten af fangsterne. Torsk er den art, der landes de største mængder af i den vestlige del af det regionale område, mens det er sild, der landes i størst mængde i den østlige del (37G2 og 38G2).

Økonomisk set er torsk den vigtigste art i alle dele af det regionale område og repræsenterer en større værdi end værdien af de samlede landinger af alle øvrige arter.

Fra Femern Bælt (38G1) har tyske fiskere inden for perioden 1998 - 2008 som årligt gennemsnit landet 146 t torsk til en værdi af 219.000 €. Herudover er der landet 29 t fladfisk (rødspætte, skrubbe og ising) til en værdi af 22.400 € og 20 - 28 t af hver af arterne, sild, brisling og hvilling til en værdi af henholdsvis 8.000, 2.300 og 16.000 € (figur 10.1.12-10).

Selv om landingerne af torsk har vist en nedadgående tendens igennem perioden, har torsk også i den sidste del af perioden (2004 - 2008) beholdt sin dominerende betydning for det tyske fiskeri.

FIGUR 10.1.12-10 Tyske fiskeres gennemsnitlige årlige landinger i t og i værdi (€) fra Femern Bælt og regionen fordelt på de vigtigste kommercielle arter (perioden 1998 - 2008)



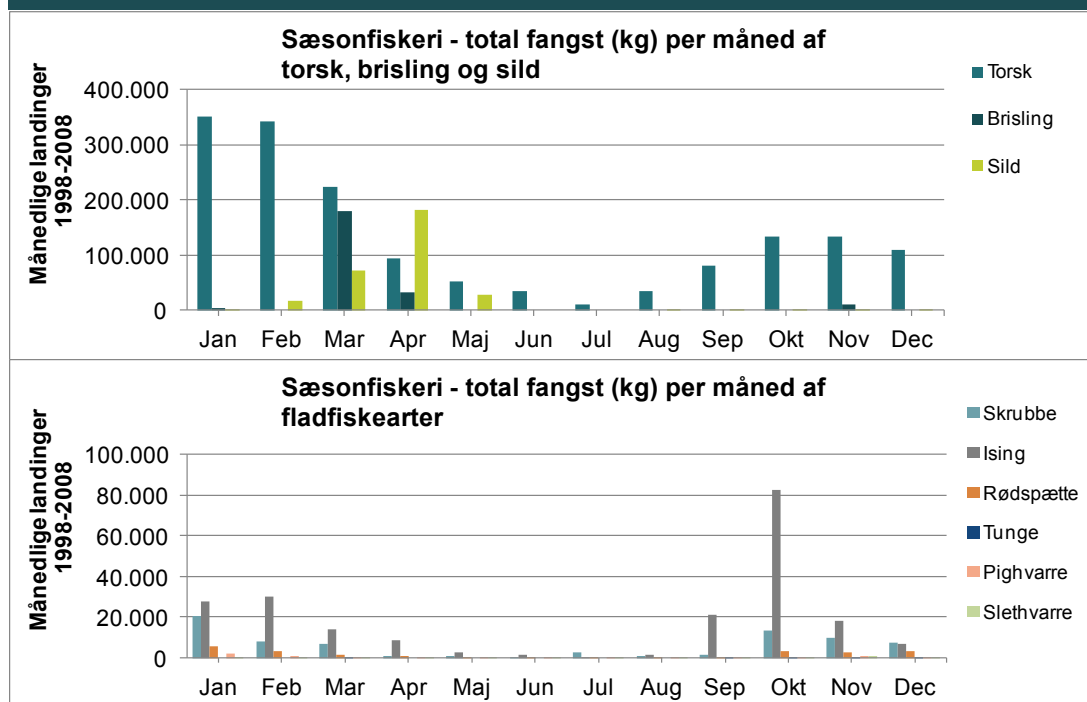
Fiskerisæsoner

Hovedparten af det tyske fiskeri i Femern Bælt (38G1) foregår i årets første måneder (januar - april) og i perioden september - december (figur 10.1.12-11). De mindste landinger gøres i sommermånederne juni - august. De største landinger af den økonomisk set vigtigste fiskeart,

torsk, ses i januar - marts. Landingerne af de vigtigste fladfiskearter, ising, skrubbe og rødspætte, følger samme mønster, idet de indgår som bifangst i torskefiskeriet.

Brisling og sild fanges næsten udelukkende i marts - april. De øvrige mere værdifulde fladfiskearter (pighvarre, slethvarre, tunge) landes mere jævnt hen over året, men i relativt små mængder.

FIGUR 10.1.12-11 Sæsonmæssig udvikling i de tyske landinger af de vigtigste kommercielle fiskearter i Femern Bælt



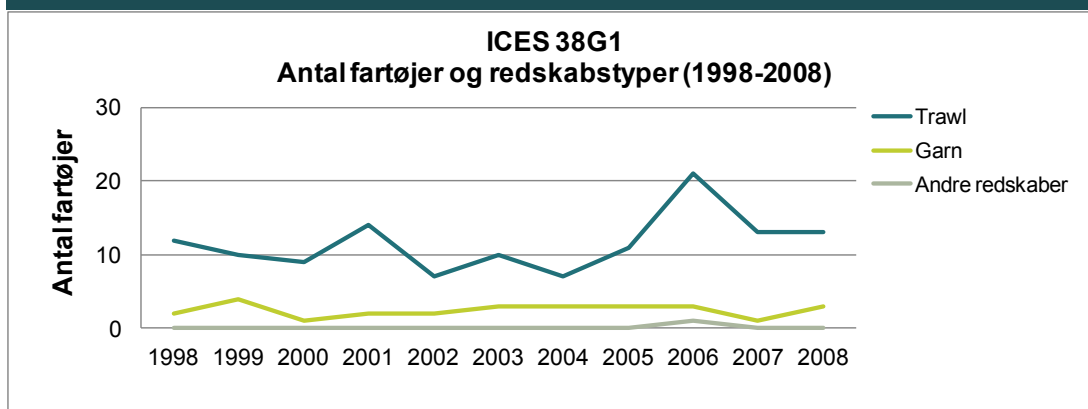
Note: ICES rektangel 38G1 (Femern Bælt) i perioden 1998 - 2008

Antal fiskefartøjer og redskabstyper

Antallet af tyske fiskefartøjer (≥ 8 m) med aktivitet i Femern Bælt (38G1) har inden for perioden 1998 - 2008 varieret mellem 9 - 25 (figur 10.1.12-12). Af disse har hovedparten (7 - 21 fartøjer) været trawlere og resten garnfartøjer (1 - 4 fartøjer). Eftersom statistikken blev ændret i 2005 således, at også fartøjer med en længde ned til 8 m skulle opgøre deres fangster på ICES rektangelniveau, afspejler den markante forøgelse i antal fartøjer i den sidste del af perioden (2005 - 2008) ikke den reelle situation. Der er et betragteligt antal fartøjer, primært garnfartøjer, i de lokale tyske havne i Femern Bælt – antallet er imidlertid reduceret fra 87 i 2001 til 56 i 2008.

Det skal bemærkes, at det ikke, som for danske fiskefartøjer, har været muligt at få oplyst, hvor mange fangstrejser, der er gennemført med de forskellige fiskeriformer inden for de relevante ICES rektangler.

FIGUR 10.1.12-12 Udviklingen i antallet af tyske fiskefartøjer i Femern Bælt



Note: Fordelt på redskabstype med registrerede landinger fra Femern Bælt (ICES 38G1) inden for perioden 1998 - 2008. Bemærk at statistikken før 2005 kun omfatter fartøjer med en længde over 10 m, mens fartøjer på eller over 8 m siden 2005 også har skullet registrere fangster på ICES rektangel niveau

Trawlfiskeri

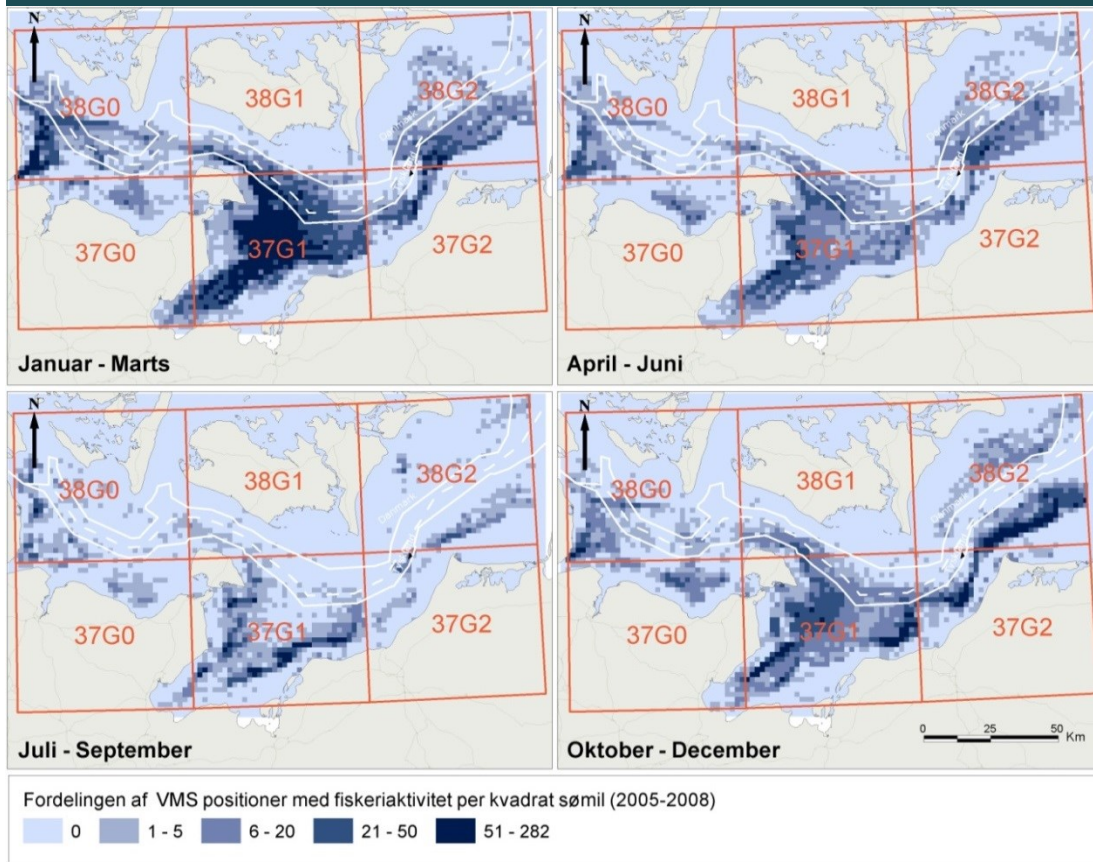
I den vestlige Østersø, herunder Femern Bælt (ICES 38G1), er fiskeri med trawl den dominerende fiskeriform, hvilket også gælder for det tyske fiskeri. Antallet af tyske trawlere med registrerede landinger fra Femern Bælt (ICES 38G1) har inden for perioden 1998 - 2008 været 7 - 21 fartøjer pr. år. De gennemsnitlige årlige landinger fra disse fartøjer har i samme periode været på 209 t (26 - 872 t pr. år), til en gennemsnitsværdi af 196.000 € (40.000 - 464.000 €).

Torsk har både i mængde og værdi været den dominerende art i trawlfangsterne i Femern Bælt (ICES 38G1). I gennemsnit er der inden for perioden 1998 - 2008 landet 100 t (20 - 305 t) torsk om året til en gennemsnitsværdi af 150.000 € (30.000 - 458.000 €). Inden for den samme periode har landingerne af fladfisk i gennemsnit udgjort 26 t (6 - 56 t) om året til en gennemsnitsværdi af 22.000 € (4.600 - 43.000 €).

Den geografiske fordeling af trawlfiskeri

Fordelingen af det tyske trawlfiskeri i Femern Bælt og regionen baseret på VMS data og suppleret med interviews viser en koncentration af indsatsen i den midterste, dybere del af Femern Bælt og i et bredere bælte sydøst herfra, primært i ICES 37G1 og vestpå i ICES 38G0 (figur 10.1.12-13).

FIGUR 10.1.12-13 Den sæsonmæssige fordeling af det tyske trawlfiskeri Femern Bælt og regionen



Note: ICES rektanglerne 38G0, 38G1, 38G2, 37G0, 37G1 og 37G2, baseret på den relative tæthed af registrerede trawlkaktiviteter (VMS data, trawlere ≥ 15 m)

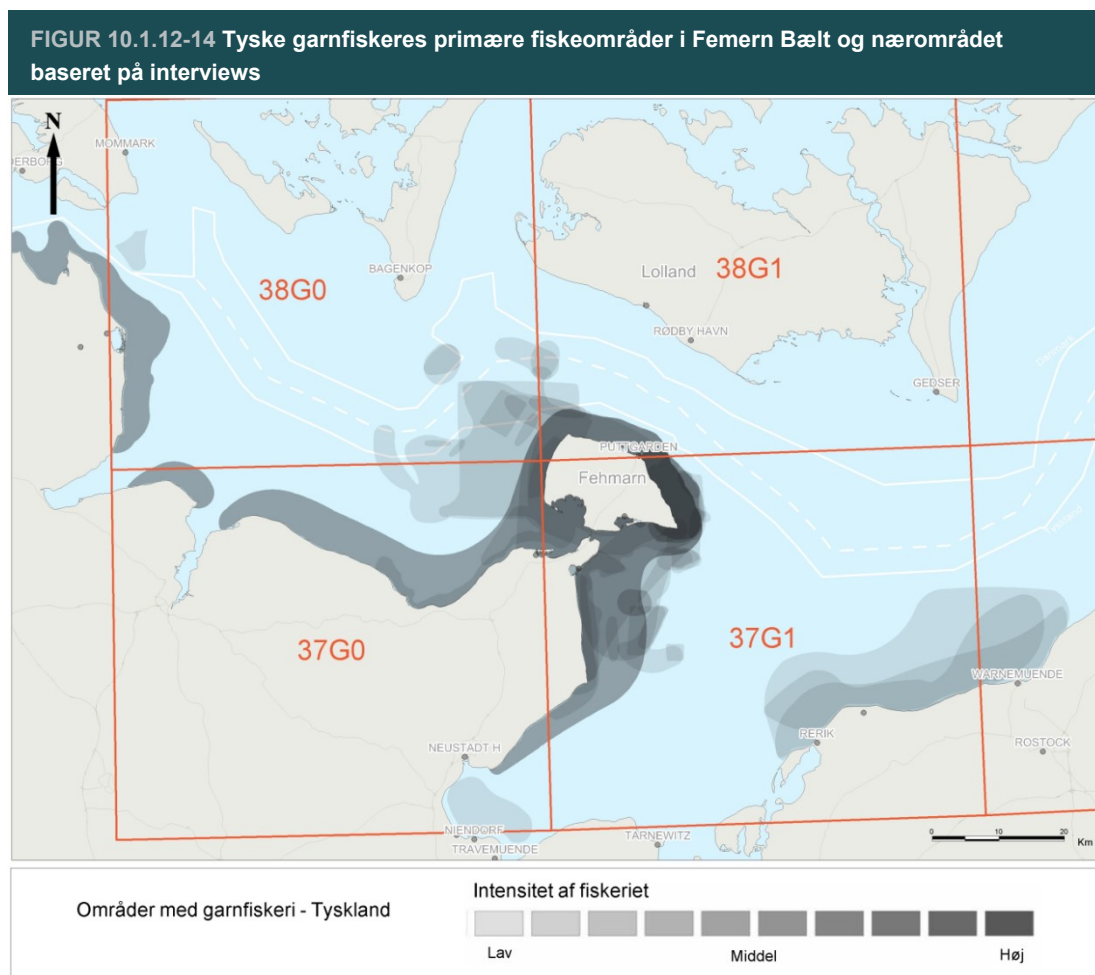
Fiskeriet med trawl er sæsonbestemt med den største aktivitet i tidsrummet januar - marts og oktober - december (figur 10.1.12-13).

Garnfiskeri

Fiskeri med garn er den fiskeriform i Femern Bælt og regionen, målt både i landingsmængde og værdi, som er den næst vigtigste efter trawlfiskeriet. Antallet af tyske garnfartøjer, der inden for perioden 1998 - 2008 har registreret landinger fra ICES 38G1, har varieret mellem 1 - 4. Dog skal der, som tidligere bemærket, tillægges et antal mindre fartøjer, der typisk også fisker med garn, men hvis landinger ikke er registreret på ICES rektangel niveau. Antallet af denne type mindre garnfartøjer, der har aktivitet i Femern Bælt, kan tilnærmelsesvis udledes af antallet af fartøjer i de lokale havne i Femern Bælt (56 i 2008), eftersom disse hovedsageligt fisker i nærområdet. Det skal dog understreges, at nærområdet for disse fartøjer også omfatter de tilgrænsende ICES rektangler inden for det regionale område (ICES 38G0, 37G0 og 37G1), og at landingernes størrelse er ringe (jf. opgørelser over mindre danske fartøjers landinger).

Tyske garnfartøjers gennemsnitlige, årlige landinger fra Femern Bælt (38G1) inden for perioden 1998 - 2008 har været på 41 t (4 - 95 t pr. år) til en værdi af 62.000 € (7.000 - 148.000 € pr. år). Den vigtigste art for garnfiskeriet er torsk med gennemsnitlige, årlige landinger på 39 t (3,6 - 95 t pr. år) til en værdi af 95.000 € (6.100 - 282.000 €). En del fladfiskearter (pighvarre, rødspætte, skrubbe og ising) er i perioder målarter og udgør generelt en vigtig bifangst i torskegarnfiskeriet.

Tyske garnfiskeres vigtigste fiskeriområder i Femern Bælt og regionen baseret på interviews af garnfiskere fremgår af figur 10.1.12-14. Garnfiskeriet foregår overvejende kystnært dog med en vis aktivitet i mere åbent vand vest for Fehmarn.

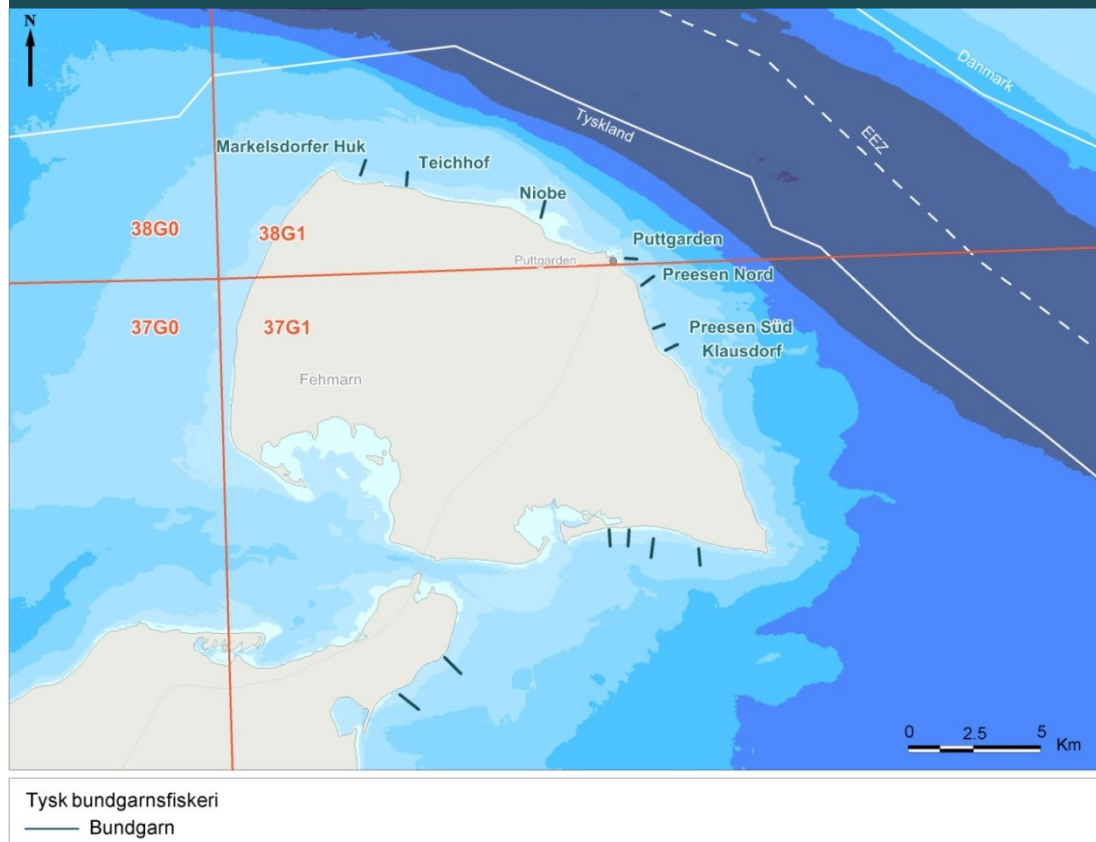


Bundgarnsfiskeri

Det tyske bundgarnsfiskeri er af noget mindre målestok end det danske og er repræsenteret med 13 bundgarn, der er placeret ud for henholdsvis Fehmarns kyst og fastlandskysten mod sydøst (figur 10.1.12-15). Det har ikke været muligt at få landingsoplysninger fra de tyske fiskerimyndigheder, men data fra to bundgarnsfiskere har vist en gennemsnitlig, årlig landing af ål på 2.650 ål til en værdi af 2.350 € i 3 - 5 aktive bundgarn inden for perioden 1998 - 2008.

Den primære sæson for bundgarnsfiskeriet er perioden september - november, når blankålen vandrer ud fra Østersøen på vej til gydeområdet i Sargassohavet.

FIGUR 10.1.12-15 Geografisk placering af tyske fiskeres bundgarn langs Fehmarns kyst og kysten sydøst herfor



Snurrevodsfiskeri

Der foregår ikke noget tysk fiskeri med snurrevod i den vestlige del af Østersøen, herunder Femern Bælt.

Tyske fiskerihavne

De vigtigste tyske fiskerihavne i Femern Bælt-området er Burgstaaken (850 - 3,101 t og 1.2 - 6.5 mio. €) og Heiligenhafen (1.062 - 2.364 t og 1,5 - 6,7 mio. €). Andre havne inden for nærområdet af en vis betydning er Großenbrode (44 - 107 t og 121 - 327.000 €) og to meget små fiskerihavne: Orth (0 - 2,5 t og 0 - 8.000 €) og Puttgarden (0 - 0,4 t og 0 - 3.600 €).

Tyske fartøjer fra Heiligenhafen tegner sig for størstedelen af fiskeriet i Femern Bælt (38G1) og lander i gennemsnit 136 t fisk om året (1998 - 2008), mens fartøjer fra Burgstaaken og havnene i det vestlige regionale område af Femern Bælt (Maasholm, Kappeln, Arnis og Eckernförde) lander hovedparten af de resterende fangster (20 - 27 t årligt).

Fra området øst-sydøst for Fehmarn (37G1) lander tyske fiskere betydelige mængder fisk, primært i Burgstaaken og Heiligenhafen (samlet årlig landing på mere end 1.100 t) og i en række småhavne i området såsom Rerik, Timmendorf, Wismar, Travemünde og Grossenbrode (samlet årlig landing på mere end 150 t).

10.1.13 Kulturarv og arkæologi, materielle goder og friluftsliv

Dette afsnit beskriver den marine kulturarv, herunder arkæologiske forhold, de materielle goder på havet og friluftsliv, der enten forekommer til havs eller kystnært. Friluftsliv er desuden nærmere beskrevet i afsnit 10.2.5 og 10.3.10 for henholdsvis Lolland og Fehmarn. Følgende emner gennemgås nærmere her:

- Kulturarv og arkæologi på havet
- Materielle goder på havet
- Friluftliv på havet
- Lystsejlads og lystfiskeri

Formålet med undersøgelseerne er bl.a. at identificere væsentlige materielle goder i undersøgelsesområdet, som det er fastlagt i Scoping-rapporten. I undersøgelseerne indgår bl.a. bygninger, vindmølleparker, kystbeskyttelse (herunder diger) transportinfrastruktur som færgetrafik, færgehavne og rangerterræn samt lokaliteter for indvinding af råstoffer. Menneskets brug af Femern Bælt, som den kommer til udtryk i de nævnte emner, er i denne sammenhæng både at betragte som et miljøgode og en mulig eksisterende belastning for øvrige dele af havmiljøet.

Datagrundlag og metode

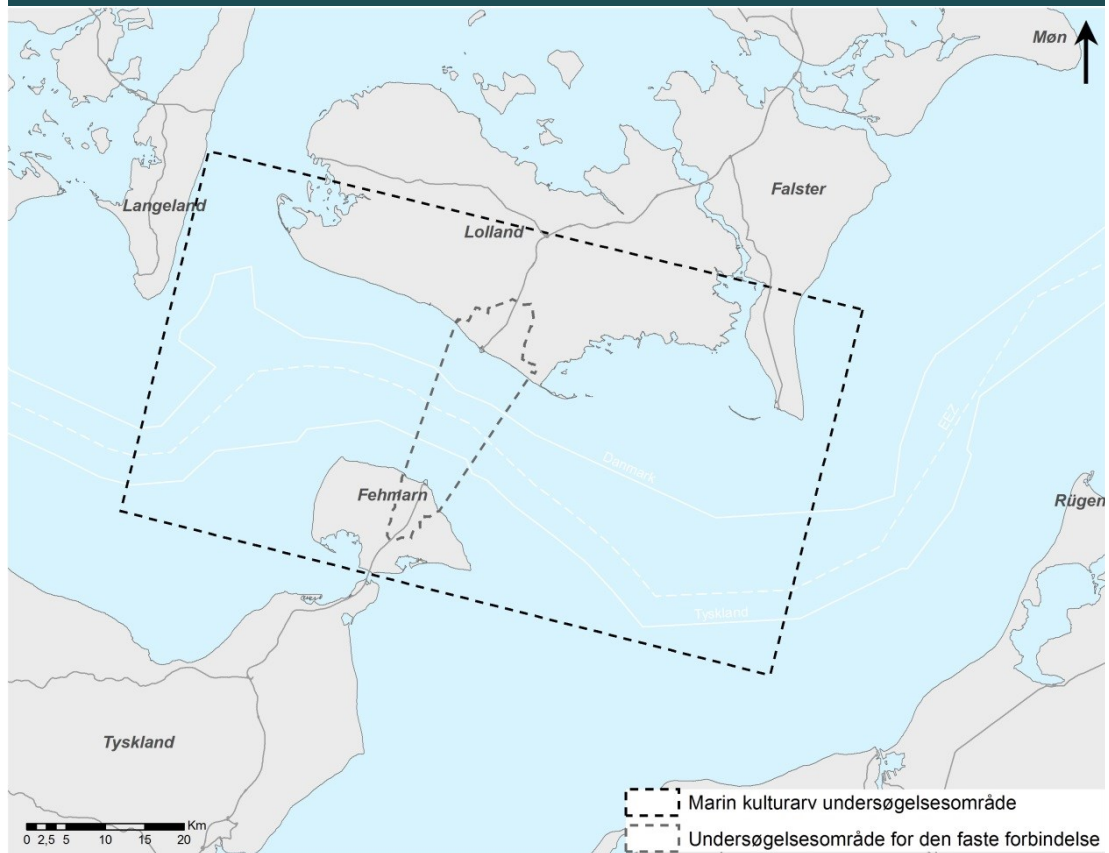
Beskrivelserne af ovennævnte forhold er foretaget på baggrund af en række primære og sekundære kilder. Der er anvendt kommune- og lokalplaner (Lolland kommune 2011) samt bekendtgørelser vedrørende indvindingsområder (Retsinfo.dk, Naturstyrelsen.dk). Vikingskibsmuseets undersøgelser er anvendt til beskrivelse af kulturarv på havet (Vikingskibsmuseet 2011). Desuden er der anvendt gældende søkort, der er søgt oplysninger om søkabler hos DKCPC (Danish Cable Protection Committee) og om havmølleparker på energinet.dk.

Derudover er der i forbindelse med kortlægningen af den marine kulturarv og arkæologi i Femern Bælt omkring linjeføring udført en række forundersøgelser for at opnå mulig supplerende viden om eventuelle fortidsminder med henblik på at sikre fund mod ødelæggelse. Undersøgelsesernes omfang og anvendte metoder er listet nedenfor:

- Geofysisk undersøgelse med multibeam, side scan sonar, sub bottom profiler og magnetometer i 2.000 m brede kyst-til-kyst tracéer på vanddybder >6 m
- Geofysisk undersøgelse med side scan sonar, magnetometer og sub bottom profiler i et 5.000 m bredt område langs kysten øst og vest for Rødbyhavn på vanddybder fra 3 - 6 m
- Geofysisk undersøgelse med multibeam, sidescan sonar, sub bottom profiler og magnetometer vest for det 2.000 m brede område
- Dykkerbesigtigelser og ROV-optagelser (Remote Operated Vehicle) af udvalgte anomalier med henblik på lokalisering af stenalderboplads øst for Rødbyhavn og øst for Puttgården
- Boreprøver i den 2 km brede korridor mellem kysterne for at undersøge palæontologiske og økologiske forandringer langs kysten samt kortlægning af mulige stenalderboplads og gamle kystlinjer
- Dykkerundersøgelser af skibsvrag på henholdsvis dansk og tysk territorium i perioden april - juli 2012

Undersøgelsesområdet for nævnte komponenter svarer til det normale undersøgelsesområde på havet, som er beskrevet i indledningen til kapitel 10 Det marine område og figur 10.1.13-1.

FIGUR 10.1.13-1 Undersøelsesområdet for marin kulturarv, materielle goder, friluftsliv og lystfiskeri



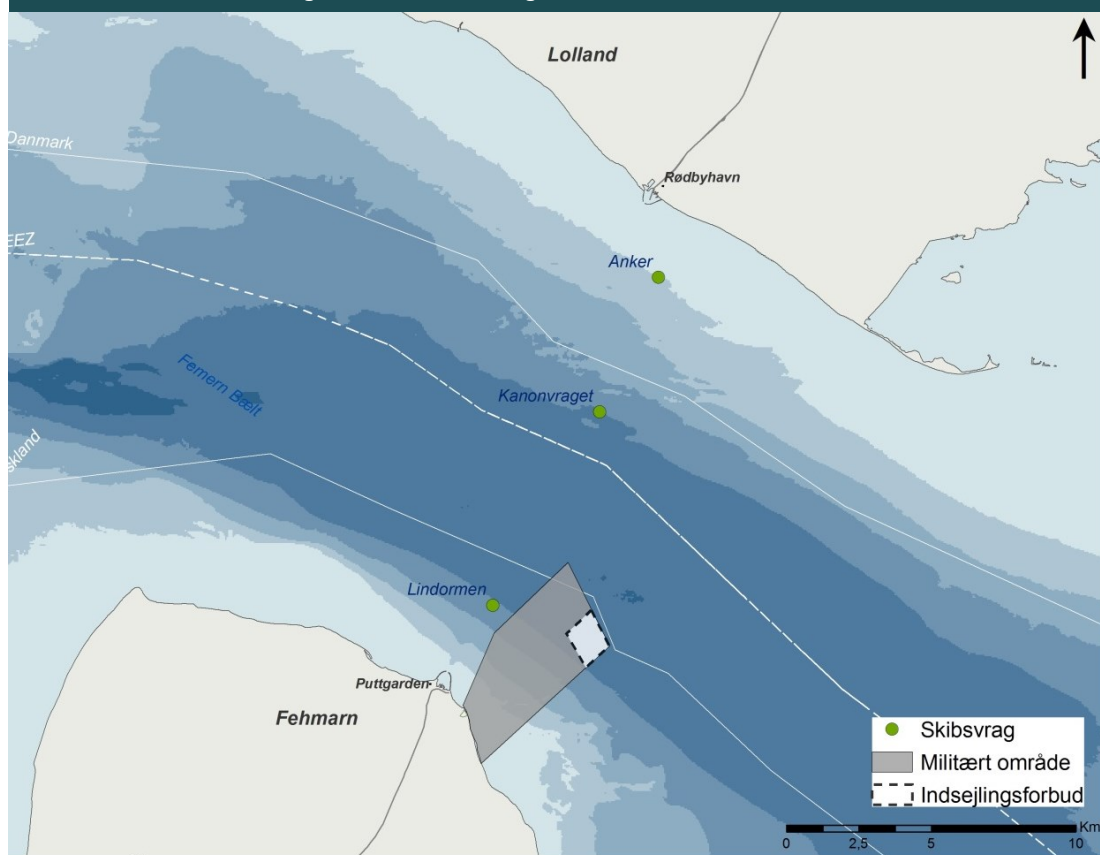
Eksisterende forhold

Kulturarv og arkæologi

Ifølge de marinarkæologiske undersøgelser ligger der to skibsvrag af betydning i området, hvor Femern Bælt-forbindelsen forventes etableret. Det ene vrug ligger i tysk farvand. Det har været bestykket med danske bronzekanoner og er med stor sandsynlighed det danske orlogsskib, Lindormen, der sank under slaget ved Fehmarn den 13. oktober 1644. I dansk farvand er der fundet et vrug (kaldet "Kanonvraget") formentlig et hollandsk handelsskib ("Swarte Arent") ombygget til krigsbrug og bestykket med jernkanoner (figur 10.1.13-2). Dette skib sank også under slaget ved Fehmarn.

Der er derudover fundet et anker på dansk område. Ankeret vurderes at være fra perioden 1850 - 1920.

FIGUR 10.1.13-2 Arkæologiske fund i undersøgelsesområdet for den faste forbindelse



I et område under Syltholm Vindmøllepark øst for Rødbyhavn er der i forbindelse med geologiske undersøgelser fundet sediment, der kan indikere, at der tidligere har ligget en mose, som på grund af havspejlsstigningen er blevet dækket af marint sand. Mosen ligger 2 - 5 m under nuværende terræn, og strækker sig muligvis ud under havbunden mod syd. Det vides på nuværende tidspunkt ikke, hvor gammel mosen er, eller om der har været menneskelig beboelse i det område, hvor mosen er dannet. Hvis det er tilfældet, er det muligt, at mosen kan indeholde arkæologiske fund. Der vil blive lavet yderligere arkæologiske forundersøgelser i området, hvor tunnelelementfabrikken ventes etableret.

Materielle goder på havet

Råstofindvindingsområder og klappladser

I Femern Bælt-området findes tre råstofindvindingsområder. Der er tale om indvindingsområde 568-CA Gedser, 568-BA Vindeholme og 568-AA Rødbyhavn (figur 10.1.13-3).

Indvindingsområde 568-CA Gedser er der pr. august 2011 fire virksomheder, som har tilladelse til at indvinde fra. Det er muligt at indvinde op til 200.000 m³ materialer i alt (sten og grus). Indvindingsområde 568-BA Vindeholme er ikke aktivt endnu. Indvindingsområde 568-AA Rødbyhavn er beliggende i Femern Bælt sydvest for Rødbyhavn. På nuværende tidspunkt har tre virksomheder tilladelse til indvinding i området. Der må indvindes 200.000 m³ materialer i alt. Området vil blive lukket, såfremt det bliver vurderet at udgøre en sikkerhedsrisiko i forbindelse med anlæg og drift af den faste forbindelse over Femern Bælt.

Der findes fire klappladser i Femern Bælt-området på dansk territorium, hvoraf de to benyttes. Den ene ligger vest for Rødbyhavn (No. 4.1) (figur 10.1.13-3). Den anden ligger sydøst for Gedser (No. 5.2a) og således langt fra linjeføring og offshore arbejder. Siden 1987 har klappladserne – foruden ca. 750.000 m³ rent materiale fra sejlrønderne til Rødbyhavn og Gedser – modtaget ca. 200.000 m³ moderat belastet havneslam (Regionalplan 2005 - 2017).

På tysk territorium i Femern Bælt-området ligger tre klappladser, en ligger på sydvestsiden af Fehmarn, de to andre ligger på hver side af Wargriens halvø. Alle tre ligger langt fra projektets linjeføring

Havmølleparker

Der er etableret to havmølleparker ca. 20 km sydøst for Rødbyhavn. Rødsand I (Nysted) havmølle park, som består af 72 møller, ligger syd for Rødsand. Møllerne måler 69 m i højden, og hver møllevinge er 40 m lang og producerede 552.112 MWh i 2009. Hver enkelt mølle kan yde 2,3 MW og parken har en samlet effekt på 165 MW. Parken blev indviet i 2003 (www.dongenergy.com og eon.dk, 2013).

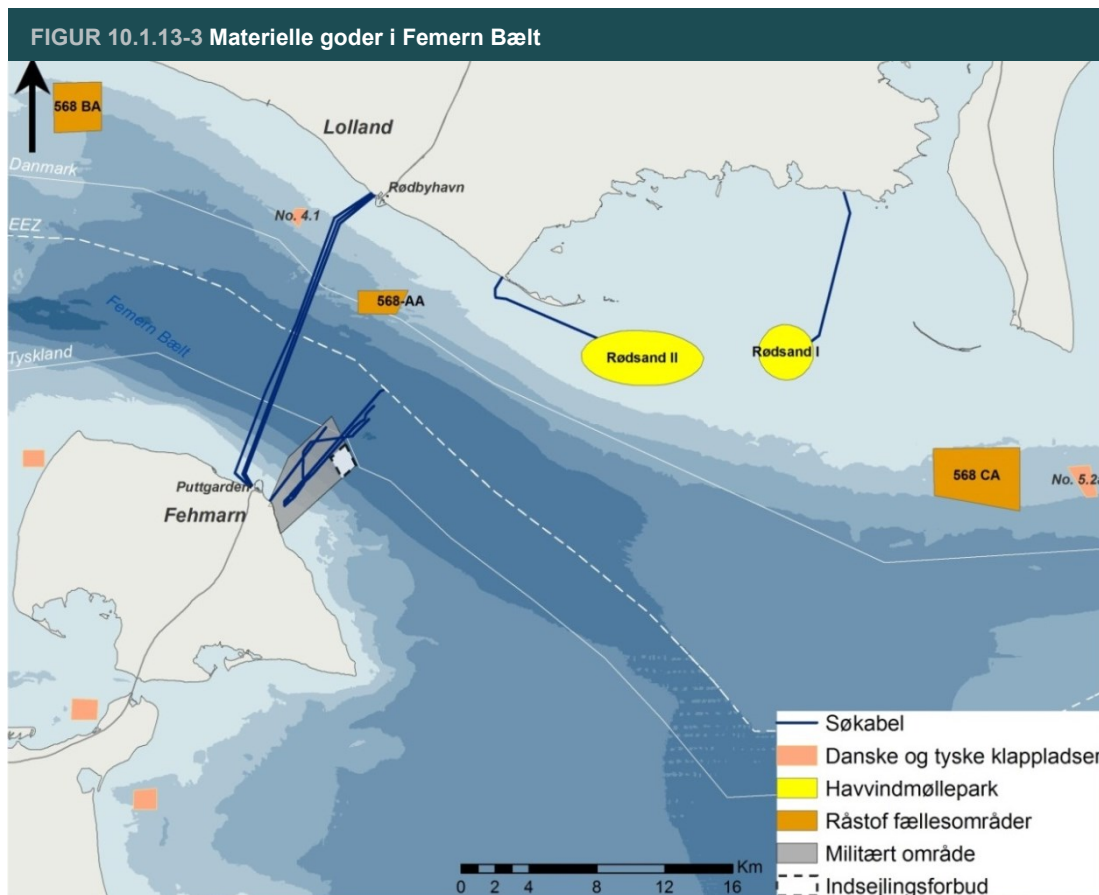
Vest for denne møllepark og syd for Hyllekrog ligger Rødsand II havmøllepark, som består af 90 møller, der hver er 115 meter høje. Denne park ligger 3 km vest for Rødsand I havmøllepark og dækker et område på 35 km². Hver mølle har en kapacitet på 2,3 MW, hvilket inkl. testmøller giver en total kapacitet på 215 MW. Parken blev indviet i oktober 2010 (eon.dk, 2013).

Fremtidige planlagte danske og tyske vindmølleparker i den centrale del af Østersøen ligger mere end 100 km øst for projektområdet.

Søkabler

I forbindelse med de nævnte havmølleparker er der to søkabler, som leder elektriciteten ind på land. Søkablet fra Rødsand I parken går øst om Rødsand og i land ved Vantore Strandhuse, som ligger sydøst for Nysted. Rødsand II kablet går i land, der hvor Hyllekrog er forbundet med fastlandet og løber parallelt med Hyllekrog og forbi denne i sydøstlig retning.

Lige vest for henholdsvis Rødbyhavn og Puttgarden løber tre telefonkabler tværs over Femern Bælt. De løber parallelt og går i land henholdsvis vest for Rødby og vest for Puttgarden. Øst for Puttgarden ligger et militært område, som strækker sig ud i vandet. Der løber fem søkabler, som forsyner dette område med bl.a. elektricitet. Området ligger lige øst for projektområdet.



Farvandsafmærkninger, militære områder og fyr

Der er en række bøje – og sø-afmærkninger, som er placeret tæt ved projektområdet, både ved kysten og i selve Femern Bælt. T-ruten, som er hovedsejlrenden, der er placeret midt i Femern Bælt, er afmærket med en række midtfarvands-afmærkninger. Tre af disse ligger inden for området omkring de foreslåede linjeføringer. Nordøst for disse midtfarvands-afmærkninger i den danske del af Femern Bælt er der placeret tre specialafmærkninger (målestationsbøjer øst for Rødbyhavn).

I den tyske del af Femern Bælt, lige øst for Puttgarden havn, ligger et militært område. Dette område indeholder desuden et mindre område, som er markeret med fire specialafmærkninger, hvor der er indsejlingsforbud.

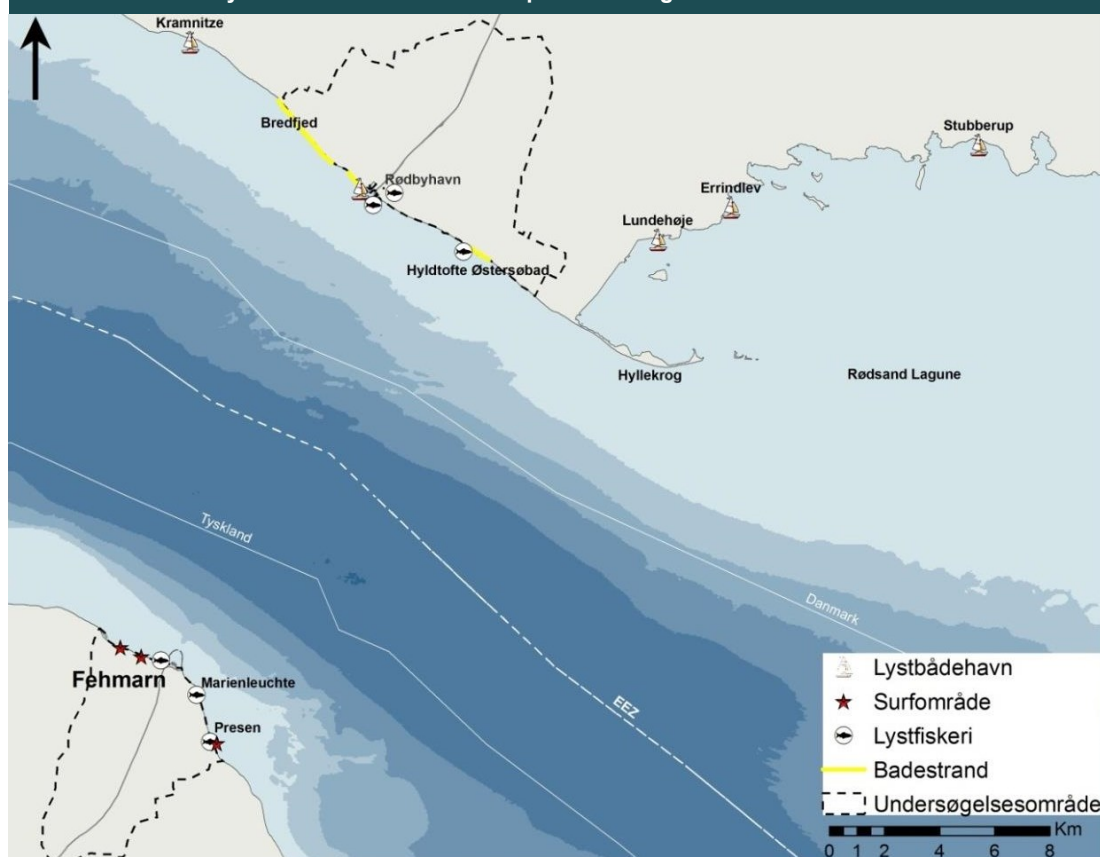
Friluftsliv på havet

Det er muligt at bade overalt langs de danske kyster undtagen ved havne og steder, hvor det gennem særlige bestemmelser er gjort forbudt. Det er dog i den danske del af Femern Bælt inden for undersøgelsesområdet eller tæt på dette, kun attraktivt at bade fra strandene Bredfjeld, stranden ud for Lalandia, som ligger lige vest for Rødbyhavn og stranden ud for sommerhusområdet Hyltofte Østersøbad, jf. figur 10.1.13-4.

Ud for sommerhusområdet Hyltofte Østersøbad øst for Rødbyhavn er placeret en række bueformede bølgebrydere langs med stranden i et område på ca. 750 m. Disse buer former sandstrande, som benyttes af sommerhusområdets beboere. Den vestligste del af disse ligger inden for projektområdet. Desuden ligger der en ca. 800 m lang klitstrand lige vest for Rødbyhavn tæt på selve havnen.

Der drives jagt på land i det meste af undersøgelsesområdet. Dog bevirker vind- og strømforholdene langs det meste af Lollands sydkyst, at jagt til havs ikke er let i dette område, og derfor forekommer det meste jagt til havs andre steder, hvor vindforholdene er mere rolige.

FIGUR 10.1.13-4 Kystnære friluftslivsområder på Lolland og Fehmarn



I den vestlige del af Rødbyhavn ligger Rødbyhavn lystbådehavn med plads til 35 sejlbåde. Der er fra kommunens side ikke planlagt udvidelse af denne. Øst for Rødbyhavn i Natura 2000-området bag Hyllekrog ligger der to små lystbådehavne, Lundeheje og Errindlev, med plads til sammenlagt 130 sejlbåde, jf. figur 10.1.13-4. Længere øst på ud for Lindholm øen ligger Stubberup havn, som også er en mindre lystbådehavn. Fehmarn har seks lystbådehavne, som alle ligger på øens sydlige kyst.

Ud for Fehmarns nordlige kyst er det muligt at fiske fra tre fiskepladser ved – og øst for Puttgarden havn, jf. figur 10.1.13-4. Surferne bruger desuden tre områder langs kysten mellem Marienleuchte og Puttgarden havn. Desuden bruges det meste af Fehmarns kystlinje som badestrand.

Lystsejllads i Femern Bælt

Data for denne type trafik er statistisk dårlig på grund af mangel på kilder/målinger. Derfor opgøres antallet af passager ud fra antal overnattende lystbådesejlere i nærliggende lystbådehavne. I 2007 var der ca. 52.000 overnattende lystbådesejlere på Fehmarn og ca. 170.000 i hele Storstrøms Amt. Andelen af udenlandske gæste-overnattende lystbådeejere i 2007 udgjorde henholdsvis 8 pct. af disse for Fehmarn og 11 pct. for Storstrøms Amt. Dette indikerer, at der forekommer en del lystbådstrafik i Femern Bælt. Tilgængelige data opgør dog ikke antallet af overnattende gæster, der ligger for anker og derfor ikke søger havn. Derfor kan antallet af overnattende gæster reelt set være større end ovenfor angivet.

Lystfiskeri i Femern Bælt

Omfanget af lystfiskeri i Femern Bælt er kortlagt ud fra myndighedernes officielle statistikker og interviewundersøgelser. Undersøgelserne omfatter det sæsonmæssige omfang af lystfiskeri fra kysten og fra båd, hvilke arter som fanges, vurdering af fiskeriindsats samt den geografiske fordeling af fiskeriindsatsen. På begge sider af Femern Bælt fiskes der fra kysten, hovedsageligt

efter havørred, torsk, hornfisk og fladfisk. Dog afhænger fiskeriet af forskellige arter af sæsonen. Bundgarnsfiskeri er beskrevet i afsnittet om fiskeri (afsnit 10.1.12).

Lystfiskeri i Femern Bælt området på henholdsvis dansk og tysk side kan inddeles i tre kategorier: 1) lystfiskere, der fisker med stang langs kysterne 2) lystfiskere, der fisker på havet fra private både eller fra kommercielle lystfiskerfartøjer 3) fritidsfiskere, der typisk fisker med stationært udstyr langs kysten, hvortil der kræves licens. Sidstnævnte kategori kan også anvende små privat-ejede både til at sætte net og hente deres fangst til havs.

På nationalt plan driver ca. 18 pct. af den danske befolkning lystfiskeri. Der findes fire lystfiskerklubber på Lolland og Falster (lokaliseret i Rødby, Nakskov, Nykøbing og Guldborgsund), som tilsammen har ca. 450 medlemmer. Hovedparten af disse medlemmer fisker langs den sydlige kyst af Lolland og Falster. En del af medlemmerne har desuden småbåde liggende i Rødbyhavns havn og i Kramnitze havn, som anvendes til dørgefiskeri og pilkefiskeri. Rødby Sportsfisker Forening har ca. 250 aktive medlemmer og solgte ca. 150 fiskekort, til de lokale put-and-take søer i 2011. Lystfiskeri foregår langs hele Lollands sydkyst enten fra båd eller fra land især fra de to moler ved Rødbyhavn og fra diget på den østlige mole, jf. figur 10.1.13-5. Der ligger også flere populære lokaliteter øst for Rødbyhavn f.eks. Syltholm Strand, Hyllekrog og Nysted, jf. figur 10.1.13-5, hvor der sæsonvis fiskes efter havørred, torsk, fladfisk og hornfisk (Lystfiskeri.dk, 2013). Omkring 70 lystfiskere anvender området på den sydøstlige kyst af Lolland, hvor der primært fiskes fra Nysted Fjord, der åbner op indtil Nysted Nor.

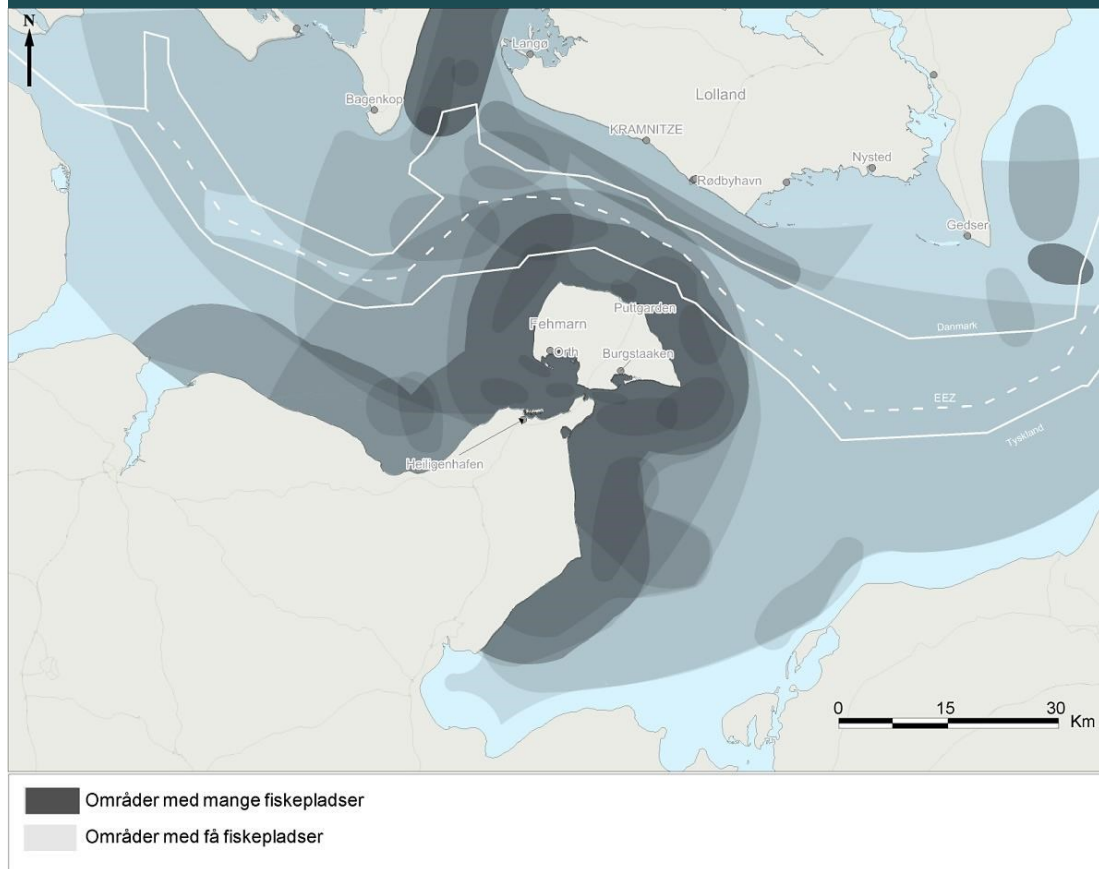
I Tyskland er det ca. 5 pct. af befolkningen, der dyrker lystfiskeri. I delstaten Slesvig-Holsten alene er der registreret ca. 70.000 med gyldigt fisketegn (i 2008), hvilket svarer til, at mere end 22 pct. af delstatens husstande har mulighed for at dyrke lystfiskeri. Ca. 40.600 lystfiskere i Slesvig-Holsten er registrerede medlemmer i lystfiskerklubber, svarende til at ca. 1,4 pct. af husstandene i Slesvig-Holsten har medlemskab i en lystfiskerklub.

Figur 10.1.13-5 viser de mest populære lystfisker-lokaliteter og lystbådehavne, hvor der kan fiskes fra langs Lollands og Falsters kyst. Interviews med formænd og medlemmer af lystfiskerklubberne i de nævnte områder indikerer dog, at meget få fritidsfiskere (seks - syv personer, heraf to i Kramnitze fire - fem i Rødby Havn) anvender Femern Bælt-området til garnsætning. Disse anvender primært hildingsnet til at fange torsk og fladfisk.

Generelt er omfanget af lystfiskeri i Femern Bælt-området ikke lige så udbredt i dansk farvand som i tysk. Dette skyldes primært, at der ikke forekommer nogen kommercielle danske lystfiskerfartøjer på dette stræk, der tilbyder denne form for aktivitet til turister og andre besøgende.

På den tyske side af Femern Bælt er der registret 21 kommercielle lystfiskerfartøjer, som sejler ud med lystfiskere for primært at pilke torsk, men der fiskes også efter andre arter. Der er ingen danske lystfiskerfartøjer, som opererer direkte i Femern Bælt. Derimod er der enkelte private danske lystfartøjer, som driver trolling (dørgefiskeri) og pirkefiskeri i Femern Bælt. De vigtigste områder for lystfiskeri til havs er vist på figur 10.1.13-5.

FIGUR 10.1.13-5 Foretrukne danske og tyske lystfiskerlokalteter i Femern Bælt og tilstødende farvande



I 2008 havde tyske lystfiskerfartøjer i Femern Bælt ca. 67.500 lystfiskere med på tur. Langt hovedparten af disse er turister fra andre dele af Tyskland. Ca. 70 pct. af rederne har haft en nedgang i antallet af gæster inden for de seneste 10 år.

Der er ganske få danske og tyske fritidsfiskere og lystfiskere i Femern Bælt, der selvstændigt dyrker havfiskeri. Dette skyldes primært området kraftige strømforhold, bundbid grundet kraftig bundflora og vejrforhold, der sjældent giver gode forhold for fiskeri langs kysterne med stationært udstyr såsom fiskestang, garn eller ruser.

10.2 LOLLAND

I afsnit 10.2 er de nuværende miljøforhold på Lolland beskrevet.

Beskrivelsen af de eksisterende forhold udgør grundlaget for den senere vurdering af virkninger på miljøet. Miljøundersøgelserne er foretaget inden for et fastsat undersøgelsesområde på Lolland (figur 10.2-1).

Omfang og metoder for miljøundersøgelserne er fastlagt i Scoping-rapporten og beskrevet i detaljer i miljøkortlægningsrapporten, der danner baggrund for de følgende afsnit (COWI, 2013). Undersøgelserne omfatter befolkning, fauna, flora, jord, støj, vand, luft, klimatiske forhold, materielle goder, herunder arkitektur, arkæologi og kulturarv, landskab, offentlighedens adgang hertil og den indbyrdes sammenhæng mellem ovennævnte faktorer.

Den indbyrdes sammenhæng omfatter bl.a. sammenhængen mellem jordbund og landskab og de planter, der vokser her, sammenhængen mellem landskab, kulturlandskaber og befolkningens oplevelser af disse, sammenhængen mellem luftkvalitet og menneskers sundhed samt sammenhængen mellem kvaliteten af overfladevand og dets værdi som levested for planter og dyr.



Miljøundersøgelserne er udført i tidsrummet 2008 - 2012 og er baseret på feltstudier, historiske data samt data indsamlet af danske og tyske forskningsinstitutter. Den beskrivelse, der er præsenteret her, er et fokuseret uddrag af undersøgelserne. For en mere detaljeret beskrivelse af undersøgelsesresultater henvises til baggrundrapporten.

Planforhold er beskrevet i de respektive afsnit om eksisterende forhold på Lolland.

Natura 2000-områder og de afledte socioøkonomiske forhold er beskrevet særskilt i kapitel 17 og 16. Betydningen af miljøfaktorer er beskrevet i kapitel 13.

10.2.1 Undersøgelsesområdet

Undersøgelsesområdet på Lolland strækker sig både øst og vest for Rødbyhavn og udgør i alt ca. 53 km². De vigtigste stednavne, der omtales i teksten, er vist på figur 10.2-1. Figur 10.2-1 viser også den arealreservation, der er udlagt til Femern Bælt-forbindelsen i Lolland Kommunes gældende kommuneplan.

10.2.2 Landskab og jordbund

Afsnittet indeholder en beskrivelse af landskabsdannelse, landskabsformer og jordbundstyper på det sydlige Lolland. Oplysninger om forurenede jord og jordbundens bonitet findes i afsnit 10.2.9 Materielle goder.

Lollands landskaber og jordbund er formet af sidste istid, af vejrliget og af menneskers aktiviteter gennem årtusinder.

Datagrundlag og metode

Landskabet og jordbunden er blevet analyseret og inddelt i landskabsområder ved hjælp af Landskabskaraktermetoden (Miljøministeriet 2007). Inddelingen er baseret på en samlet vurdering af de landskabelige værdier, herunder æstetik, rekreative muligheder, historie, landskabsdannelse og jordbundsforhold. Inddeling i landskabsområder giver et overblik over, hvilke typer af landskaber, der er i et område. Gennem kortlægning af de eksisterende karaktertræk i landskabsområderne opnås også et kendskab til deres sårbarhed.

Derudover er landskab og jordbund beskyttet af en række bindinger på regionalt niveau. Oplysninger om disse er indhentet fra bl.a. Lolland Kommune, hvor en række bindinger om landskab og jordbund er angivet i kommuneplanen.

Planforhold

Nedenfor er de planforhold gennemgået, som er vurderet relevante for landskab og jordbund (figur 10.2-2).

Et område ved Saksfjed Inddæmning er fredet under naturbeskyttelsesloven på grund af dets natur og landskab. Området må ikke ændres uden dispensation eller ny fredningssag.

Naturbeskyttelsesloven indeholder bestemmelser om bygge- og beskyttelseslinjer i forhold til strande, åer, søer og skove.

For områder inden for strandbeskyttelseslinjen gælder naturbeskyttelseslovens § 15: "Der må ikke foretages ændring i tilstanden af strandbredder eller af andre arealer, der ligger mellem strandbredden og strandbeskyttelseslinjen. Der må ikke etableres hegn, placeres campingvogne og lignende, og der må ikke foretages udstykning, matrikulering eller arealoverførsel, hvorved der fastlægges skel".

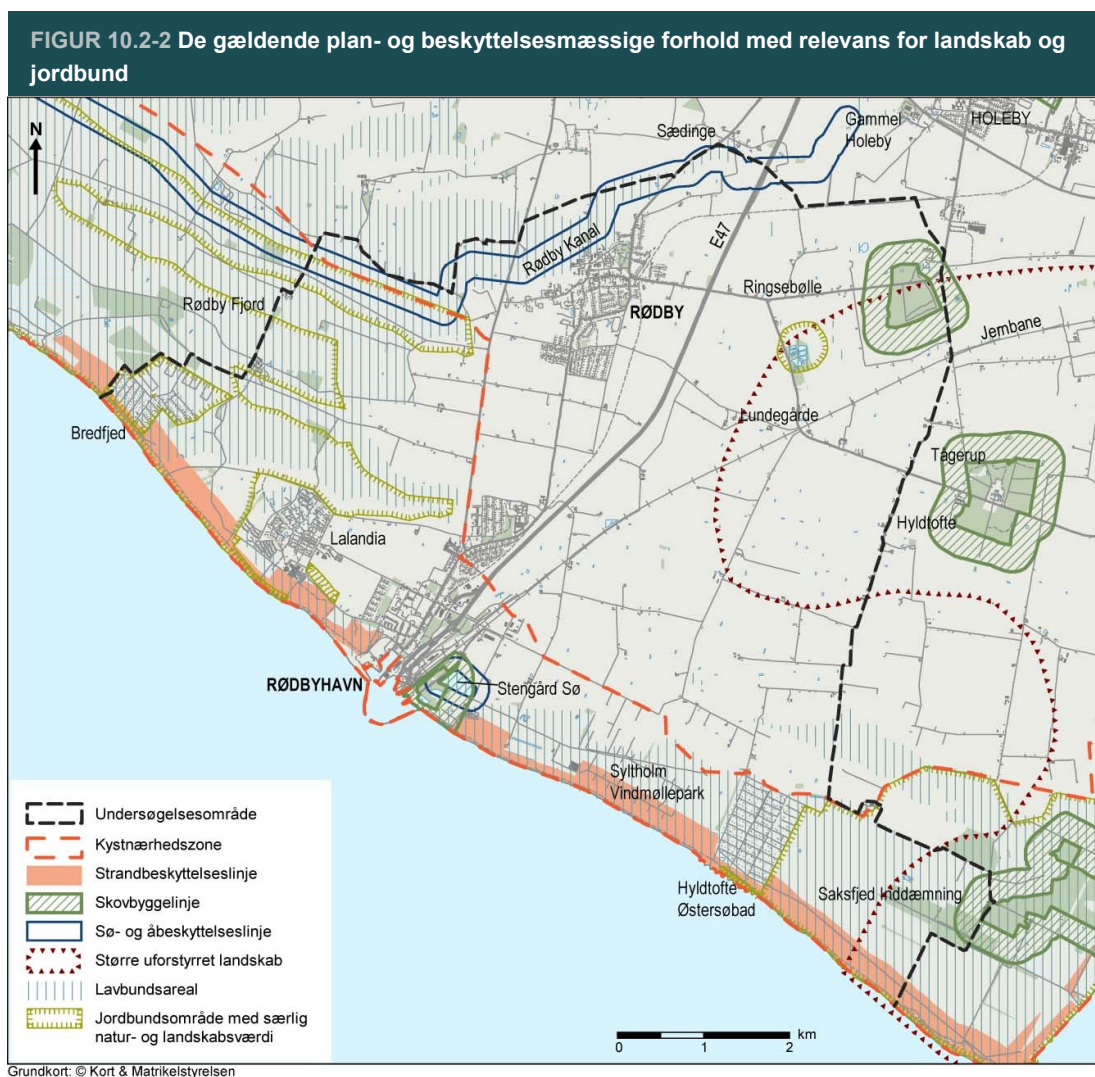
For åer og søer gælder naturbeskyttelseslovens § 16: "Der må ikke placeres bebyggelse, campingvogne og lignende eller foretages beplantning eller ændringer i terrænet inden for en afstand af 150 m fra søer med en vandflade på mindst 3 ha og de vandløb, der er registreret med en beskyttelseslinje i henhold til den tidligere lovgivning".

Der er bl.a. en beskyttelseslinje omkring Stengård Sø øst for Rødbyhavn og en omkring Rødby Kanal nordvest for Rødby.

Naturbeskyttelsesloven indeholder følgende bestemmelser for landskabet omkring skove jf. § 17: "Der må ikke placeres bebyggelse, campingvogne og lignende inden for en afstand af 300 m fra

skove. For privatejede skove gælder dette kun, hvis arealet udgør mindst 20 ha sammenhængende skov”.

Planloven beskytter den såkaldte kystnærhedszone, hvilket i hovedsageligt vil sige landområder mindre end 3 km fra kysten. Kystnærhedszonen beskytter kystlandskaber mod byggeri.



Lolland Kommunes kommuneplan 2010 - 2022 har endvidere udpeget tre områdetyper, som bør beskyttes:

- Større uforstyrrede landskaber skal friholdes for tekniske anlæg, der forstyrrer oplevelsen af landskabet, herunder støj. I det nordøstlige hjørne af undersøgelsesområdet findes en lille del af et sådant større uforstyrret landskab
- Byggeri eller anlæg på lavbundsarealer skal udformes, så man senere kan lave naturgenopretning. Der er bl.a. lavbundsområder i de afvandede fjord- og laguneområder øst for Rødbyhavn samt det tidligere Rødby Fjord
- På jordbrugsområder med særlige natur- og landskabsværdier må der normalt ikke etableres anlæg eller foretages andre indgreb, der kan forringe landskab og natur eller forstyrre plante- og dyreliv. Fjordarmene i den tidligere Rødby Fjord og Saksfjed Inddæmning er udpeget i denne kategori

Eksisterende forhold

Analysen af de eksisterende forhold omfatter "landskabsdannelse og jordbund" samt "kulturlandskabets udvikling og arealanvendelse". Ved at sammenholde disse forhold med landskabsoplevelsen (de rumlige og visuelle forhold) er landskabsområderne beskrevet og karakteriseret.

Landskabsdannelse og jordbund

Landskabet på Lolland er primært formet under sidste istid. Terrænet blev udjævnet af isen, som, da den smeltede, efterlod landskabet relativt fladt og med svagt bølgende landskabsformer. Landskabsformerne tæt på kysten er langstrakte og tydeligt orienterede i isens bevægelsesretning.

Jordbunden i de bølgede landskabsformer er primært ler blandet med sten, grus og sand.

Inden kystdiget blev opført i 1873, bestod kysten af såkaldte barriereøer og odder med bagvedliggende lavvandede laguner og fjorde. Efter afvandingen i 1800-tallet blev laguner og fjorde tørlagt og fremstår i dag som flade områder under havniveau bag det over 60 km lange dige. Jordbunden i de afvandede områder er primært sand.

Kulturlandskabets udvikling og arealanvendelse

Afvanding af de lavvandede laguner og fjorde begyndte allerede i midten af 1800-tallet. Stormflodsdiaget på Lollands sydvendte kyst blev opført i 1873 efter en stormflod. Efter denne inddæmning blev resten af de lavtliggende områder afvandet og opdyrket.

På grund af den gode landbrugsjord (de gamle istidsaflejringer) er der mange gårde og husmandssteder i landskabet. Der findes desuden flere godser i og omkring undersøgelsesområdet med tilhørende skove, marker, alléer og husmandsudstyknings. Det meste af området bruges stadig til landbrug.

Landskabet er i høj grad præget af menneskelig aktivitet. F.eks. de rette kanaler, kystdiget og mergelgravene, der i dag er små tilgroede søer.

Landskabsområder

De landskabsområder, der kan blive berørt af anlægget, er selve kystdiget og forstranden, lavbundsområdet bag diget samt landbrugslandskabet længere inde i landet.

FIGUR 10.2-3 Forstranden og kystdiget vest for Rødbyhavn med færger i baggrunden



Kystdiget danner en lige kystlinje på begge sider af Rødbyhavn. Med en højde på 4 m fremstår diget som et markant landskabselement i forhold til det flade landskab bag diget og set fra havet. Diget følger i store træk de barriereøer, der afgrænsede det bagvedliggende lagune- og fjordområde mod havet, før diget blev bygget. Jordbunden er sandet med indslag af moræneler.

Lavbundsområdet bag diget er afgrænset mod det bagvedliggende landskab af lagunens og fjordens tidligere kystlinje. På området, som afvandes kunstigt, findes både enge, søer og rørskov samt industrianlæg, rensningsanlæg og en vindmøllepark. Jordbunden er marint sand.

FIGUR 10.2-4 Landskabet bag kystdiget er en blanding af lavtliggende enge, rørskov, søer og tekniske anlæg



Landbrugslandskabet, som strækker sig ind i landet bag lagunen, er præget af spredte gårde, enkelte herregårde samt godser mellem intensivt dyrkede marker. Terræn og jordbund er formet af ismassernes bevægelser under sidste istid. Terrænet er relativt fladt med lige drængrøfter og levende hegn samt mange vandhuller fra tidligere mergelgrave. Jordbunden er leret.

FIGUR 10.2-5 Intensivt drevet landbrugslandskab øst for Rødbyhavn



Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger på landskab og jordbund omfatter:

- Afvanding (f.eks. af tidligere fjordområder), der slører landskabets naturgeografiske oprindelse, men omvendt fortæller om den kulturhistoriske udvikling
- Jordkomprimering og tilførsel af næringsstoffer og pesticider som følge af landbrugsdrift
- Tekniske anlæg, der fragmenterer landskabet, herunder motorvej, jernbane og el- og højspændingsledninger
- Støj, der påvirker landskabsoplevelsen, herunder trafikstøj, vindmøllestøj, støj fra gocart-bane mv.
- Visuel påvirkning fra tekniske anlæg (vindmøller og kystnære industrianlæg)

Virksomheden af disse belastninger er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.2.3 Plante- og dyreliv

Afsnittet præsenterer en kortlægning og vurdering af, hvilke og hvor store værdier med relation til plante- og dyreliv der findes i undersøgelsesområdet på det sydlige Lolland. En mere detaljeret beskrivelse kan findes i baggrundsrapporten. Der er fokuseret dels på naturtyper, dels på levesteder for beskyttede og sjældne arter, herunder særligt bilag IV-arter. Forhold omkring Natura 2000 præsenteres ikke her (se kapitel 17 eller baggrundsrapport).

Datagrundlag og metode

De eksisterende forhold er beskrevet på baggrund af oplysninger fra forskellige kilder samt nye kortlægninger og feltarbejde udført i 2009, 2010, 2011 og 2012.

Kilderne fremgår af referencelisten i baggrundsrapporten og omfatter bl.a. myndigheder og foreningers databaser, litteratur, Lolland Kommune, Naturstyrelsen samt lokale specialister. Der er lavet nye biotopregistreringer af lokaliteter, og der er foretaget eftersøgning af artsgrupper på udvalgte lokaliteter.

Biotopregistrering

Biotopregistrering er gennemført i alle områder, der vurderedes at rumme biologiske værdier. Det vil sige områder omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3, skove/bevoksninger, levende hegn, sten- og jorddiger, brakmarker samt mulige levesteder for arter på habitatdirektivets bilag IV eller fugle på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I samt truede (rødlistede), sjældne eller fredede arter.

Lokaliteterne er beskrevet og værdisat på en skala fra 1 - 5 (meget lav til meget høj biologisk værdi). Beskrivelsen omfatter artslistor for observerede dyr og planter. For flagermus, padder, guldsmede, løbebiller og sommerfugle er det observerede antal individer noteret og inddraget i værdisætningen, mens fugle er opgjort som antal par. Der er ikke lavet estimater af bestandsstørrelser, da dette kræver et meget omfattende kortlægningsarbejde, der ligger uden for rammerne af en VVM-redegørelse.

Vurdering af biologisk værdi

En lokalitets biologiske værdi omfatter dens naturmæssige værdi samt indikatorværdi af fundne arter samt disses antal, mens områdets og arternes eventuelle beskyttelsesstatus ikke indgår. Værdisætningen er lavet med udgangspunkt i det plantesamfund, der er til stede på lokaliteten, f.eks. om der er mange indikator-arter, sjældne arter, truede arter samt arter, som Danmark har et særligt ansvar for at sikre (ansvarsarter). Desuden vurderes, om lokaliteten har betydning for spredning af arter (f.eks. om lokaliteten er levested, trædesten mellem levesteder eller egentlig spredningskorridor som et vandløb eller levende hegn), dens vigtighed for sjældne arter, om den er unik i lokal sammenhæng, og om den eventuelt er svær at genskabe.

Kortlægning af artsgrupper

Som supplement til den generelle biotopregistrering er der lavet målrettede eftersøgninger efter arter inden for udvalgte artsgrupper. Artsgrupperne er udvalgt ud fra, at de er relativt nemme at eftersøge, og at de rummer arter, der er velkendte som indikatorer for naturkvalitet. De udvalgte artsgrupper er flagermus (undersøgt juli og august i 2009 og 2010 samt september i 2011), fugle (undersøgt 2009 - 2010 samt april - juni 2011), krybdyr (undersøgt september 2010, maj 2011 samt i forbindelse med øvrige undersøgelser), padder (undersøgt ultimo marts, medio april, ultimo april og primo juli i 2009 samt ultimo april, ultimo maj og primo juni i 2010), guldsmede (undersøgt maj - august 2009), græshopper (undersøgt maj - september 2009), løbebiller (undersøgt maj - september 2009), dagsommerfugle (undersøgt april - august 2009), natlyssværmer (undersøgt juni i 2009 og 2010), svampe (undersøgt maj - december 2009), karplanter (undersøgt maj - september 2009), mosser (undersøgt april 2009) og rensdyrlaver (undersøgt april 2009). Undersøgelsesmetoderne er mere detaljeret beskrevet i baggrundsrapporten, herunder at kortlægningen af flagermus følger Vejdirektoratets vejledning (Møller og Baagøe 2011). Anvendte metoder er bl.a. ultralydsdetektorer (flagermus), undersøgelse af alle (padder) eller udvalgte (guldsmede) vandhuller for forekomst, faldfælder (løbebiller og græshopper) og iagttagelse ved nektarkilder (natlyssværmer). Mosser (nogle arter) og rensdyrlaver (alle arter) blev indsamlet og

bestemt efterfølgende. Kortlægningerne omfatter alle rødlistede arter (arter der er rødlistevurderet som næsten truet, sårbar, moderat truet, kritisk truet eller forsvundet), potentielt forekommende, strengt beskyttede arter (arter på habitatdirektivets bilag IV) samt fugle på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I.

Planforhold

De planforhold, der er relevante for naturen i undersøgelsesområdet, kan ses på figur 10.2-6.

Habitat- og fuglebeskyttelsesdirektivet

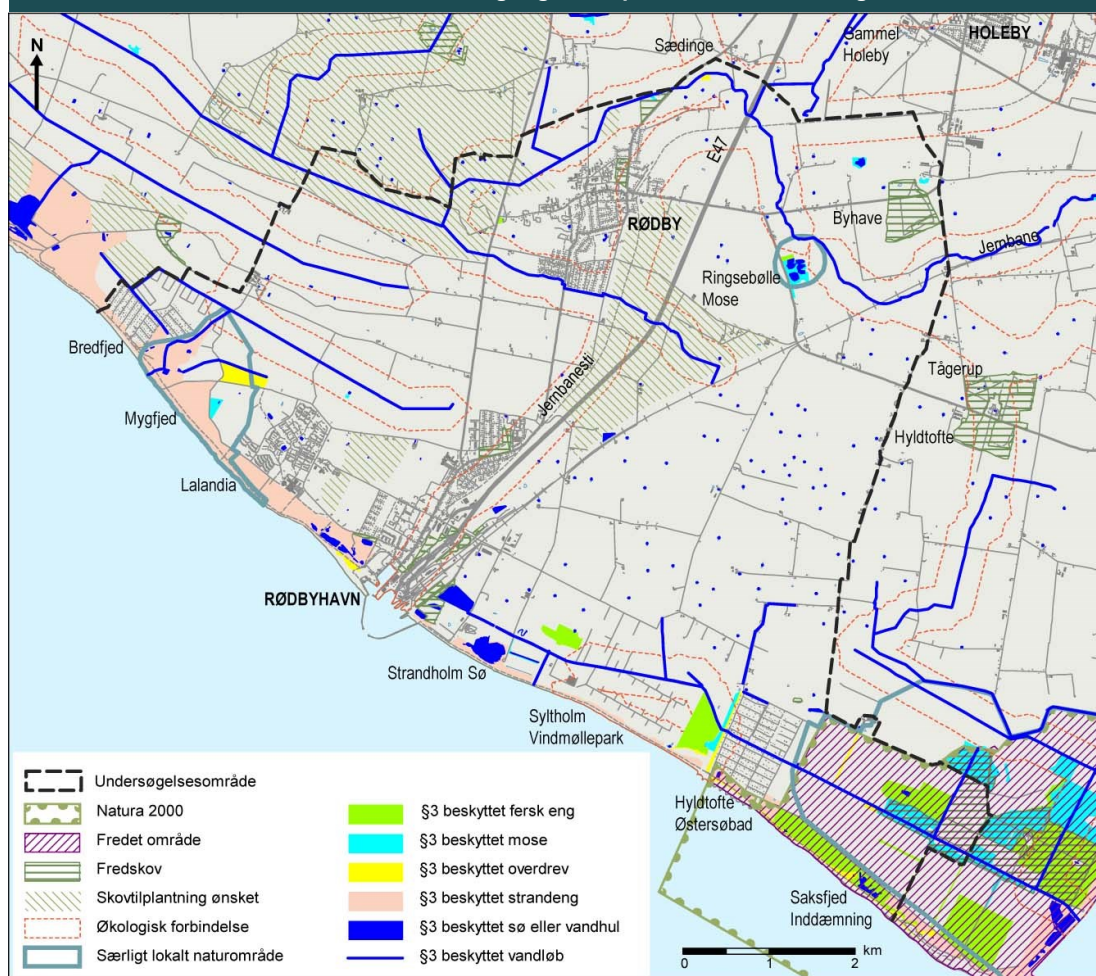
Med henblik på at oprette et sammenhængende europæisk økologisk net af særlige bevaringsområder under betegnelsen Natura 2000, udpeger hver stat, jævnfør habitatdirektivet, lokaliteter som særlige bevaringsområder. I disse områder træffer medlemsstaterne passende foranstaltninger for at undgå forringelse af naturtyperne og levestederne for arterne i de særlige bevaringsområder samt forstyrrelser af de arter, for hvilke områderne er udpeget, for så vidt disse forstyrrelser har betydelige konsekvenser for direktivets målsætninger. I undersøgelsesområdet indgår en del af Saksfjed Inddæmning, der er både habitat- og fuglebeskyttelsesområde.

Habitatdirektivets artikel 12 pålægger medlemsstaterne at træffe de nødvendige foranstaltninger til at indføre en streng beskyttelsesordning i det naturlige udbredelsesområde for de dyrearter, der er nævnt i bilag IV, med forbud mod:

- Alle former for forsætlig indfangning eller drab af enheder af disse arter i naturen
- Forsætlig forstyrrelse af disse arter, i særdeleshed i perioder, hvor dyrene yngler, udviser yngelpleje, overvintrer eller vandrer
- Forsætlig ødelæggelse eller indsamling af æg i naturen
- Beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder

Der er fundet 13 arter, der er nævnt i bilag IV i undersøgelsesområdet.

FIGUR 10.2-6 De internationale, nationale og regionale planforhold i undersøgelsesområdet



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

Naturbeskyttelsesloven

I henhold til Naturbeskyttelseslovens § 3 må der ikke foretages ændringer i tilstanden af naturlige søer, hvis areal er på over 100 m², eller af vandløb der er udpeget som beskyttede. Ligeledes må der ikke foretages ændringer i tilstanden af heder, moser og lignende, strandenge og strandsumpe samt ferske enge og biologiske overdrev når sådanne naturtyper enkeltvis, tilsammen eller i forbindelse med søer, er større end 2.500 m² i sammenhængende areal.

I undersøgelsesområdet findes langstrakte områder med strandeng langs kysten, mange søer, flere vandløb og mindre områder med mose, eng og overdrev.

Andre planforhold

I henhold til skovloven gælder for det enkelte fredskovspligtige areal, at arealet skal holdes bevokset med træer, der danner, eller som inden for et rimeligt tidsrum vil danne, sluttet skov af højstammede træer

Byhave, Rødby Lystskov i Rødby, en skov i Saksfjed Inddæmning, en skov øst for Rødbyhavn samt flere bevoksninger i Rødby og Rødbyhavn er omfattet af fredskovspligt.

I området findes en fredning, der er lavet af hensyn til natur og landskab (Saksfjed Inddæmning og Hyllekrog). Fredningen beskytter fuglelivet, de botaniske værdier og landskabet.

I undersøgelsesområdet er der fundet otte paddearter, to krybdyrarter, seks flagermusarter samt fem plantearter, der er fredede.

I Lolland Kommunes kommuneplan 2010 - 2022 nævnes tre retningslinjer (økologiske forbindelser, særlige lokale naturområder og skovrejsningsområder), der gælder for delområder inden for undersøgelsesområdet.

Rødlisten

Den danske rødliste (DMU 2011) er en fortegnelse over de danske plante- og dyrearter, der er i risiko for at uddø. Listens retningslinjer er udarbejdet af den internationale naturbeskyttelsesorganisation, IUCN. I undersøgelsesområdet er der flere nationalt rødlistede arter.

Eksisterende forhold

Lokaliteter

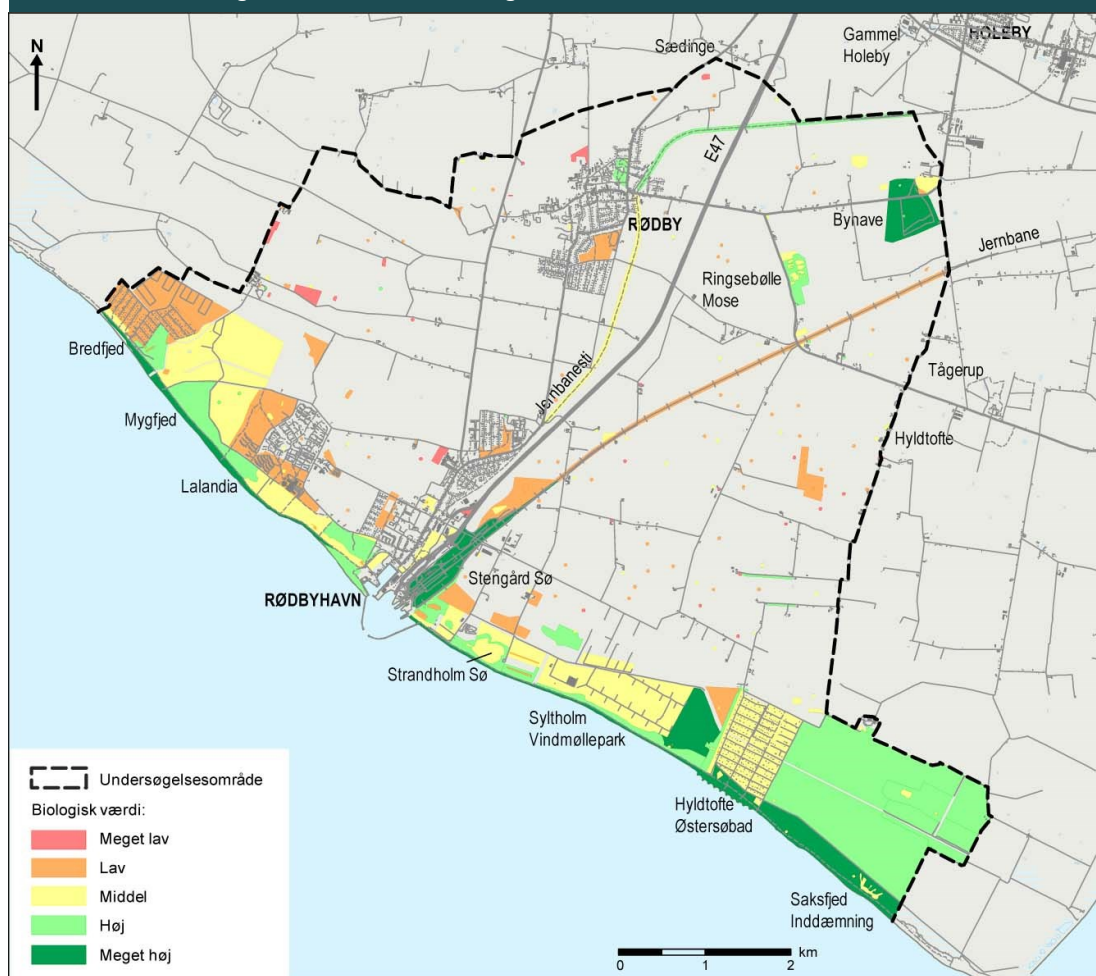
Der er kortlagt ni lokaliteter med meget høj biologisk værdi i undersøgelsesområdet. Se figur 10.2-7, hvor alle disse lokaliteter er markeret med mørk grøn farve.

Det drejer sig bl.a. om jernbaneterrænet i Rødbyhavn, som er levested for bilag IV-arten natlyssværmer og en række sjældne arter af insekter, som ikke findes andre steder i Danmark, og lokaliteten vurderes derfor at have værdi på nationalt plan. Insekterne findes på jernbaneterrænet på grund af det specielle mikroklima, som dannes på grund af skærverne udlagt på overfladen, dels anvendes jernbanesvellerne. Jernbaneterrænet anvendes kun ekstensivt, og en begyndende tilvoksning bl.a. af havtorn spreder sig.

På kystdiget både øst og vest for Rødbyhavn (fire delområder) findes § 3 naturtypen strandeng (undertypen strandoverdrev), og diget er levested for sjældne plantearter som klæbrig limurt og ager-kohvede samt flere arter af sommerfugle. På trods af afbrydelsen ved Rødbyhavn er diget vigtigt for spredning af planter og dyr på regionalt niveau.

I den østlige del af området (umiddelbart vest for Hyltøfte Østersøbad) findes et engområde med en meget stor bestand af den rødlistede orkidé bakke-gøgelilje (muligvis den største bestand i Danmark og vurderes derfor af national betydning). Syd for sommerhusområdet findes fugtige strandengsområder med sjældnere arter, såsom vild selleri og slangetunge. Længere mod øst ligger værdifulde våde og tørre områder umiddelbart bag diget i Saksfjed Inddæmning, hvor der også vokser bakke-gøgelilje, strand-siv og mark-tusindgylden. Områderne i Saksfjed Inddæmning er udpeget som både habitat- og fuglebeskyttelsesområde og er et regionalt kerneområde for sjældne planter, svampe, fugle, padder og insekter. Endelig ligger i den nordlige del af undersøgelsesområdet en ældre løvskov (Byhave), der er et lokalt vigtigt levested for bl.a. padder og flagermus.

FIGUR 10.2-7 Biologisk værdi af de undersøgte lokaliteter



Der er kortlagt 33 lokaliteter med høj biologisk værdi. Se figur 10.2-7, hvor alle disse lokaliteter er markeret med lys grøn farve.

De fleste af områderne er kort beskrevet nedenfor. For en grundigere redegørelse med præcis placering af lokaliteterne henvises til baggrundsrapporten.

Jernbanestien nord for Rødby danner en lokal spredningskorridor med bestande af den regionalt rødlistede plante pile-alant samt f.eks. merian og smalbladet klokke.

I et område ved Bredfjed, vokser der ager-kohvede og bakke-nellike, og ved Mygfjed med fyrrebevoksninger og åbne områder med bl.a. strand-kvan og kongebregne samt et muligt ynglepar af rødrygget tornskade.

Umiddelbart vest for Rødbyhavn findes et ældre klitområde, hvor der bl.a. vokser en stor bestand af ager-kohvede og flere rødlistede svampe. Bag klitområdet findes et varieret område med buskads og mere åbne områder. Her lever bl.a. den rødlistede sommerfugl, spættet bredpande samt grønbroget tudse og spidssnudet frø.

Umiddelbart øst for Rødbyhavn findes et skovområde, der har lokal værdi for bl.a. flagermus, insekter, padder og fugle. Øst for skoven findes en sø med en stor bestand af grønbroget tudse og ynglende lille præstekrave.

Området omkring Strandholm Sø der er voksested for en række sjældnere planter som majgøgeurt, klæbrig limurt, slangetunge og soløje-alant samt levested for to rødlistede løbebiller.

Nordvest for Syltholm Vindmøllepark findes et engareal, der i våde forår er levested for bl.a. springfrø, grønbroget tudse, vibe samt den rødlistede atlingand (NT).

Langs kysten vest for sommerhusområdet Hyldtofte Østersøbad, findes et langstrakt klithede-område, der er en regionalt sjælden naturtype, der er domineret af rensdyrlaver og bægerlaver, men kun med relativt få karplanter. Mod øst er området levested for to rødlistede løbebiller samt to arter af myreløver.

Vest for sommerhusområdet Hyldtofte Østersøbad findes et dige med bagvedliggende vådområde, der er levested for spidssnudet frø, stor vandsalamander og springfrø.

I Ringsebølle Mose vokser arter som kødfarvet gøgeurt, merian og trævlekrone samt mossen stor vortetand (*Oxyrrhyncium speciosum*). Området er herudover værdifuldt for guldsmede og fugle og som rastelokalitet for padder. Den rødlistede sommerfugl det hvide w (EN) blev også observeret.

Endelig er flere dellokaliteter i Saksfjed Inddæmning vurderet at have høj værdi.

Områder med middel biologisk værdi er især udyrkede arealer i de kystnære områder. På grund af den sandede jord, på den tidligere havbund, indvandrer der relativt hurtigt en relativt interessant flora. Herudover er der en række søer og mindre, relativt isolerede vådområder og skove samt den gamle jernbanesti mellem Rødbyhavn og Rødby. Lokaliteterne har nogen naturmæssig værdi, men der er ikke fundet særlige eller sjældne arter.

Områder med lav værdi er mindre plantager og andre udyrkede arealer samt mergelgrave isoleret på marker, der kun har begrænset værdi for padder.

Områder med meget lav værdi, er områder der er undersøgt, men som er stort set uden biologisk værdi, f.eks. fejlregistrerede § 3 områder, og små, delvist fældede beplantninger.

Strengt beskyttede arter (bilag IV-arter)

Der er fundet 13 strengt beskyttede arter, som er omfattet af habitatdirektivets bilag IV: Seks padder (stor vandsalamander, grønbroget tudse, spidssnudet frø, springfrø, løgfrø og strandtudse), en natsommerfugl (natlyssværmer) og seks flagermus (vandflagermus, troidflagermus, pipistrellflagermus, dværgflagermus, brunflagermus og sydflagermus). Ud over disse arter, som blev fundet under feltarbejdet, er der rapporteret om bredøret flagermus og markfirben i undersøgelsesområdet. Markfirben har dog ikke kunne verificeres.

Stor vandsalamander er fundet i det meste af undersøgelsesområdet, mens springfrø især er tilknyttet vandhuller på marker nær løvskov. Grønbroget tudse er fundet flere steder og med den største bestand i et vandhul øst for Rødbyhavn (figur 10.2-8). Løgfrø findes i tre vandhuller vest for Lalandia, strandtudse i et vandhul samme sted, mens spidssnudet frø især findes i området omkring Saksfjed Inddæmning og med enkelte fund omkring Rødbyhavn og Lalandia (figur 10.2-8). Undersøgelsesområdet ligger i den sydøstlige del af Danmark, en landsdel der rummer større bestande af en lang række paddearter, som er mere sjældne i resten af landet.

FIGUR 10.2-10 Områder med træer eller bygninger, der er potentielle rast- eller ynglelokaliteter for flagermus



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

Fugle

I undersøgelsesområdet er der fundet fire muligt ynglende eller trækkende fugle, som er opført på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I: Rørdrum, rødrygget tornskade, isfugl og rørhøg. Rørdrum og rørhøg er knyttet til rørskovene langs kysten, mens rødrygget tornskade formentlig yngler flere steder på strandensarealer langs kysten. Isfugl er registreret på en egnet yngleplads ved Hirbosøerne. Individuer af en række andre bilag I-arter trækker gennem undersøgelsesområdet, der dog ikke vurderes at have betydning som rast- eller yngleområde for arterne. De fundne ynglende arter er vist i figur 10.2-11.

FIGUR 10.2-12 Fund af rødlistede arter. De fundne rødlistede arter er planter, svampe, sommerfugle og løbebiller

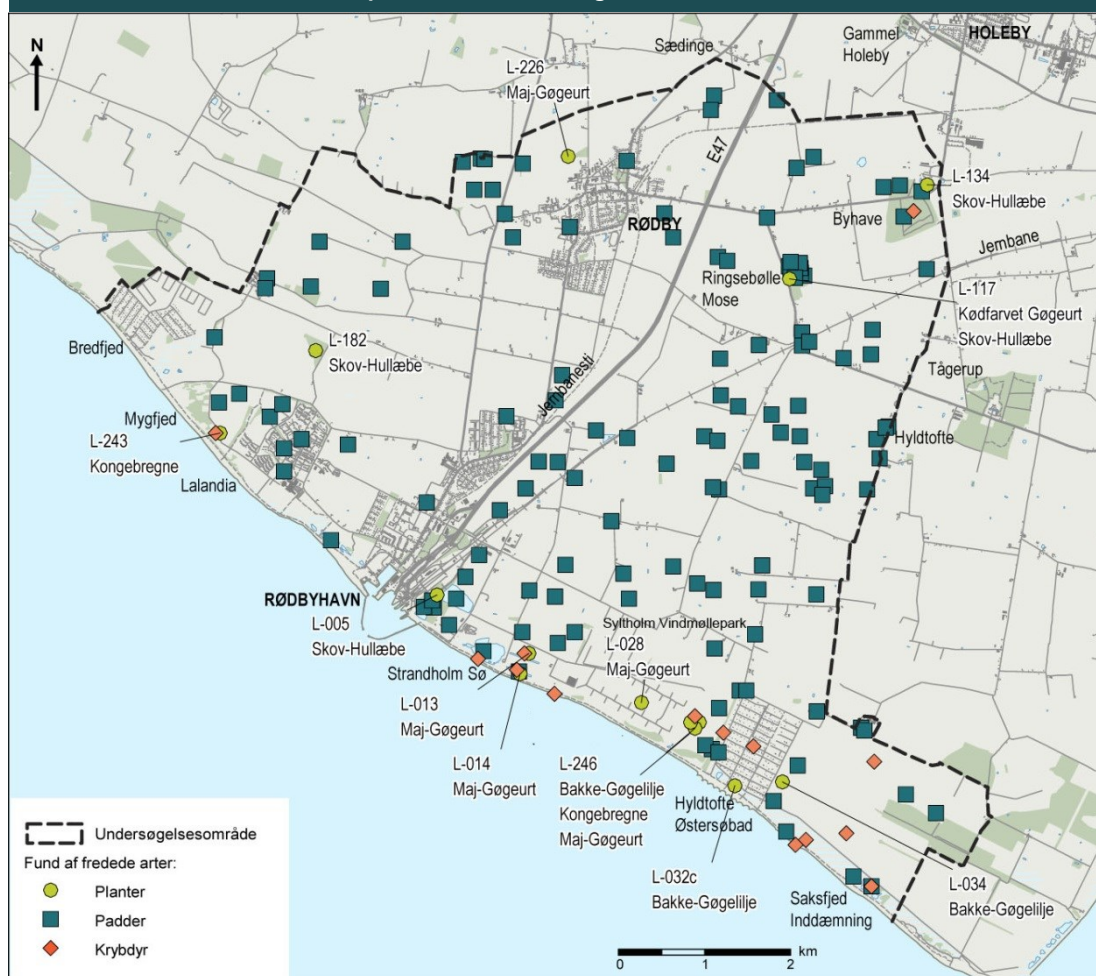


Fredede arter

Alle arter af padder og krybdyr er fredede. Udover arter omfattet af bilag IV, er lille vandsalamander, skrubbtudse samt grøn frø fundet i mange vandhuller i området, mens skovfirben især lever på diget.

Af fredede planter er kongebregne fundet langs diget både øst og vest for Rødbyhavn, mens fire orkidé-arter (alle orkidéer er fredede) har store populationer både langs kysten og længere inde i landet. Fund af fredede arter er vist på figur 10.2-13

FIGUR 10.2-13 Fund af fredede plantearter i undersøgelsesområdet



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

Øvrige arter

Alle fundne arter i de undersøgte grupper er registreret og indgår i kortlægningen og værdisætningen. Mange af de fundne arter er vidt udbredte, men der er også fundet sjældne arter udover de ovennævnte truede eller fredede. I alt blev der fundet 24 guldsmede-, 11 græshoppe-, 60 løbebille-, 31 dagsommerfugle- og to køllesværmer-, 200 svampe- 70 mos- og 19 rensdyrlavarter. Blandt de mest interessante fund er blåvinget steppegræshoppe, der lever på jernbaneterrænet i Rødbyhavn og ikke findes andre steder i Danmark, samt mossen tvedelt jomfruhår, der vokser på en eng mellem Syltholm Vindmøllepark og Hyldtofte Østersøbad. Herudover er et lille område bag diget med klithede, lige vest for Hyldtofte Østersøbad (beskrevet under lokaliteter med høj værdi) med 11 arter af rensdyrlaver vurderet at være en regionalt sjælden naturtype.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger for plante- og dyreliv omfatter:

- Motorvejen og jernbanen til Rødbyhavn, som fragmenterer området og medfører øget støj og næringstilførsel
- Færgerne, som medfører øget støj og næringstilførsel
- Rødbyhavn, som skaber en afbrydelse af diget og dermed mindsker dets værdi som spredningskorridor
- Forstyrrelse som følge af den rekreative brug af især de kystnære arealer

- Intensivt landbrug i store dele af området, som medfører fragmentering af levesteder for dyr og planter og tilførsel af næring og evt. pesticider til nærtliggende naturområder og vandforekomster
- Generelt få levende hegn, som kan tjene som ledelinjer for dyr langs landbrugsmarkerne
- Fravær af naturlige vandløb, da dræningshistorien betyder, at vandløbene er kunstigt gravede kanaler
- En baggrundsdeposition af kvælstof på 13,48 kg N/ha/år
- Bebyggelse i det kystnære område, som betyder arealinddragelse af områder, der ellers kunne udvikle sig til natur
- Fodring i forbindelse med fiskeri og jagt (ved andeudsætning i vandhuller)

Virningen af disse belastninger er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.2.4 Kulturarv og arkæologi

Afsnittet omhandler kortlægning af fredede og bevaringsværdige bygninger, fredede fortidsminder, beskyttede sten- og jorddiger, levende hegn og alléer, kirker og kirkeomgivelser, kulturmiljøer samt arkæologiske fund, lokaliteter og kulturarvsarealer.

Metode

Til kortlægningen af kulturarv og arkæologi er brugt oplysninger fra bl.a. Kulturstyrelsens to databaser "Fredede og Bevaringsværdige Bygninger" samt "Fund og Fortidsminder". Herudover er der indhentet informationer fra Lolland Kommune, Museum Lolland-Falster, Nationalmuseets topografiske arkiver samt relevant faglitteratur. Anvendt litteratur fremgår af miljøkortlægningsrapporten (COWI, 2013) Den generelle kulturhistoriske udvikling er blevet analyseret ud fra gamle kortblade. På baggrund af de indhentede informationer er de kulturhistoriske og arkæologiske områder og fund kortlagt. Der er blevet identificeret og prioriteret seks særligt værdifulde kulturmiljøer. Værdifulde kulturmiljøer er synlige kulturhistoriske sammenhænge, der er af betydning på lokalt og regionalt niveau. Kulturmiljøer er kendetegnet ved at være geografisk afgrænsede områder, som afspejler væsentlige træk af samfundets udvikling. Prioriteringen bygger på kulturmiljøernes historie, arkitektur, bevaringstilstand samt betydning for lokalområdet. For en mere detaljeret beskrivelse af metode henvises til miljøkortlægningsrapporten (COWI, 2013). Alle relevante lokaliteter og områder inden for undersøgelseskorridoren er undersøgt.

Planforhold og lovgivning

De plan- og lovgivningsmæssige bindinger, der har relevans for områdets kulturhistoriske værdier, er dels gældende lovgivning og dels Lolland Kommunes retningslinjer.

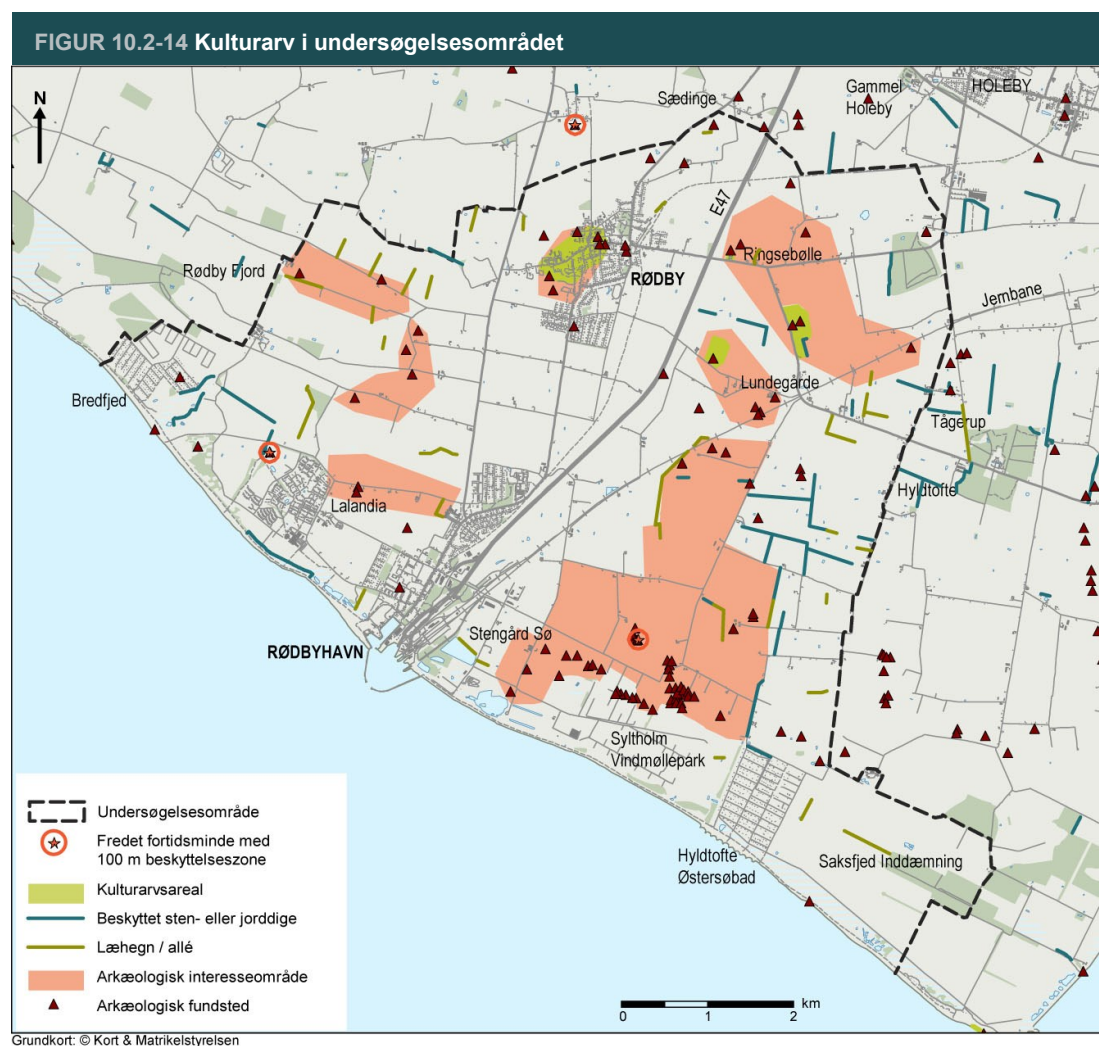
Fredede fortidsminder, såsom gravhøje, skanser og ruiner, er beskyttede mod ændringer. Desuden er de fleste fredede fortidsminder omfattet af en 100 m beskyttelseslinje, inden for hvilken der ikke må foretages ændringer. Nogle bygninger inden for undersøgelsesområdet er fredede i henhold til Bygningsfredningsloven.

Flere bygninger i området er blevet tildelt en bevaringsværdi (SAVE-værdi) mellem 1 - 9, hvor 1 er den højeste værdi. Kun værdier mellem 1 - 4 markerer, at en bygning er bevaringsværdig.

Kulturarvsarealer indeholder en stor koncentration af skjulte fortidsminder og repræsenterer dermed væsentlige spor af menneskelig aktivitet i forhistorien og/eller middelalderen. Kulturarvsarealer er af national betydning, men er ikke fredede. De er udpeget af Kulturarvsstyrelsen i samarbejde med Museum Lolland-Falster.

Sten- og jorddiger er omfattet af museumslovens § 29a, som foreskriver, at der ikke må foretages ændringer i deres tilstand.

Kirker og kirkeomgivelserne er inden for 300 m afstand fra kirken beskyttet mod byggeri. Nogle er særligt vigtige og er derfor udvalgt som prioriterede kulturmiljøer ud fra deres historiske værdi og betydning for lokalområdet.



Eksisterende forhold

Historisk set er Lolland præget af landbrug. Husmandsbebyggelser, godser og herregårde, sten- og jorddiger samt levende hegn, der markerer mark- og ejendomsskel og er kulturhistoriske elementer, der viser, hvordan mennesket har levet af jorden og præget landskabet.

FIGUR 10.2-15 Det fredede fortidsminde, Hyldehøj, er omgivet af marker

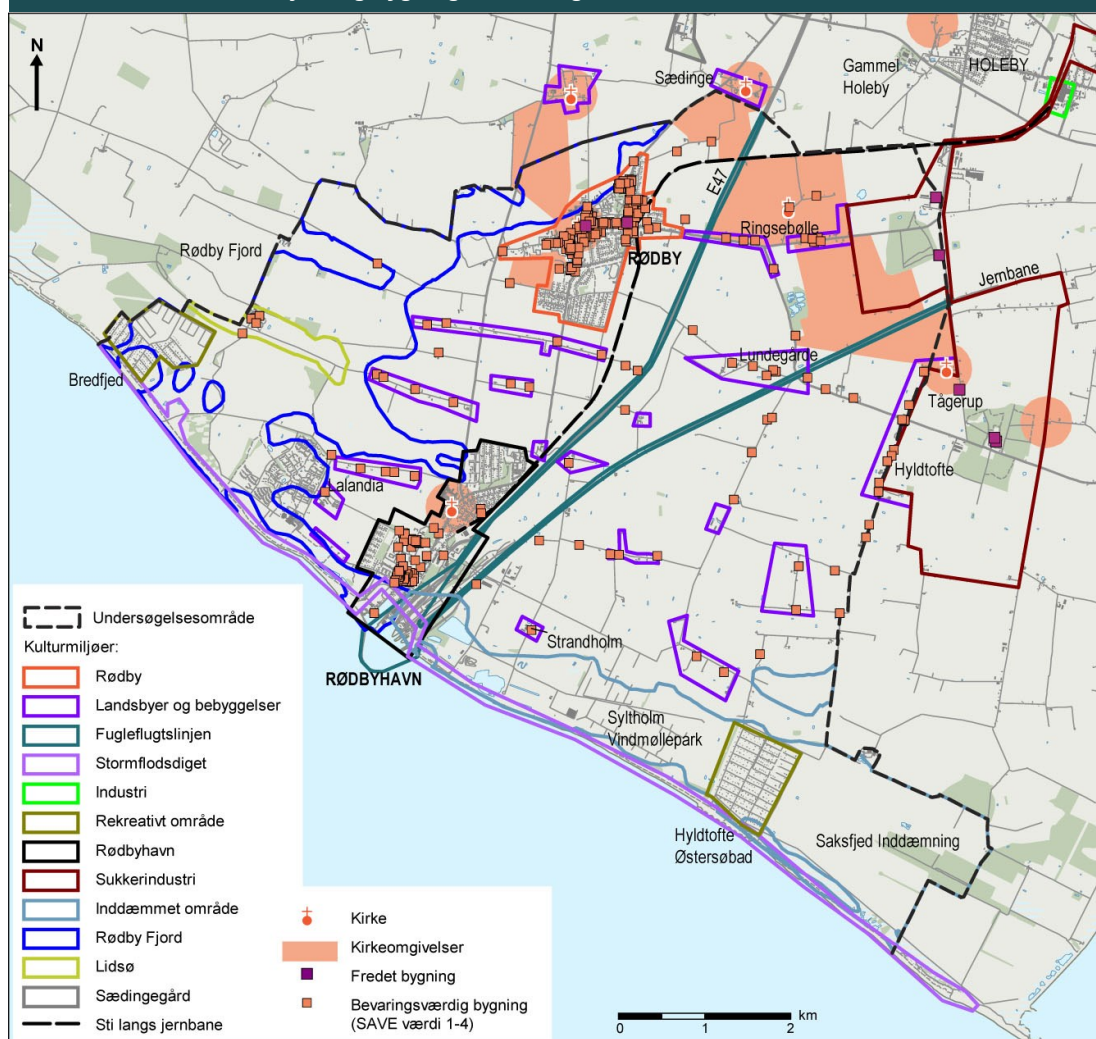


Der findes to fredede fortidsminder med beskyttelseslinjer i området: En skanse vest for Lalandia og Hyldehøj, som ligger nord for Syltholm Vindmøllepark og er en rundhøj med jættestue fra stenalderen.

I Rødby ved Ringsebølle Mose samt ved et område sydvest for mosen findes undersøgelsesområdets tre udpegede kulturarvsarealer.

De arkæologiske lokaliteter, som ikke er fredede, er steder med spor af menneskelig virksomhed og kan omfatte bopladser, grave og gravpladser, bygningsgrupper, konstruktioner, genstande mv. Der er registreret 95 arkæologiske fund i undersøgelsesområdet, både enkeltfund og større arealer, såsom oldtidsagre eller konturer efter volde.

FIGUR 10.2-16 Kulturmiljøer og bygninger af særlig kulturhistorisk interesse



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

I de udpegede arkæologiske interesseområder, er der gjort et eller flere fund, men det er usikkert, hvad der yderligere gemmer sig under jorden. F.eks. er der udpeget et stort arkæologisk interesseområde øst for jernbanen med bl.a. en fredet gravhøj og levn fra 30 mindre gravhøje fra bronze- eller jernalderen. Disse områder er dog alle dyrkede marker i dag.

Der er 355 bevaringsværdige bygninger inden for undersøgelsesområdet, hvoraf ni er fredede. Forskellen på en fredet bygning og en bevaringsværdig bygning er, at de fredede bygninger har særlige arkitektoniske eller kulturhistoriske kvaliteter af national betydning, mens de bevaringsværdige bygninger har regional eller lokal betydning. De fredede bygninger drejer sig om fem bygninger i Rødby, to af Højbygårds bygninger nordøst for Rødby (slutningen af 1600-tallet), Willers Gård (fra 1729) samt en magasinbygning (første halvdel af 1800-tallet) i Rødby. De sidstnævnte fire fredede bygninger indgår som en del af Sukkerindustriens kulturmiljø og en del af Rødbys kulturmiljø.

De fleste bevaringsværdige bygninger ligger i Rødby (144) og Rødbyhavn (73) og indgår i de udpegede kulturmiljøer. Andre ligger spredt i området. Nær kysten øst for Rødbyhavn ligger f.eks. gården Strandholm fra 1825. Stuehuset er bevaringsværdigt med SAVE-værdi 4. Der er 23 beskyttede sten- og jorddiger i området, langt størstedelen i den østligste del mellem Hyldtofte Østersøbad i syd og Højbygård i nord. Dertil kommer levende hegn, der i nogen grad er sammenfaldende med eller ligger i forlængelse af sten- og jorddigerne. De levende hegn er ikke beskyttet af lovgivningen, men kan være væsentlige for landskabets udtryk.

Der er kortlagt 29 kulturmiljøer i undersøgelsesområdet (figur 10.2-16), hvoraf seks er prioriterede kulturmiljøer, da de er vurderet som særligt værdifulde på lokalt eller regionalt niveau. Disse er Rødby som købstad og stationsby, fugleflugtslinjen, stormflodsdiget, Rødbyhavn, sukkerindustriens kulturmiljø samt Rødbyfjord med Lidsø.

FIGUR 10.2-17 Industrianlæg på havnen og færgeterminalen for Rødby-Puttgarden forbindelsen



Fugleflugtslinjen omfatter jernbanestrækningen og motorvejen, der samles ved færgehavnen i Rødbyhavn. Anlæggene i kulturmiljøet (f.eks. broerne over motorvej og jernbane samt færgeanlæggets bygninger) byder på en stor oplevelsesværdi, fordi de er opført i gennemført funktionalistisk stil, der er repræsentativ for sin tid og har regional kulturhistorisk værdi.

Stormflodsdiget blev opført efter 1872, hvor en ødelæggende stormflod ramte Lollands sydkyst. Diget er 4 m højt og 63 km langt og fremstår som et markant element i landskabet. Diget er et menneskeskabt element, der har ændret det naturlige landskab markant, og som spiller en væsentlig rolle for området historie og lokale identitetsværdi. Det værner fortsat mod oversvømmelser i det lavtliggende landskab bag diget.

Rødbyhavn er ca. 100 år gammel og opstod omkring skibsværftet med tilhørende arbejderboliger, funktionærboliger og industrielle bygninger. Den første havn blev bygget i 1908 på ydersiden af diget. I 1920'erne blev et mindre havnebassin gravet ind i landet. Den nuværende færgehavn blev bygget i 1962 - 1963. Der er 73 bevaringsværdige bygninger inden for kulturmiljøet Rødbyhavn, som vidner om forskellige faser i områdets udvikling.

De andre tre prioriterede kulturmiljøer vil ikke påvirkes af projektet og for en nærmere beskrivelse henvises derfor til miljøkortlægningen (COWI, 2013).

I undersøgelsesområdet ligger tre kirker med byggelinjer.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger for kulturarv omfatter:

- Generel udvikling i form af bebyggelse, anlæg af ny infrastruktur mv., der kan ændre den oprindelige funktion af et kulturmiljø og de tilknyttede bygninger, anlæg og strukturer
- Dræning og retablering af lavbundsområder, hvor der potentielt findes underjordiske fortidsminder

- Påvirkning af oplevelsen af kulturarven i form af støj og visuel uro tæt ved infrastrukturanlæg
- Virksomheden af disse belastninger er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.2.5 Friluftsliv

I dette kapitel kortlægges og beskrives udendørs aktiviteter, hvor formålet kan være såvel rekreation eller motion i undersøgelsesområdet.

Datagrundlag og metode

Forhold vedrørende friluftsliv er beskyttet gennem en række planmæssige og beskyttelsesmæssige bindinger. Oplysninger om disse er hentet fra Lolland Kommunes kommuneplan 2010 - 2022. De rekreative værdier er kortlagt og vurderet med inspiration fra oplevelsesværdikortlægningsmetoden (Caspersen og Olafsson, 2006) og er relevante på lokalt og regionalt niveau.

Planforhold

De væsentligste retningslinjer fra kommuneplanen om friluftsliv er gennemgået nedenfor.

Cykelstier

Der ønskes en udbygning og forbedring af cykelstier og sammenhæng mellem lokale, regionale og nationale cykelruter. Vigtige cykel- og vandreruter er "det lollandske dige" og vejen mellem Rødby og Rødbyhavn.

FIGUR 10.2-18 De planmæssige forhold vedrørende friluftsliv



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

Golfbaner

Der kan anlægges nye golfbaner. De skal helst ligge nær by- eller ferieområder og på arealer, der er mindre egnede til landbrug. En golfbane vest for Lalandia er nedlagt.

Lystbådehavn

Anlæg og byggeri på havnearealerne skal koordineres for at begrænse omfanget, og der skal tages størst muligt hensyn til den visuelle påvirkning af kysten og det eksisterende havnemiljø. I undersøgelsesområdet findes der 35 pladser til lystbåde, alle i Rødbyhavn.

Campingpladser

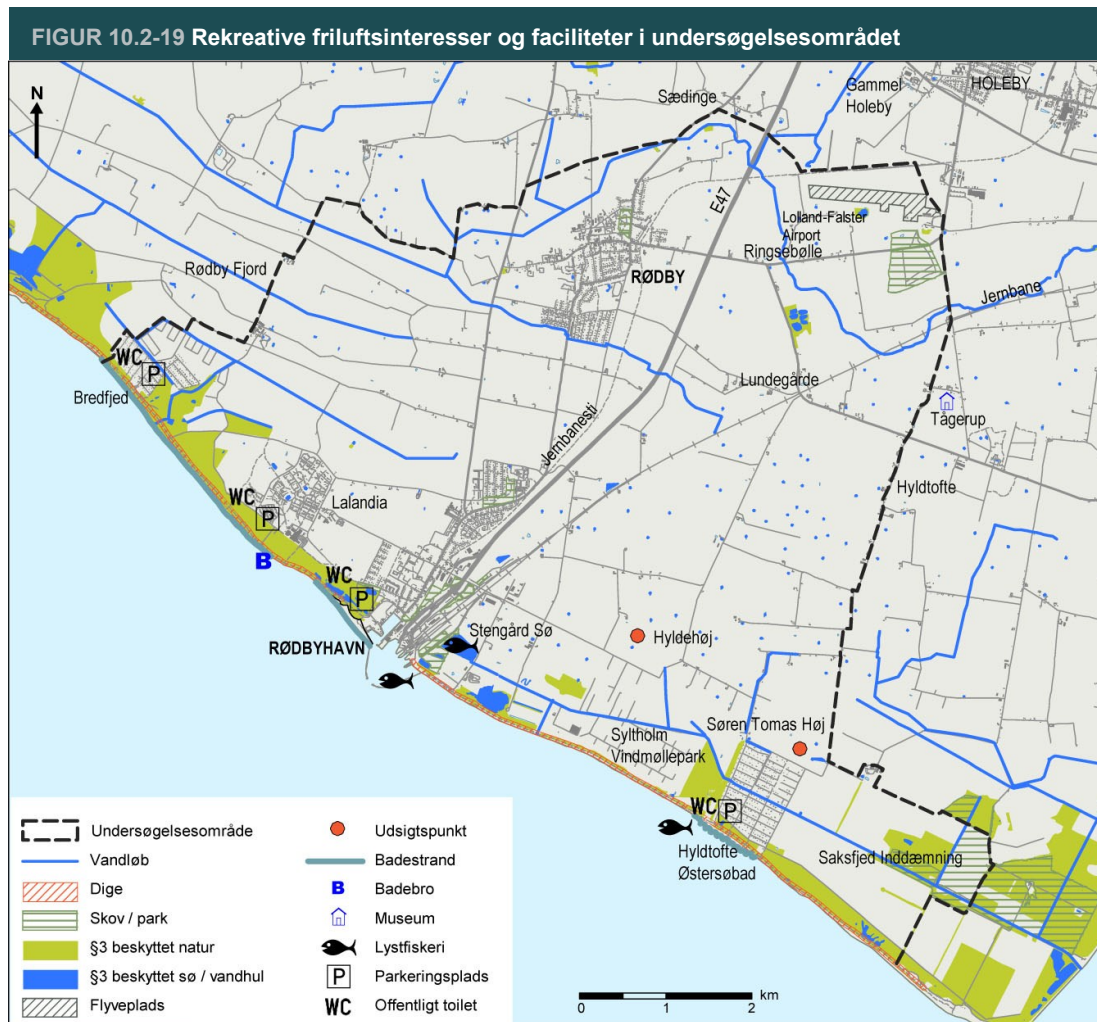
Det er tilladt at udvide eksisterende campingpladser, hvis ikke konkrete forhold taler imod det. Campingpladserne skal afskærmes mod det åbne land og eksisterende bebyggelse. Der findes en campingplads ved Rødby, og der er mulighed for at lave en ved Hyldtofte Østersøbad.

Friluftsområder

De eksisterende jordveje og stier i det åbne land skal bevares og udbygges, og adgangen til friluftsområder skal forbedres, hvor det ikke strider imod beskyttelseshensyn. Der kan etableres primitive lejrpladser, hvis det ikke generer lokalområdet, naturinteresserne og stedets fauna og flora. Der er udpeget et friluftsområde, der omfatter diget fra Rødbyhavn til Hyllekrog inkl. Hyldtofte Østersøbad. Der findes i dag primitive overnatningspladser i Rødby og Rødbyhavn.

Eksisterende forhold

Området er næsten fri for lysforurening, og på skyfrie nætter kan man opleve en klar stjernehimmel. Lysforurening i området stammer primært fra byområderne og motorvejen til Rødbyhavn, men er ikke væsentlig. Der er støj omkring motorvej, jernbane og færgehavn, mens resten af undersøgelsesområdet stort set ikke er påvirket af støj.



Området rummer en række friluftsmuligheder, der er opdelt i temaerne skov, udsigtsmuligheder, jagt og fiskeri, naturobservationer, kulturobservationer, bevægelse i naturen og rekreative faciliteter. Disse beskrives kort i det følgende.

Skov

Der findes kun få og små skove i området (Byhave syd for Lolland Falster Airport, Rødby Lystskov i Rødby, skovpartier i bl.a. Rødbyhavn samt et skovområde øst for Rødbyhavn), heraf er de to største private. Skoven Byhave, der er på 31 ha, ligger i den sydøstlige del af området, men er omgivet af landbrug og er derfor svært tilgængelig.

Udsigtsmuligheder

Der er kun få udsigtspunkter. Det væsentligste er kystdiget med en højde på 4 m, hvorfra der er en flot udsigt. Der findes to andre højdepunkter, gravhøjene Søren Thomas Høj og Hyldehøj, men disse er dækket af krat og skov og er ikke offentligt tilgængelige.

Jagt og fiskeri

Jagt og fiskeri er ikke kortlagt særskilt, da jagt er muligt i størstedelen af området, og fiskeri kan foregå langs det meste af kysten. Lystfiskeri i Femern Bælt foregår enten fra båd eller fra land (især ved de to moler ved Rødbyhavn og diget på den østlige mole). Jagt og lystfiskeri er yderligere omtalt i afsnittet om friluftsliv på havet. Desuden er der to fiskesøer (put and take) øst for Rødbyhavn med omkringliggende stier, borde, bænke og affaldsspande.

Naturobservationer

Der er flere muligheder for at opleve naturen i undersøgelsesområdet. Jernbaneterrænet er hjemsted for mange sjældne insekter, og langs diget findes mange paddearter og sjældne planter. Saksfjed Inddæmning er fredet og er en del af et større Natura 2000-område. Fugle kan observeres i hele området, især ved havnen i Rødbyhavn. Trækfugle observeres mest i den sydøstlige del af området.

Kulturobservationer

Hele kysten og det inddæmmede område er beskyttet af det 4 m høje og 63 km lange dige, der blev opført i slutningen af 1800-tallet. Mindsten og stormflodssten om stormfloden i 1872 findes i Rødby og i Mindelunden vest for Rødbyhavn. Også gravhøjene Søren Thomas Høj og Hyldehøj vidner om tidligere tiders aktivitet.

Bevægelse i naturen – stier

Der er mange stier i området, herunder diget, der benyttes til gå-, løbe- og cykelture, og jernbanestien, som er en 20 km lang sti på et nedlagt jernbanespor mellem Rødbyhavn og Maribo. Desuden forløber en friluftsrute, Munkeruten, gennem Rødby og Rødbyhavn.

Bevægelse i naturen - strand og hav

Der er kun få gode sandstrande, da det meste af kysten er kystsikret med kampesten, og der derfor ikke er sandstrand tilgængelig på hele strækningen. Det er dog muligt at bevæge sig tæt på kysten og havet ad de tidligere nævnte stier på diget. De to væsentligste strande ligger vest for Rødbyhavn og er børnevenlige med god badevandskvalitet og nærliggende faciliteter såsom stier, parkeringsmuligheder, toiletter, borde og bænke. Desuden er der en smal sandstrand ved Hyldehøj Østersøbad med toilet og parkeringsplads.

Der er flere rekreative områder ved kysten, herunder strandenge bag diget. Nogle er dog utilgængelige på grund af bevoksning som rørskov eller fugtig bund. Havet er tilgængeligt med sejlbåd, kajak mv. fra bl.a. Rødbyhavn.

Rekreative faciliteter

Den væsentligste turistattraktion i området er feriecenteret Lalandia med vandland og feriehus. Desuden er der tre sommerhusområder: Bredfjed mod nordvest, Hyldehøj Østersøbad mod sydøst og feriehusene i forbindelse med Lalandia mellem Bredfjed og Rødbyhavn. Der er også tre hoteller, en campingplads med 53 pladser (Rødby Lystskov Camping), flere primitive overnatningspladser, en lystbådehavn med 35 pladser beliggende i Rødbyhavn samt en gokartbane. I den nordøstlige del af undersøgelsesområdet findes den lokale flyveplads, Lolland-Falster Airport, hvor der er mulighed for svæveflyvning og faldskærmsudspring.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger for friluftsliv omfatter:

- Barrierevirkning fra infrastrukturanlæg (motorvej, jernbane)
- Trafik i kraft af støj og visuel dominans kan påvirke den rekreative oplevelse ved f.eks. strandene og den rekreative sti på diget

Virkningen af disse belastninger er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.2.6 Overfladevand og grundvand

Dette afsnit beskriver grundvand, vandløb og store søer i undersøgelsesområdet. Med store søer forstås søer, som har en specifik målsætning i vandplanen. Små søer, vandhuller og anden våd natur som moser og lignende er beskrevet ud fra et biologisk perspektiv i afsnit 10.2.3 Plante- og dyreliv.

Metode

Vandløb og søer er beskrevet på baggrund af den gældende vandplan inkl. dennes baggrundsmateriale, eksisterende data suppleret med observationer fra feltundersøgelser i 2009 og værdisætning foretaget i miljøkortlægningen (COWI, 2013).

Værdisætningen af de beskrevne vandløb og søer er foretaget på baggrund af eksisterende viden og feltobservationer. Værdisætningen dækker over den vurderede biologiske tilstand samt overfladekarakteristika som morfologi, bundsubstrat mv. For nærmere beskrivelse af metoden for miljøkortlægning henvises til miljøkortlægningsrapporten (COWI, 2013).

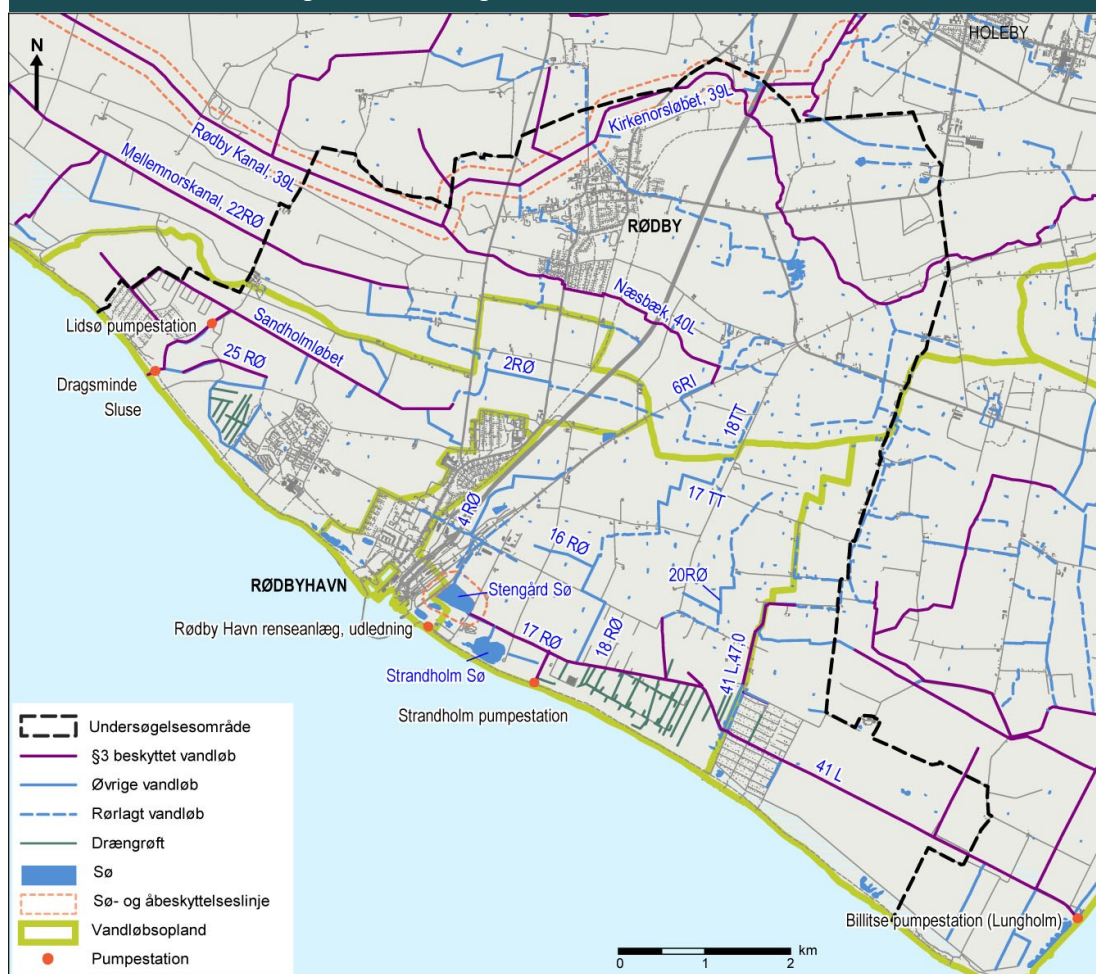
Beskrivelsen af grundvandsforholdene er baseret på gældende vandplan og på baggrundsrapport udarbejdet af Femern A/S (Femern 2010).

Planforhold

Større vandløb og søer samt grundvand og kystvande er omfattet af Naturstyrelsens Vandplan 2010 - 2015, Østersøen. Hovedvandopland 2.6. Vanddistrikt: Sjælland (Miljøministeriet, Naturstyrelsen 2013). Lolland Kommune er ansvarlig for at udarbejde den kommunale handleplan, der skal sikre gennemførelsen af dele af vandplanen.

I vandplanen er der en målsætning for økologisk og kemisk tilstand af vandløb, større søer og kystvande. Som hovedregel skal alle vandforekomster i vandplanen opnå mindst en "god økologisk tilstand" eller et "godt økologisk potentiale". For alle grundvandsforekomster er målet en "god kemisk tilstand" og en "god kvantitativ tilstand". Uanset målsætning må der ikke foretages ændringer, der forringer tilstanden og/eller hindrer opfyldelse af miljømålsætningen.

FIGUR 10.2-20 Vandløb og søer i undersøgelsesområdet



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

I henhold til § 3 i naturbeskyttelsesloven må der ikke foretages ændring i tilstanden af naturlige søer, hvis areal er på over 100 m², eller af vandløb eller dele af vandløb, der er udpeget som beskyttede. Kommunalbestyrelsen kan i særlige tilfælde gøre undtagelse fra bestemmelserne i § 3.

Ændringer i vandløb er desuden reguleret af vandløbsloven. I henhold til § 6 må ingen uden vandløbsmyndighedens tilladelse ændre vands naturlige afløb til anden ejendom eller hindre det naturlige afløb af vand fra højere liggende ejendomme. I henhold til § 17 må vandløb kun reguleres efter vandløbsmyndighedens bestemmelse og i henhold til § 47 må broer, overkørsler eller lignende ikke anlægges eller ændres uden vandløbsmyndighedens godkendelse

I vandplanen er der udpeget terrænnære, regionale og dybe grundvandsforekomster, og der er udpeget områder med drikkevandsinteresser eller særlige drikkevandsinteresser. Indvinding af vand og sænkning af grundvandet kræver tilladelse efter vandforsyningsloven, mindre sænkninger gør dog ikke.

Eksisterende forhold

En stor del af undersøgelsesområdet er inddæmmet og tørlagt fjordbund. Afvandingen går gennem et net af grøfter og via pumper ved kystdiget til Femern Bælt.

De betydeligste vandløb er fra tre vandløbssystemer, der alle afvander til pumpestationer. Vandløbene ligger inden for Strandholm Landvindingslag, Lidsø-Bindernæs Landvindingslag og Rødby Fjord (Kramnitse pumpestation). Vandløbene fremstår som grøfter.

En del vandløb er helt eller delvist rørlagte. De åbne vandløbs fysiske tilstand er påvirket af manglende fysiske variationer med ringe fald (og dermed lille vandgennemstrømning), kraftig vedligeholdelse mv. Vandkvaliteten og biodiversiteten er i baggrundsmaterialet til vandplanen angivet at være dårlig til medium.

De større vandløb inden for undersøgelsesområdet herunder Næsbæk 40L og vandløb 17RØ er § 3-beskyttede (figur 10.2-20).

Vandløb 39L (Kirkenorsløbet/Rødby Kanal), 22RØ (Mellemnorskanal), 41L samt tilløb til 39L ved Rødby er målsat til godt økologisk potentiale i vandplanen. Den økologiske tilstand i de nævnte vandløb er i vandplanen vurderet fra dårlig til moderat økologisk potentiale. De resterende vandløb inden for undersøgelsesområder indgår ikke i vandplanen, men af baggrundsmaterialet til vandplanen fremgår det, at Næsbæk (40L) har moderat økologisk tilstand/potentiale.

FIGUR 10.2-21 Vandløbet 17RØ bærer præg af at være gravet og kraftigt vedligeholdt

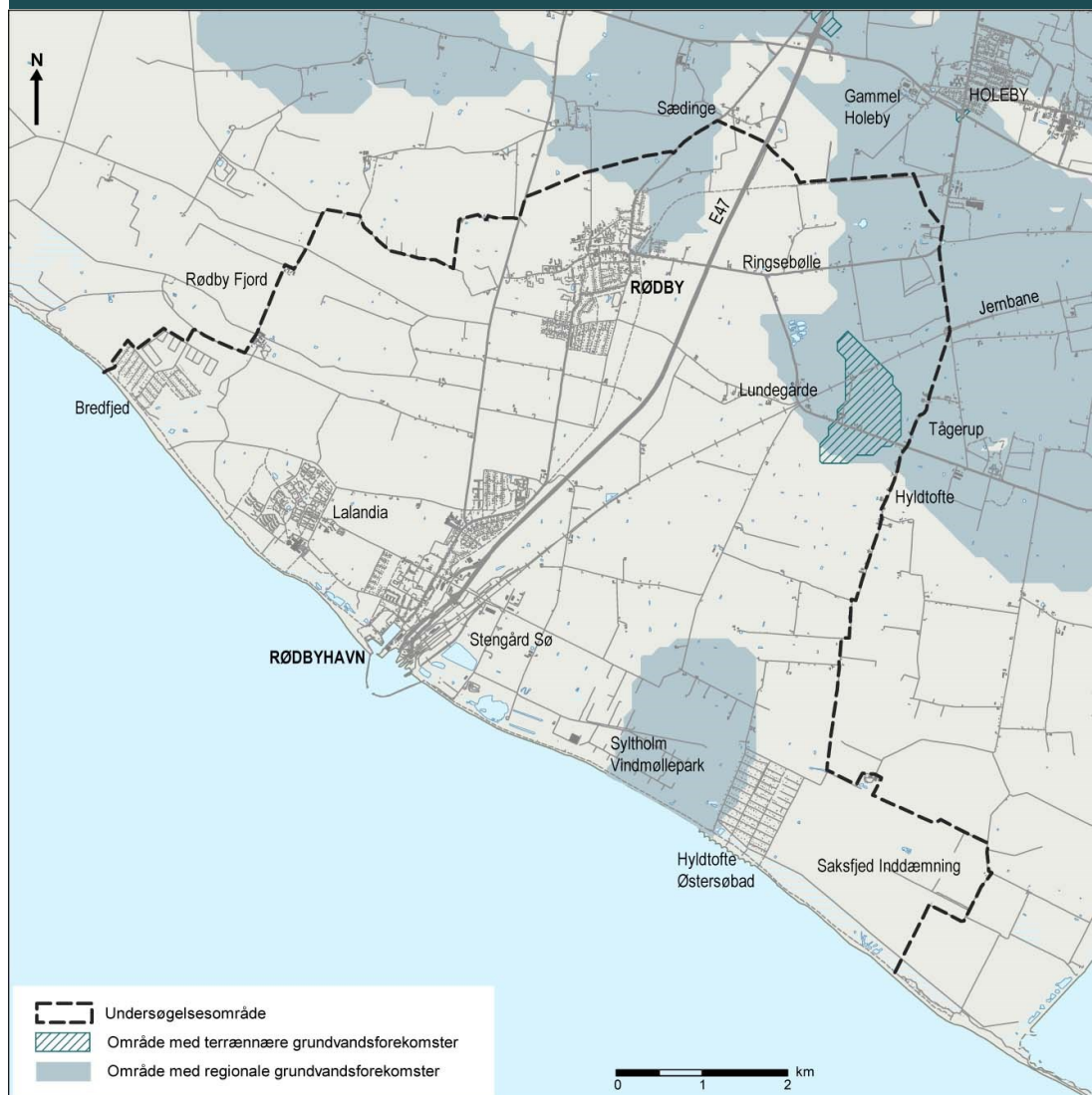


Næsbæk (L40) samt Sandholmløbet er vurderet at have middel værdi efter den projektspecifikke værdisætning. 41L, 17RØ, 4RØ og 2RØ er vurderet at have lav til middel værdi. De resterende udvalgte vandløb er vurderet at have en lav værdi.

Der er to store søer, Strandholm Sø og Stengård Sø, i undersøgelsesområdet. Begge søer indgår i vandplanen og er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3.

Stengård Sø er i vandplanen målsat god økologisk tilstand, men er vurderet kun at have ringe økologisk tilstand. Stengård Sø er vurderet at have lav værdi i henhold til den projektspecifikke værdisætning (COWI, 2013). Det er en kunstig sø, der er opstået ved råstofgravning i forbindelse med etableringen af havneanlægget i Rødbyhavn. Søen er på 7,3 ha og kendetegnet ved at være dyb med stejle kanter, få vandplanter og mange fisk. Strandholm Sø er i vandplanen målsat med god økologisk tilstand og det vurderes, at søen har opnået målopfyldelse. Strandholm Sø er vurderet til at have høj værdi i henhold til den projektspecifikke værdisætning. Søen har et areal på 8,2 ha. og blev anlagt som kunstig sø i forbindelse med opførelsen af diget (1873 – 1876) og udvidet i 1940 – 41 ved udgravning til motorvejsbyggeri. Søens vand er brakt med en salinitet på ca. 12 promille. Søen er klarvandet med en udbredt undervandsvegetation af bl.a. vandaksarter, kransnålalger og havgræs. Der er ikke konstateret bilag IV-arter, herunder padder i søen. Den høje salinitet medfører, at mange ferskvandsarter ikke kan leve i den, og den er præget af salt-tolerante arter.

FIGUR 10.2-22 Grundvandsforekomster udpeget i vandplanen i undersøgelsesområdet



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

Grundvand kan opdeles i de terrænnære forekomster, som har direkte kontakt til den våde natur, regionale forekomster, som har begrænset kontakt til overfladevand, samt dybe forekomster, som ikke har kontakt til overfladevand. Inden for undersøgelsesområdet er der kun udpeget få og perifere grundvandsforekomster i vandplanen. Der er ingen områder med særlige drikkevandsinteresser. En lille del af arealet mod nordøst har drikkevandsinteresser, men der indvindes ikke drikkevand i dag. Området er en del af Rødby vandværks forsyningsområde, og vandværket får sit grundvand fra Rødby/Fuglse-området længere vestpå.

Der findes terrænnært grundvand i et sandlag, som er aflejret på bunden af den tidligere fjord. Dette fremgår ikke af udpegningerne i vandplanen, men er tolket på basis af de mere detaljerede geotekniske undersøgelser i området (Femern A/S, 2010). Det terrænnære grundvand står i direkte kontakt med de våde naturtyper i området og holdes på et kunstigt niveau af drængrøfter og pumper.

FIGUR 10.2-23 Drikkevandsinteresser i undersøgelsesområdet



Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger for overfladevand og grundvand er vurderet at omfatte:

- Næringsstoffer
- Afstrømmende regnvand fra befæstede arealer til vandløb og Stengård Sø
- Ringe fysisk variation, ringe fald og hårdhændet vedligehold i vandløb
- Stejle brinker i søer
- Udsætning af fisk
- Næringsstoffer fra landbrug i terrænnært grundvand
- Reduceret grundvandsdannelse på grund af dræning

Virningen af disse er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.2.7 Luft og lokalklima

Dette afsnit omfatter luftkvaliteten og klimaet lokalt i undersøgelsesområdet på det sydlige Lolland i den eksisterende situation. For regionalt og globalt klima henvises til kapitel 19 Klimapåvirkninger og klimaændringer.

Den lokale luftkvalitet er betinget af regionale og helt lokale forhold vedrørende forurening og omrøring i de nederste luftstrømme. En god luftkvalitet er vigtig for menneskers trivsel og sundhed og for planter og dyreliv.

Menneskers trivsel og sundhed kan blive påvirket af luftens indhold af sundhedsskadelige stoffer. De skadelige stoffer kan medføre både langtidsvirkninger som kræft og hjertekarsygdomme og akutte virkninger som allergi og irritation af næse og luftveje.

Naturområder kan blive påvirket gennem forurening af luften med næringsstoffer og miljøfremmede stoffer. Stofferne kan ændre og forringe levesteder for planter og dyreliv.

Lokalklimaet er bestemt af de overordnede klimatiske forhold i regionen. Lokalt kan der være særlige forhold, som betinger lokal opvarmning eller afkøling af jordoverfladens plantedække via læ, turbulens og andre lokale vindforhold, skygge og refleksion mv. Lokalklimaet er vigtigt for menneskers trivsel og for planter og dyr.

Datagrundlag og metode

For at kunne sammenligne luftkvalitet og lokalklima med og uden en fast forbindelse er det valgt et fremskrive den nuværende situation til et såkaldt 0-alternativ. Dette sker i vurderingskapitlet (afsnit 13.6). Derfor er der i dette kapitel dels præsenteret relevante målinger, og endvidere listet de betydende kilder i området, der kan påvirke luftkvaliteten.

De primære kilder til lokal luftforurening (eksisterende belastninger) omfatter:

- Færgerne
- Emissioner fra trafik på Sydmotorvejen E47
- Emissioner fra trafik på øvrige primære veje i Rødbyhavn
- Rødbyhavn fjernvarme a.m.b.a. og andre små lokale varmeanlæg
- Skibstrafik igennem Femern Bælt

Baggrundsniveauet beskriver den luftkvalitet, der er i de lave atmosfæriske lag som følge af fjerntransport af luftforurening og uden væsentlige bidrag fra lokale kilder. Baggrundsniveau samt bidrag fra nye kilder er summeret for at vurdere, om gældende luftkvalitetskriterier overholdes.

Luftkvalitetens udvikling i Danmark følges gennem målinger, der suppleres med modelleringer. Målinger og modelleringerne udføres af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (tidligere Danmarks Miljøundersøgelse, DMU) på baggrund af Det landsdækkende overvågningsprogram (LMP) og baggrundsovervågningsprogrammet (BOP).

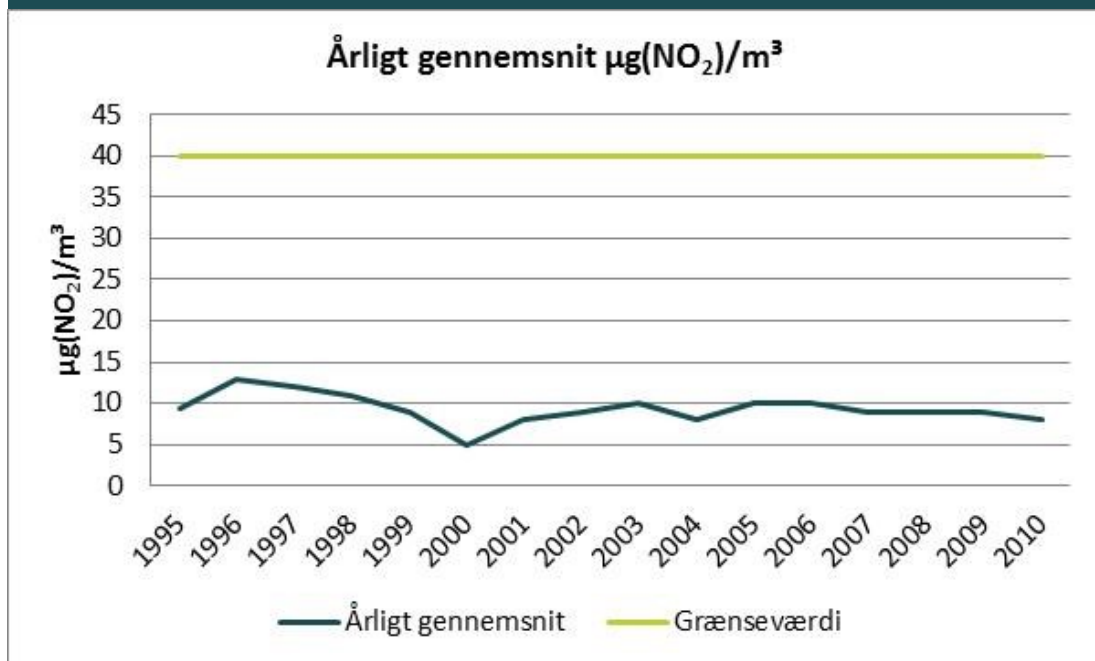
Målinger udført ved målestationerne ved Keldsnor på det sydlige Langeland, ved Lille Valby og i København er anvendt til at beskrive luftkvaliteten ved Rødbyhavn.

Målingerne fra Keldsnor vurderes at være de mest repræsentative for et baggrundsniveau ved Rødbyhavn. De øvrige målestationer er medtaget for at kvalificere vurderingen, og idet der ikke foreligger målinger for SO₂ og benzen.

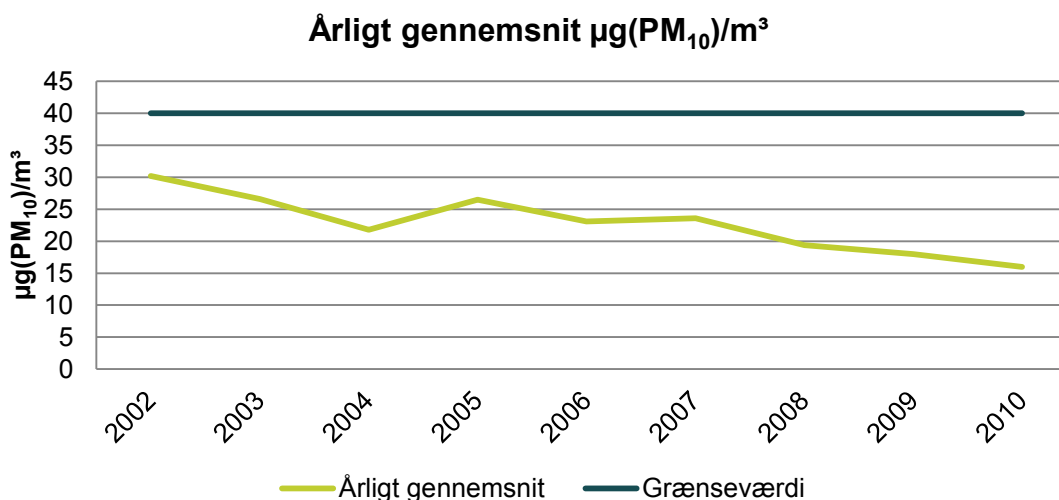
Eksisterende forhold

Data for målinger fra Keldsnor af NO₂ og PM₁₀ for årene 1995 - 2010 (DMU 2011) fremgår af figurene 10.24 og 10.25.

FIGUR 10.2-24 Måleresultater fra Keldsnor 1995 - 2010, årligt gennemsnit af NO₂ (µg(NO₂)/m³)



FIGUR 10.2-25 Måleresultat fra Keldsnor 2002 - 2010, årligt gennemsnit af PM₁₀ (µg(PM₁₀)/m³)



Som det fremgår af figurerne, ligger værdierne for partikler og NO₂ under de gældende grænseværdier i hele perioden.

Det årlige gennemsnit for NO₂ ligger på et stabilt niveau mellem 5 - 10 µg/m³.

Det årlige gennemsnit for PM₁₀ ligger mellem 20 - 30 µg/m³ og viser en let faldende tendens.

Niveauerne for NO₂ og PM₁₀ for målestationen ved Keldsnor afspejler et typisk niveau, fundet uden for de større byer.

Frem mod 2025 vil nye og skrappe krav til vejtrafik og skibstrafik betyde, at emissionen af forurenende stoffer til luften fra det enkelte køretøj og skib vil falde. Det gælder specielt med hensyn til partikler og NO₂. Samtidig forventes det dog, at trafikken vil stige, hvilket kan reducere den ellers positive tendens.

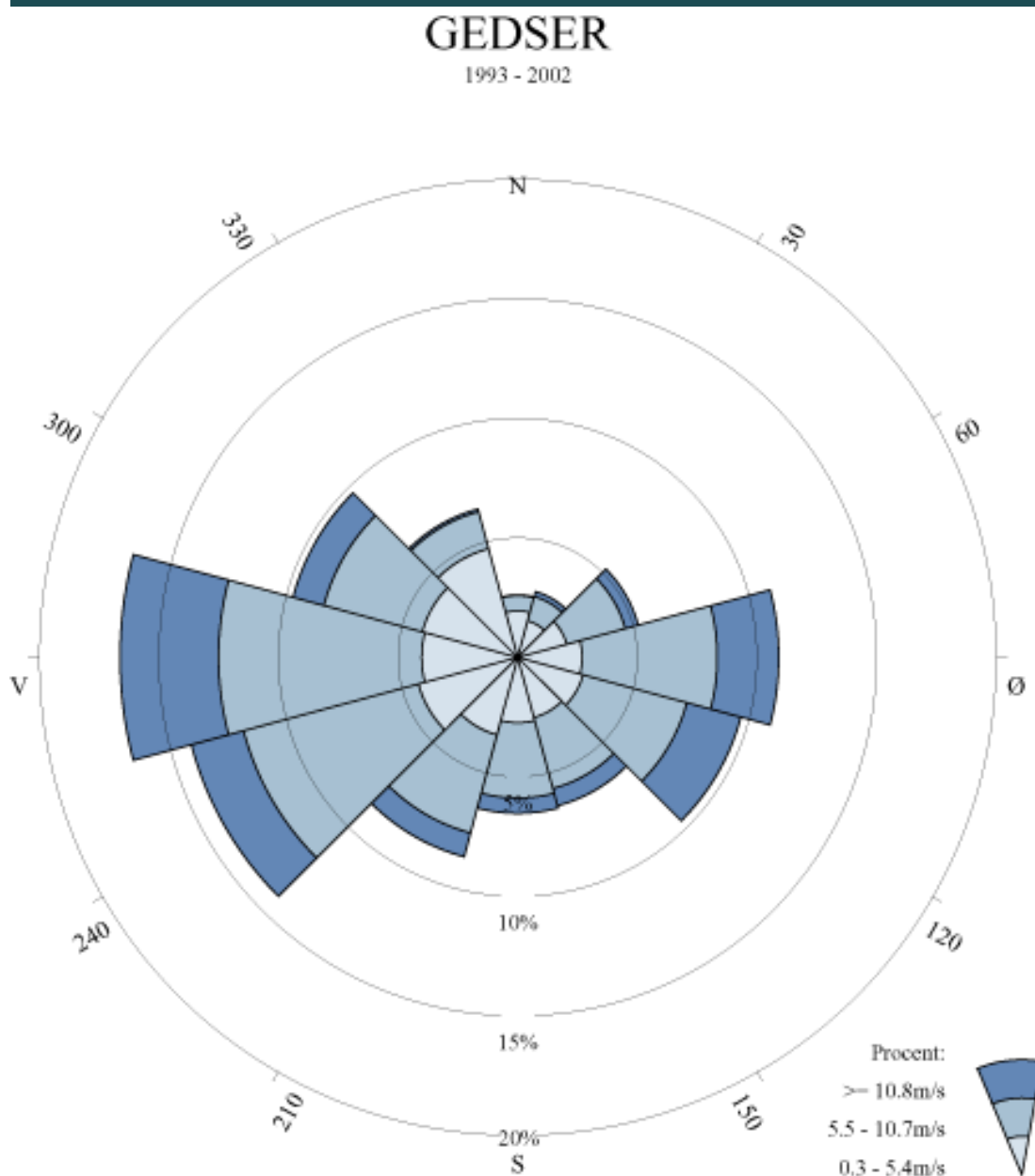
For benzen, svovldioxid og PM_{2,5}, der ikke er målinger for ved Keldsnor, er baggrundsniveauet baseret på målinger fra andre stationer i Danmark.

I spredningsberegninger er baggrundsniveauet for 2025 sat konservativt på basis af ovennævnte målinger (NO₂: 9 µg/m³, NO_x: 11 µg/m³, PM₁₀: 24 µg/m³, PM_{2,5}: 15 µg/m³, benzen: 1 µg/m³, SO₂: 3 µg/m³).

Lokalklima

Nærmeste station, som opsamler vind og vejrdata, ligger i Gedser på den sydlige spids af Falster.

FIGUR 10.2-26 Vindrose for Gedser baseret på vinddata fra 1993 - 2002

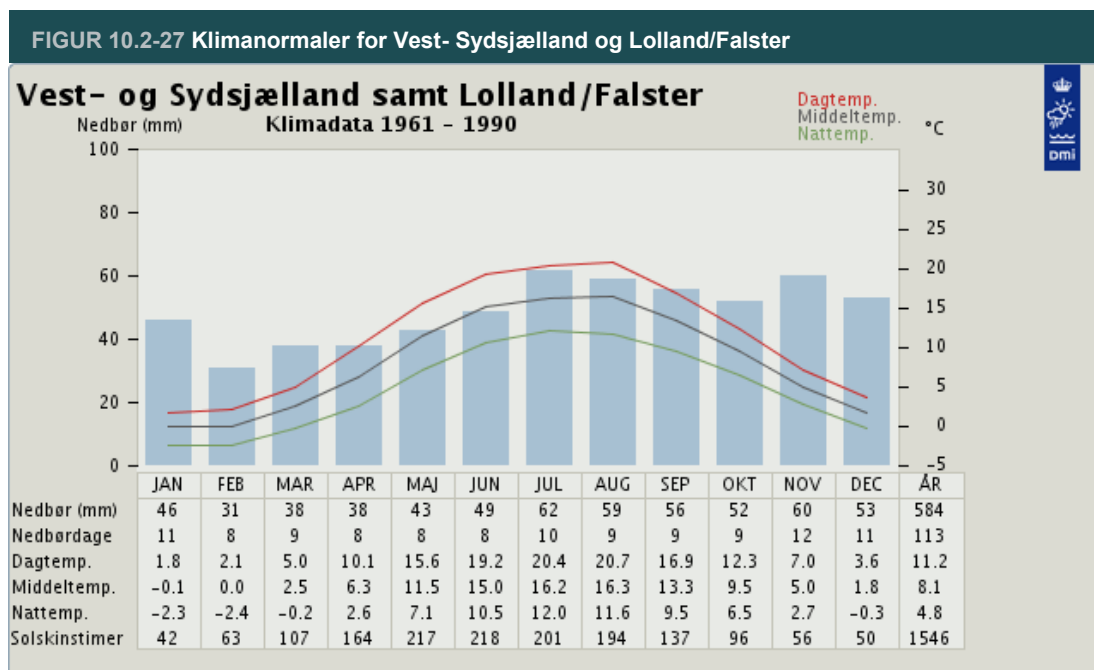


Kilde: DMI

Som det fremgår af vindrosen for Gedser (DMI 2012a), er de primære vindretninger i området vest og sydvest og herefter øst og sydøst.

Gennemsnitlig temperatur, nedbør og solskinstimer i årene 1961 - 1990 fremgår af figur 10.2-27 (DMI 2012b). Området er sammen med Bornholm kendetegnet ved at være det område i Danmark med flest solskinstimer og højest middeltemperatur. Yderligere har området i perioden den mindste gennemsnitlige årlige nedbørsmængde.

Der vurderes ikke at være særlige lokale forhold i 0-alternativet, som giver anledning til væsentlig anderledes lokale klimatiske forhold.



Kilde: DMI <http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/klimanormaler.htm>

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger for luft og klima omfatter:

- Diverse udledninger fra trafik (skibe, fly samt vejgående trafik), landbrug, industri, afbrænding og kraft- varmegærker

Virningen af disse er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.2.8 Støj og vibrationer

Dette afsnit omfatter en beskrivelse af de eksisterende kilder til støj og vibrationer på det sydlige Lolland. Da den eksisterende situation kun i ubetydelig grad forventes at ændres frem til 2025, er det valgt at sammenligne støj og vibrationer med og uden en fast forbindelse til et såkaldt 0-alternativ (år 2025). Dette sker i vurderingskapitlet (kapitel 13.7).

Derfor er der i dette kapitel alene listet de betydende kilder i området, der kan påvirke luftkvaliteten.

De primære kilder til støj og vibrationer (eksisterende belastninger) omfatter:

- Færgerne
- Støj fra trafik på Sydmotorvejen E47
- Støj fra trafik på øvrige primære veje i Rødbyhavn
- Støj og vibrationer fra jernbane

Desuden er der en række andre støjkluder i området. Øst for havnen ligger Syltholm vindmølleparker, industrianlæg og en gokartbane. På grænsen mellem de tidligere Rødby og Holeby kommuner ligger en flyveplads. De eksisterende anlæg er hovedsagelig reguleret gennem miljøgodkendelser. Deres støjbidrag er dog små i forhold til trafikstøjen og vil i øvrigt være stort set uændrede i fremtiden.

10.2.9 Materielle goder

Dette afsnit omfatter en kortlægning af tekniske anlæg, infrastruktur, råstoffer samt jordbrugsområder på det sydlige Lolland. Ledninger i jorden er ikke medtaget, da det ikke anses som et materielt gode, og jordførte ledninger (vand, sanitet, naturgas) desuden er behandlet som del af det tekniske projekt. Forurenede eller potentielt forurenede områder i undersøgelsesområdet er også beskrevet i dette afsnit.

Datagrundlag og metode

De materielle goder og forurenede jord er kortlagt ud fra oplysninger fra Lolland Kommuneplan 2010 - 2022, eksisterende litteratur samt databaserne Miljøportalen og Region Sjællands jordforureningskort. Der henvises til miljøkortlægningsrapporten (COWI, 2013) for en nærmere gennemgang af metodegrundlaget. De materielle goder er hovedsagelig af lokal værdi.

Planforhold

Flyvepladser, vindmøller, forsyningsforbindelser, industrianlæg, forurenede jord samt råstofindvinding er omtalt i kommuneplanen. Da omtalen primært handler om krav til fremtidig placering og opførelse af nye anlæg, er retningslinjerne ikke angivet her. I et landsplandirektiv fra 1979 er der udlagt område til fremtidig placering af gasledninger. Da arealreservationen ikke er udnyttet, er den ikke medtaget som materielt gode.

Eksisterende forhold

Inden for undersøgelsesområdet findes en motorvejs- og jernbaneforbindelse, flyveplads, vindmøller, højspændingsledninger, industrianlæg, rensningsanlæg samt fire pumpestationer. Der er desuden landbrugsjord med høj bonitet (dyrkningsværdi) samt en kendt forekomst af bentonit. Endelig er der flere forurenede eller potentielt forurenede arealer inden for undersøgelsesområdet.

Motorvejen og jernbanen gennemskærer området og ender i Rødbyhavn, hvor der er færgenhavn med forbindelse til Tyskland. Selve Rødbyhavn er en forholdsvis ny havn (anlagt for ca. 100 år siden), og den består af flere forskellige bygningstyper af forskellig alder. I 1924 nedlagdes et stort skibsværft, og disse bygninger er siden blevet omdannet til institutionen Rødbygård/Kofoedsminde samtidig med, at en række nye bygninger til brug herfor blev bygget. Selve havneanlægget bærer tydeligt præg af at være en industrihavn med siloer og lagerbygninger. I starten af 1960'erne blev havneanlægget udbygget således, at kapaciteten for bil – og togtrafik blev udvidet i forbindelse med etableringen af færgeruten Rødby-Puttgarden. Desuden fungerer havnen som både fiskeri – og erhvervshavn. Disse infrastrukturanlæg er af regional værdi.

Flyvepladsen, Lolland Falster Airport, ligger i den nordøstlige del af undersøgelsesområdet og drives af Lolland og Guldborgsund Kommuner. Ved sydkysten findes Syltholm Vindmøllepark, der udgøres af 35 vindmøller på 40 - 45 m's højde. 25 af møllerne drives af DONG energy og giver en årlig energiproduktion på ca. 42.000 MWh (SEAS-NVE 2011). De resterende møller ejes enkeltvist af privatpersoner eller interessentskaber.

FIGUR 10.2-28 Undersøgelsesområdets materielle goder samt kortlagte og potentielt forurenede grunde



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

Industrianlægget BG Elements, der bl.a. producerer jernbetonpæle, og jordrensningsanlægget RGS 90 ligger begge nær kysten mellem Rødbyhavn og vindmølleparken. I samme område ligger industrianlægget Klimafisk, der ikke er i drift. Der er to rensningsanlæg, et øst for Rødbyhavn og et ved Hyldtofte Østersøbad. Langs diget findes pumpestationer, der afvander de inddæmmede områder.

I størstedelen af området findes leret jord, som er velegnet til landbrug. De inddæmmede områder med tidligere fjord- og havbund er mindre velegnede til landbrug, men har natur- og landskabsmæssig værdi. I den østlige del af området er der forekomster af bentonit (en lerart, der bruges i byggeri) i dybder mellem 13 - 26 m. Forekomsten er udpeget som potentielt råstofvindingsområde, men bentonitforekomsten ved Rødby udvindes ikke i dag. Ifølge Råstofplan for Region Sjælland er en ny og mindre afgrænsning af råstofvindingsområdet i høring.

Kommunen har udpeget arealer, hvor jorden er klassificeret som potentielt forurenede. Det drejer sig om de ældre dele af byerne Rødbyhavn og Rødby samt industriområderne omkring havneanlægget ved Rødbyhavn og området øst herfor. Herudover er der udpeget og kortlagt lokaliteter på såkaldt vidensniveau 1 og 2 (V1 og V2). V2-lokaliteter har dokumenteret forurening, mens der på V1-lokaliteter er risiko for forurening.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger for materielle goder omfatter:

- De potentielt forurenende aktiviteter, der foregår inden for det områdeklassificerede areal

- Jordpakning i jordbrugsområder

Virkningen af disse belastninger er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.2.10 Befolkning og sundhed

Dette afsnit beskriver boligområder, rekreative områder inden for bygrænser, erhvervsstrukturer og beskæftigelse fordelt på forskellige sektorer samt sundhed for mennesker i undersøgelsesområdet på det sydlige Lolland.

Datagrundlag og metode

Beskrivelsen af de eksisterende forhold bygger på publikationer, statistik samt demografiske undersøgelser. Materialet er bl.a. indhentet fra Danmarks Statistik, Lolland - og Guldborgsund kommuner, Indenrigs- og Socialministeriet, Ministeriet for Sundhed og Forebyggelse og Statens Institut for Folkesundhed.

Der findes som hovedregel ikke data med samme afgrænsning som undersøgelsesområdet. Derfor bruges data på kommuneniveau.

For en mere nuanceret beskrivelse af metodegrundlag henvises til miljøkortlægningsrapporten (COWI, 2013).

Planforhold

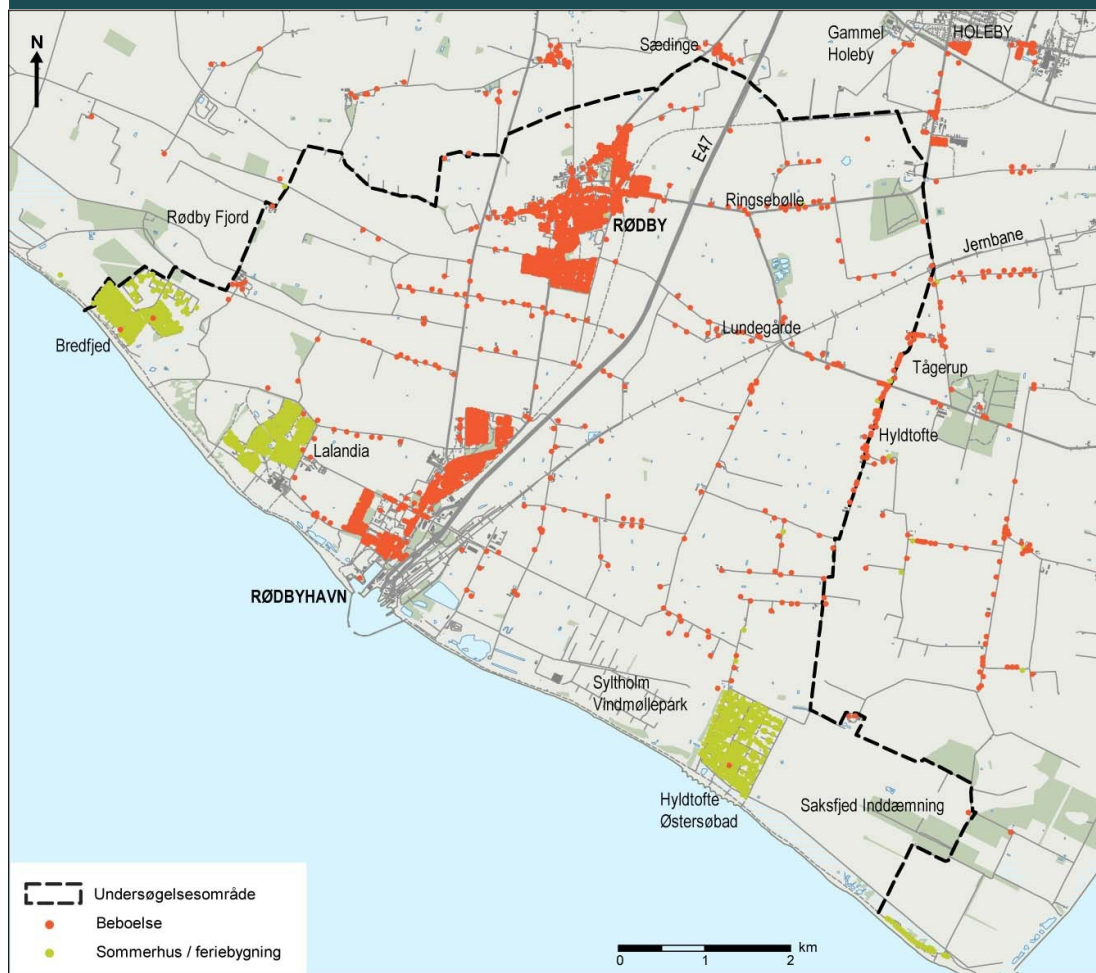
Planforhold, der vurderes relevante for befolkningen, er reguleret gennem kommuneplanen for Lolland og lokalplaner. De kommuneplanrammer, der er gældende i undersøgelsesområdet, dækker boligområder, blandet bolig og erhverv, erhvervsområder, rekreative områder, sommerhusområder, offentlige bygningsområder samt tekniske anlæg. Herudover er medtaget områder, som er en vision for 2030, nemlig fremtidige boligområder, fremtidige erhvervsområder, fremtidigt rekreative områder og fremtidige områder, som er udlagt til turisme. Desuden er der i kommuneplanen for 2010 - 2022 reserveret et areal øst for Rødbyhavn til Femern Bælt-forbindelsen.

Eksisterende forhold

Undersøgelsesområdet ligger i Lolland Kommune, som har ca. 50.000 indbyggere. Cirka 70 pct. af befolkningen bor i byområderne, og cirka 30 pct. bor på landet. Kommunen er tyndt befolket og har gennem de senere år oplevet en betydelig affolkning, særligt af unge.

Størstedelen af befolkningen i undersøgelsesområdet bor i de to mindre byer Rødby og Rødbyhavn med henholdsvis ca. 2.200 og 1.800 indbyggere. Nærmeste større by er Maribo med 6.000 indbyggere, 13 km fra Rødby. Herudover er der tre sommerhusområder, hvor Lalandia er det største. Beboelser i området er vist på figur 10.2-29.

FIGUR 10.2-29 Beboelser og sommerhuse i undersøgelsesområdet



Grundkort: © Kort & Matrikelstyrelsen

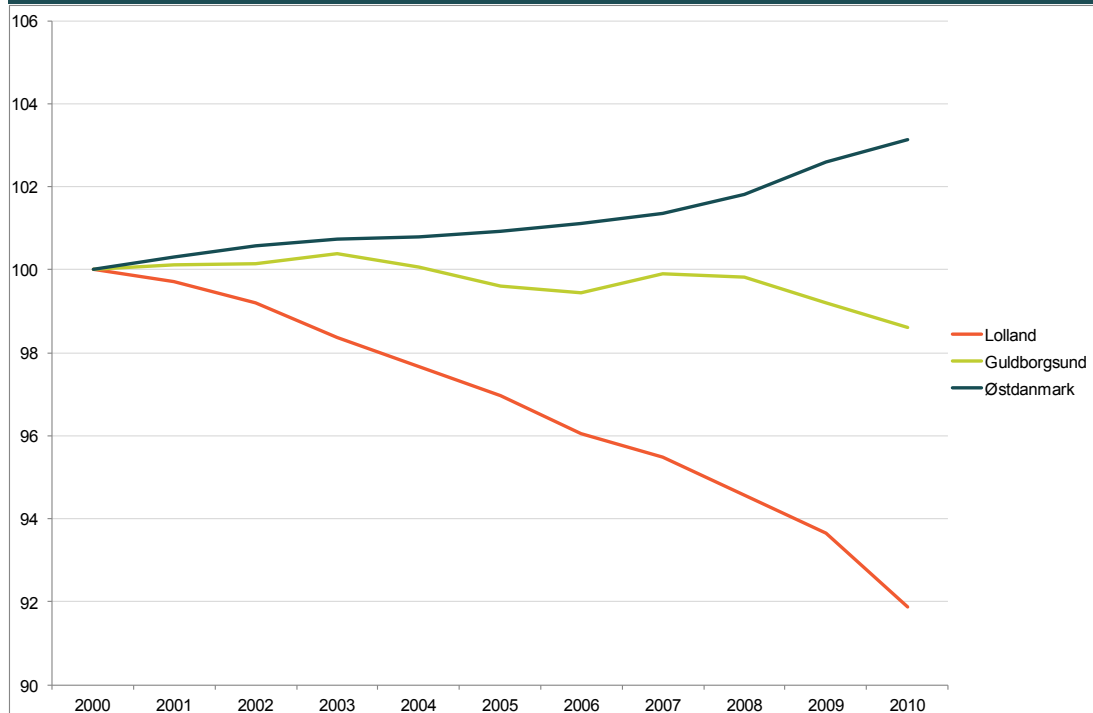
Kilde: Bygnings- og boligregistret

Demografi

Sammenlignet med Østdanmark som helhed er en mindre andel af befolkningen i kommunen i den erhvervsaktive alder (16 - 66 år), og der er ligeledes relativt flere ældre og færre unge end gennemsnittet i Østdanmark.

Lolland Kommune har i perioden 2000 - 2010 oplevet et fald i indbyggerantal på ca. 4.000 svarende til en nedgang på 8 pct. For at perspektivere dette fald viser nedenstående indeks befolkningsudviklingen for henholdsvis Lolland, Guldborgsund samt Østdanmark, (som dækker Region Hovedstaden og Region Sjælland).

FIGUR 10.2-30 Befolkningsudvikling (16 - 66 år) i perioden 2000 - 2010



Note: År 2000 = indeks 100

Ifølge befolkningsfremskrivningen for Lolland Kommune vil antallet af indbyggere i den erhvervsaktive alder falde yderligere i nærmeste fremtid, mens antallet af ældre indbyggere vil fortsætte med at stige.

Erhvervsstruktur

Erhvervsstrukturen på Lolland er kendetegnet ved mange små og mellemstore virksomheder. Landbrug og aktiviteter inden for service og bearbejdning spiller en vigtig rolle. Der findes kun et begrænset antal store virksomheder på Lolland. Bl.a. beskæftiger færgerne, der sejler mellem Rødbyhavn og Puttgarden, ca. 400 mennesker. Lolland har desuden en række nichesektorer, som omfatter (økologisk) landbrug og turisme.

Virksomheder

Rødby, Rødbyhavn samt Holeby har til sammen 146 registrerede virksomheder. Størstedelen af virksomhederne inden for undersøgelsesområdet har mindre end 10 ansatte, og 67 af virksomhederne er enkeltmandsvirksomheder. Desuden ligger de fleste af virksomhederne i Rødby og Rødbyhavn.

Fra 2000 - 2008 har Lolland Kommune oplevet vækst i antallet af små og mellemstore virksomheder.

De største virksomheder består primært af industri, fødevarerbearbejdning eller aktiviteter relateret til havnen og færgerne. Ligeledes udgør turisme en vigtig indtægtskilde for virksomhederne. Flere af havnens virksomheder er relateret til de kystnære aktiviteter. Andre virksomheder er relateret til det forhold, at der er udlagt erhvervsområde på de jorde langs kysten, der er uegnede til landbrugsformål.

Landbrug

Lolland har 4.670 landbrug. Der er 35 store landbrug (31 på mellem 200 - 400 ha samt fire på mere end 400 ha). Primære afgrøder er korn og sukkerroer. Mere end 470 landbrug har desuden husdyrhold. Hovedparten af det åbne land i undersøgelsesområdet anvendes til landbrugsformål.

På den sydlige del af Lolland og inden for undersøgelsesområdet ligger desuden en række økologiske småavlere, der dyrker frugt, frilandsgroentesager, juletræer samt anden planteavl. Udnyttelsen af jordens ressourcer og dermed andel af befolkning i landbrugserhvervet har en klar sammenhæng med de eksisterende jordbundsforhold, der er udmærkede til landbrugsformål.

Turisme

Den væsentligste turistattraktion i området er Lalandia vest for Rødbyhavn, som beskæftiger over 200 ansatte, og fungerer som et tropisk feriecenter med vandland og tilhørende feriehus, der ligger ud til kysten. Der er desuden tre hoteller i undersøgelsesområdet, som bruges af folk på gennemrejse. Mindre virksomheder, der primært er baseret på turisme, spiller en stor rolle i området. Lolland og Guldborgsund Kommuner har tilsammen ca. 60 virksomheder, der er baseret alene på turisme. Lolland havde 894.900 overnatninger i 2007, hvoraf ca. 85 pct. overnattede på hoteller, B&B og resorts. Lalandia står for ca. 700.000 af de i alt 894.000 årlige overnatninger. Lalandia har desuden oplevet en fremgang i antallet af overnattende (i 2010 og 2011) og udbygget deres faciliteter på nuværende tidspunkt.

Ca. 2,8 pct. af Danmarks samlede antal turister (både danske og udenlandske) besøgte i 2007 Lolland og Guldborgsund. For Lolland Kommune oversteg turismen, målt som væksten i antal overnatninger, den gennemsnitlige vækst på nationalt niveau i perioden 1998 - 2007.

Andelen af tyske turister i området er dog lav og udgjorde i 2006 ca. 3,7 pct. for Lolland. Til sammenligning er ca. 30 pct. af alle Danmarks turister tyskere. Det vurderes, at de lokale strande og øvrige miljørelaterede rekreative attraktioner ikke i sig selv har den store tiltrækning af turister. Den er langt mere styret af beliggenheden af f.eks. Lalandia, Knuthenborg Safaripark, Ålholm Slot i Nysted samt af de lokale sommerhusområder. Beliggenheden af disse er dog bestemt af tilknytningen til kysten.

Beskæftigelse og uddannelse

Arbejdsstyrken (beskæftigede + arbejdsløse) for Lolland Kommune udgjorde ca. 19.000 personer i 2010. Med en arbejdsløshedsprocent på 4,3 pct. ligger Lolland Kommune over niveauet i Guldborgsund og Østdanmark som helhed. Beskæftigelsesandelen i Lolland Kommune er primært baseret på offentlige og private serviceerhverv samt industri, hotel, restauration samt landbrug og fiskeri.

De eneste sektorer på Lolland, der har oplevet fremgang i perioden 2001 - 2010, er forretnings-service (fremgang på 30 pct.) og sociale institutioner og undervisning. Uddannelsesniveaue for Lolland Kommune er generelt lavere end niveauet for Østdanmark, hvilket afspejles i erhvervsstrukturen. Ca. 38 pct. af den arbejdsdygtige aldersgruppe i Lolland Kommune har en erhvervsfaglig uddannelse, hvorimod under 5 pct. har en kort videregående uddannelse, ca. 9 pct. har en mellemlang videregående uddannelse, og under 3 pct. har en lang videregående uddannelse. Sammenholder man dette med ovenstående, afspejler kommunen som sådan en tendens til, at erhvervsfaglige og korte uddannelser (med mindre det er inden for service) er en af de grupper, der oplever en nedgang i beskæftigelsen.

Sundhed

Befolkningens livsstil, såsom ryge-, kost- og motionsvaner afspejles bl.a. i dødeligheden. Middellevetiden er en internationalt anerkendt indikator for folkesundheden. Lolland er blandt de kommuner i Danmark med den laveste forventede middellevetid (74,8 år mod 76,9 år i Østdanmark) og er blandt en af de kommuner i Danmark med det laveste selvvalgte helbred.

I dag er der i området luftforurening fra biltrafik, jernbane samt færge. Luftforurening kan irritere øjne, luftveje, slimhinder og hud samt føre til alvorlige luftvejs- og hjertesygdomme. Der er ikke

nogen grænseværdier for luftforurening, der er overskredet i den nuværende situation eller i 0-alternativet (2025 uden en Femern Bælt-forbindelse).

Jernbanen, færgen samt motorvejen er også kilder til støj. Der er et mindre antal boliger i området, hvor grænseværdien for jernbanestøj er overskredet. For motorvejsstøj, færgestøj og anden støj henvises til afsnittet om støj og vibrationer. De helbredsmæssige konsekvenser af støj kan være forhøjet blodtryk, forstyrrelse af hjerterytmen samt stress.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger for befolkningen omfatter:

- Motorvej E47, som i dag ender lige uden for Rødby, og som udgør den direkte forbindelse til færgerne mellem Rødby og Puttgarden
- Jernbanelinjen, som løber parallelt med motorvej E47, og som ender ved færgen i Rødby
- Færgerne som ligger til ved færgen i Rødby

Beboerne i nærheden af såvel motorvejen, jernbanen samt færgen er i dag udsatte for både støj og luftforurening. Særligt omkring færgen er der i dag en del støj og luftforurening fra både jernbanen, trafikken til og fra færgerne samt fra færgerne selv. Virkningen af disse er indeholdt i vurderingen af områdets nuværende tilstand.

10.3 FEHMARN

I afsnit 10.3 er de nuværende miljøforhold på Fehmarn beskrevet.

Beskrivelsen af de eksisterende forhold udgør grundlaget for den senere vurdering af virkninger på miljøet. Miljøundersøgelserne er foretaget inden for et fastsat undersøgelsesområde på Fehmarn (figur 10.3-1).

Omfang og metoder for miljøundersøgelserne er fastlagt i Scoping-rapporten. Der tages udgangspunkt i beskrivelser af gældende forhold, som en tysk VVM-redegørelse, en såkaldt UVS (Umweltverträglichkeitsprüfungsstudie) skal redegøre for i henhold til VVM-loven (UVPG – Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz). Disse omfatter, ligesom i Danmark, befolkning, fauna, flora, jord, vand, luft, klimatiske forhold, materielle goder, herunder kulturarv, landskabet, offentlighedens adgang hertil og den indbyrdes sammenhæng mellem ovennævnte faktorer. I den tyske lov om miljøvurdering indgår ikke krav om vurdering af miljømæssigt afledte socioøkonomiske påvirkninger.

Basisundersøgelserne er hovedsagelig udført i tidsrummet 2008 - 2010 og er baseret på feltstudier og historiske informationer samt data indsamlet af konsulenter og forskningsinstitutter. Den beskrivelse, der er præsenteret her, er et fokuseret uddrag af undersøgelserne. For en mere detaljeret beskrivelse af undersøgelsernes omfang, metoder og resultater henvises til UVS'en for kyst-kyst projektet, som danner baggrund for oplysningerne i de følgende afsnit.

I dette kapitel om eksisterende forhold på Fehmarn er der taget højde for en række EU-direktiver, som gør sig gældende inden for undersøgelsesområdet på Fehmarn. Disse omfatter følgende:

- EU's Habitatdirektiv (Direktivet af 92/43/EEC) omhandlende fredninger af naturhabitater, fauna og flora
- EU's Fugledirektiv (direktiv 2009/147/EC) omhandlende fredning af vilde fugle
- EU's direktiv om miljøansvar (direktiv 2004/35/EC) omhandlende forebyggelse og afhjælpning af miljøskader
- EU's vandrammedirektiv (direktiv 2000/60/EC)
- EU's landskabskonvention (CETS No.:176, Florence, 2004/03/01)

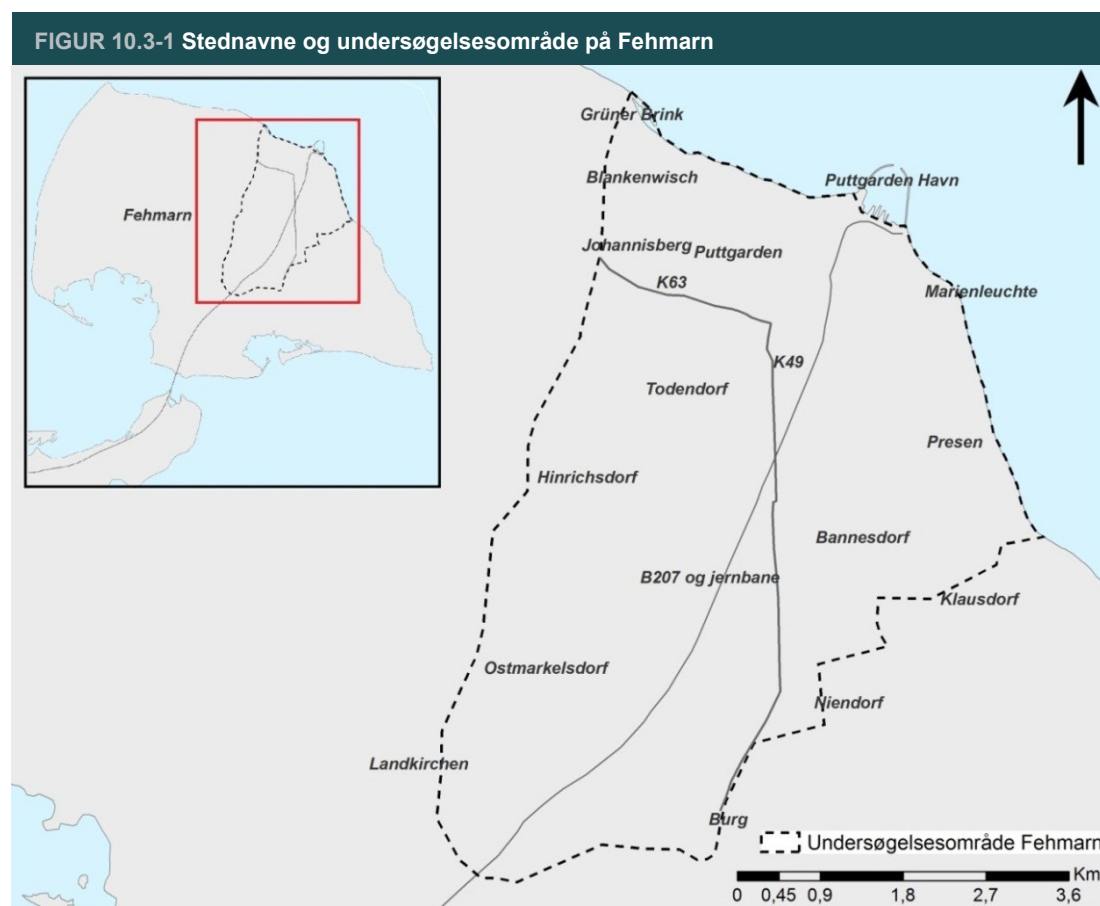
Natura 2000-områder beskrives særskilt i kapitel 17. Betydningen af de enkelte miljøfaktorer beskrives i kapitel 14.

Loven om miljøvurdering (UVPG – Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz) fastlægger rammen for miljøvurderingen i Tyskland. Derudover findes der i Tyskland en lang række specifikke love, retningslinjer og vejledninger, som også skal overholdes. Disse er gennemgået mere detaljeret i den tyske UVS. Desuden har planforholdene en afgørende rolle for de eksisterende forhold. På lokalt niveau udstikkes rammerne for området især af Fehmarn Kommunes landskabsplan (Landschaftsplan der Stadt Fehmarn), kommuneplan (Flächennutzungsplan der Stadt Fehmarn, aktueller Stand) og lokalplaner (verbindliche Bebauungspläne, 1973 - 2009). Kommunens landskabsplan indeholder konkrete planer for naturbeskyttelse og landskabspleje og bygger på den regionale landskabsplanlægning (Landschaftsrahmenplan für den Planungsraum II, 2003) og landskabsplanlægningen på delstatsniveau (Landschaftsprogramm Schleswig-Holstein, 1999). Kommuneplanen indeholder konkrete planer for arealanvendelse og -udvikling, og den følger ligeledes planerne på regionalt niveau (Regionalplan für den Planungsraum II – Schleswig-Holstein Ost, 2004) og på delstatsniveau (Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein, 2010). For mere generel information om lovgivning og planforhold henvises til kapitel 2 Lovgrundlag. Konkret lovgivning med betydning for beskyttelse af de enkelte miljøfaktorer vil blive gennemgået i de respektive afsnit i dette kapitel om Fehmarns eksisterende forhold.

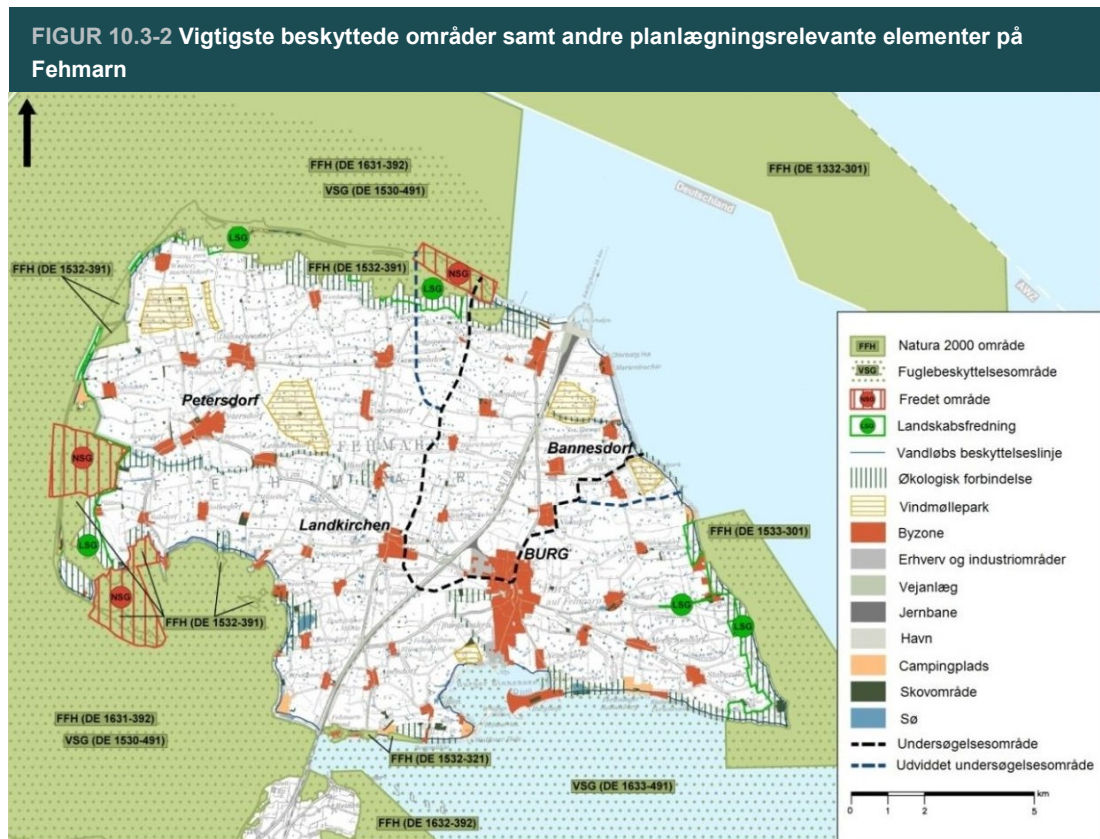
10.3.1 Undersøgelsesområdet

Undersøgelsesområdet på Fehmarn strækker sig både øst og vest for Puttgarten og udgør i alt ca. 31 km².

Undersøgelsesområdet omfatter alle de områder, hvor det er muligt at ilandføre kyst-kyst projektet mellem Rødbyhavn og Puttgarten (Kapitel 5 Alternative løsninger).



Figur 10.3-1 viser undersøgelsesområdet med en række stednavne, som anvendes i kapitlet. Figur 10.3-2 viser de vigtigste beskyttede områder samt andre planlægningsrelevante elementer i landskabet. Hovedparten af lokaliteterne med betydning for især plante- og dyrelivet ligger i den nordlige ende af undersøgelsesområdet, der er mindst påvirket af menneskelig aktivitet. En nærmere beskrivelse indgår i de følgende afsnit om de enkelte miljøfaktorer.



10.3.2 Landskab og jordbund

I beskrivelsen af landskab og jordbund i undersøgelsesområdet på Fehmarn er de forskellige jordbundstyper og landskabsområders æstetiske kendetegn i fokus, i henhold til tysk praksis.

Datagrundlag og metode

Metoden for kortlægningen af landskab og jordbund følger de tyske retningslinjer på området og inddrager informationer fra de offentlige planer (især landskabsplanerne), der er nævnt i indledningen.

Kortlægningen af jordbunden bygger hovedsageligt på data fra de geologiske undersøgelser, der blev gennemført i perioden 2009 - 2011 i forbindelse med udbygningen af hovedvej B207 og informationer fra myndighedernes jordbundskort mv.

Det landskabelige undersøgelsesområde er udvidet med op til 1,7 km i nærheden af kysten i forhold til det oprindelige undersøgelsesområde på Fehmarn for at inddrage arealer, der potentielt kan påvirkes visuelt af kyst-kyst projektet. Hvor dele af undersøgelsesområdet indgår i sammenhængende landskaber, som strækker sig uden for undersøgelsesområdet, er det samlede landskab taget med i undersøgelsen. I forhold til landskabet fokuseres i Tyskland på de æstetiske aspekter i forbindelse med beskrivelsen af de eksisterende forhold. Kortlægningen af landskabet, herunder udpegning af landskabsprægede elementer og afgrænsning af landskabsområder, bygger på en kombination af feltobservationer, analyser af fotos, flyfoto, topografiske kort og

informationer fra kortlægningen af de andre miljøfaktorer som f.eks. informationer om naturtyper. Desuden er der inddraget litteratur om bl.a. landskabstyper og beskyttede landskaber.

Lovgivning

De planlægningsmæssige rammer fremgår af indledningen. I forhold til den lovgivningsmæssige beskyttelse i undersøgelsesområdet gælder følgende:

I undersøgelsesområdet på Fehmarn findes ingen områder med særlig jordbundsbeskyttede eller beskyttede geologiske lokaliteter. Der er dog nogle ikke beskyttede lokaliteter af særlig geomorfologisk værdi, som vil blive beskrevet i det følgende.

Der er to direkte beskyttede landskaber i undersøgelsesområdet. Området "Grüner Brink" og området "Insel Fehmarn" beliggende i den nordvestlige del af undersøgelsesområdet. Begge områder er beskyttet i henhold til § 15 i Slesvig-Holstens naturbeskyttelseslov (LNatSchG) som et særligt kendetegnende landskab for regionen. Desuden er landskaber eller landskabselementer indirekte beskyttet, idet deres landskabselementer (f.eks. beskyttede biotoper) er beskyttet. Deres beskyttelsesstatus er behandlet i afsnit om andre miljøfaktorer.

Eksisterende forhold

Jordbund

Det fremherskende geologiske lag på Fehmarn er moræneler fra den seneste istid. Dette moræneler består af usorterede blandinger af ler, silt, sand og grovere materiale og har et højt indhold af kalk. De oprindelige istidsaflejringer findes typisk i dybder fra 1 - 2 m. Herover er der humus dannet ved delvis forrådnelse af døde plantedele. Således klassificeres store områder af øens jord og næsten hele undersøgelsesområdet som såkaldt sortjord. (Fehmarner Schwarzerde). Sortjord er kendt for at være meget frugtbar og værdifuld til landbrugsformål på grund af det høje næringsstof-, kalk- og ler-indhold. Jordtypen er blandt de højstydende landbrugsjorde i Slesvig-Holsten.

Mindre områder ved Bannesdorf og Landkirchen klassificeres som den mere almindelige parabrunjord (Parabraunerde). Her er jorden generelt mere fugtig og præget af en varierende grundvandsstand, og morænejorden er overlejret af lerlag, der er mere eller mindre sandholdige.

Langs den nordlige kyst findes områder med aflejringer af sand og grus fra strandvolde og mosejordbund, der er dannet i lavningerne mellem de tidligere strandvolde. De sandede sedimentter er overvejende præget af forhøjet saltindhold fra havvandet. Strandvoldene ved Grüner Brink (nordvestkysten) defineres ligesom Marienleuchtes kystklint (østkysten) med sine tydelige geologiske lag som et såkaldt "geotop", det vil sige, en ud fra et fagligt synspunkt, særlig geologisk lokalitet. De to lokaliteter er dog ikke beskyttet.

I baglandet til den nordlige kyst findes lavbundslande, som overvejende består af tidligere lavmoser, i områder med høje grundvandsstande. Typisk er disse arealer dog gennem tiden blevet drænet og inddraget som landbrugsjord.

Landskab

Fehmarns landskab klassificeres i Tyskland under Slesvig-Holstens bakkelandskab (Schleswig-Holsteinisches Hügelland), med sine aflange flade bakker i retningerne øst-vest eller østsydøst-vestnordvest. Generelt er landskabet langs kysten mere mangfoldig i modsætning til den mere ensformige indre del af øen.

Kystlandskabet er præget af udsigten til Femern Bælt, til andre kyststrækninger samt til havnen, fyrtårne og vindmøller. Landskabet skifter fra det nordvestlige undersøgelsesområde til den sydøstlige kyst mellem en naturlig kyst med strand og forskellige plante- og dyresamfund, til områder med diger og kystbeskyttelse (ved Puttgarden), og til smalle strande med først kystkliner og senere til fladere kyster, ligeledes med diger.

FIGUR 10.3-3 Kystlandskab ved Marienleuchte med udsigt mod sydøst



Nær kysten findes vådområder, der med deres vandhuller og forskellige plantearter bidrager til et varieret og naturligt landskab. Dette gælder især det store (ca. 35 ha) område "Blankenwisch" i den nordvestlige del af undersøgelsesområdet ved "Grüner Brink" og til dels to mindre områder, herunder et i nærheden af "Grüner Brink" og et syd for Presen. I overgangen til landbrugsområder ses grønne arealer med grøfter og dræn.

I det indre landskab af øen er der intensivt dyrkede landbrugsarealer, der udgør det største karakteristiske landskabsområde. Landskabet er relativt fladt, har en ensartet arealanvendelse, og der ses kun få stendiger og levende hegn. Desuden ligger der en række vandhuller med begrænset bevoksning samt nogle grøfter. I nogle af områderne ved Presen og Klausdorf dominerer vindmølleparkerne det visuelle indtryk.

Landbrugsarealerne vest for Puttgarden og omkring flere af landsbyerne har et mere varieret landskab, idet markerne brydes af levende hegn og grønne arealer, vandhuller og et forgrenet net af grøfter.

Andre landbrugsarealer præges af en forbedret udsigt på grund af beliggenheden i nærheden af naturområder, havet eller alléer. F.eks. præger træerne langs vejene K49 og K63 det åbne land.

Landsbyerne udgør med deres forholdsvis åbne og til dels kulturhistoriske bebyggelse deres egne landskabsområder. Desuden forekommer nogle steder nybyggede områder med mere ensartet bystruktur, bygninger og tættere arealanvendelse, der står i stærk kontrast til omgivelserne. Det gælder især for det nordlige Burg og det sydvestlige Puttgarden.

Færgehavnen og banegården i Puttgarden er infrastrukturrelaterede landskabelementer med en teknisk og dominerende karakter. Hovedvej B207 og jernbanen dominerer ligeledes i landskabet, men vegetation langs vejen og banen reducerer denne virkning.

Eksisterende belastninger

Jordbund

Ud over eksisterende belastning gennem befæstede arealer i form af især veje og områderne ved banegården og færgehavnen forekommer belastninger, som er sværere at kvantificere. Til disse tæller komprimering og dræning af f.eks. landbrugsarealer og en generel forurening ved deposition af stoffer gennem luften. Arealer langs hovedvejsstrækningen B207 forventes på grund af den højere trafik at være mere belastet end de øvrige veje i undersøgelsesområdet.

Forekomsten af jordforurening på Fehmarn er vurderet ud fra de kortlagte jordforureninger i det offentlige jordforureningsregister (Altlastenkataster). I alt er der fundet tre registrerede arealer. I Burgs erhvervsområde er der registreret to lokaliteter, hvor der er blevet håndteret miljøfremmede stoffer. Ikke-registrerede jordforureninger kan desuden ikke udelukkes.

Landskab

Landskabet forstyrres gennem landskabselementer, der ikke er tilpasset de øvrige eksisterende forhold. Ofte drejer det sig om tekniske anlæg, der forstyrrer især det visuelle billede, men som også kan medføre støj- og lugtgener, forurening og barrierevirkninger. De eksisterende belastninger i undersøgelsesområdet stammer fra hovedvej B207 og den parallelt beliggende jernbanelinje, erhvervsområder (især i det nordvestlige Burg, men også i Puttgarden og Bannesdorf), vindmølleparkerne Presen (nordvest for Presen) og Klingenberg (nær Burg) og lokale renseanlæg, biogasanlæg, haller til større landbrugsproduktion mv.

10.3.3 Plante- og dyreliv

Afsnittet præsenterer en kortlægning og vurdering af, hvilke og hvor store værdier med relation til plante- og dyreliv, der findes i undersøgelsesområdet på Fehmarn. Der er fokuseret dels på naturtyper, dels på levesteder for beskyttede og sjældne arter, herunder særligt bilag IV-arter. Forhold omkring Natura 2000 præsenteres ikke her, men i kapitel 17.

Datagrundlag og metode

De eksisterende forhold på Fehmarn er beskrevet på baggrund af feltundersøgelser, flyfotoanalyser, litteraturstudier, udtalelser fra eksperter og udtræk fra eksisterende databaser. Feltundersøgelserne blev gennemført i 2008 - 2010, hvor naturtyper (Biotoptypen) i undersøgelsesområdet blev undersøgt og karakteriseret i henhold til "standardlisten" i Slesvig-Holsten, som er en liste, hvor samtlige naturtyper er opført for delstaten. Alle lokaliteter er blevet undersøgt i felten med fokus på de lokaliteter, der er særligt relevante for de forskellige dyre- og plantearter.

Lovgivning

De planlægningsmæssige rammer i Tyskland fremgår af kapitel 2 Lovgrundlag i afsnittet vedrørende Fehmarn (2.22.2). I forhold til den lovgivningsmæssige beskyttelse i undersøgelsesområdet gælder følgende:

I undersøgelsesområdet forekommer følgende former for beskyttelse af plante- og dyreliv:

- Natura 2000 området delvist i den nordvestlige del af undersøgelsesområdet, bestående af fuglebeskyttelsesområdet "Östliche Kieler Bucht" (DE 1530-491) og habitatområdet "Küstenstreifen West- und Nordfehmar" (DE 1532-391)
- Naturbeskyttelsesområdet "Grüner Brink", der er beskyttet i henhold til den tyske naturbeskyttelseslov (Bundesnaturschutzgesetz)
- Strengt beskyttede arter i henhold til § 21 i den tyske naturbeskyttelseslov (disse listes under de respektive afsnit)

Eksisterende forhold

I det følgende gennemgås de eksisterende forhold for en række komponenter. Komponenterne er udvalgt i henhold til normal tysk praksis for VVM og er listet herunder:

- | | | |
|-------------------|------------------|-----------------------------------|
| • Naturtyper | • Rastefugle | • Natsommerfugle |
| • Planter | • Krybdyr | • Løbebiller |
| • Svampe | • Padder | • Øvrige strengt beskyttede arter |
| • Større pattedyr | • Guldsmede | (streng geschützte Arten – i |
| • Flagermus | • Græshopper | henhold til BNatSchG) |
| • Ynglefugle | • Dagsommerfugle | • Biodiversitet |

Naturtyper

Hele undersøgelsesområdet er klassificeret i naturtyper (Biotoptypen) i henhold til den tidligere nævnte standardliste i Slesvig-Holsten. Der er i alt fundet 87 naturtyper på Fehmarn (inkl. områder, der i Danmark traditionelt ikke opfattes som naturtyper), som vil blive sammenfattet her. Størstedelen (ca. 80 pct.) udgøres af landbrugsrelaterede naturtyper, såsom intensivt dyrkede arealer, til dels med små vandhuller, grøfter og levende hegn. Landsbyerne inddelles ligeledes i naturtyper rækkende fra grønne områder over parcelhuse med haver til industriområder mv. Langs kysterne dominerer de mere naturlige naturtyper med strandvolde, klitter, strandsøer, rørskove, enge, søer mv. I vådområdet "Blankenwisch" (35 ha) forekommer desuden mindre birke- og elleskove. Infrastruktur udgør ca. 3,4 pct. af undersøgelsesområdet og er på den ene side præget af befæstede arealer, havneanlæg med tilhørende bygninger mv., og på den anden side er området præget af beplantning langs bl.a. vej og jernbane. Beskyttede biotoper i henhold til § 21 i den tyske naturbeskyttelseslov (Bundesnaturschutzgesetz) findes i form af mindre lokaliteter som vandhuller, levende hegn, alléer og kystlokaliteter overvejende i den nordvestlige del af undersøgelsesområdet.

Planter

I undersøgelsesområdet er der fundet 76 plantearter, der står på Slesvig-Holstens og/eller Tysklands røde og gule lister. En Rødliste er en oversigt over plante- og dyrearter, som er forsvundet i nyere tid, i fare for at forsvinde eller sjældne. En gulliste omfatter plante- og dyrearter i tilbagegang. Den omfatter også arter, som Tyskland har et særligt ansvar for i international sammenhæng. På Slesvig-Holstens røde liste betragtes en enkelt funden art som ekstremt sjælden, fire af arterne som kritisk truet, ni som moderat truede, 28 som sårbare, 30 som potentielt truede og en art som art med mangelfuldt datagrundlag. De truede arter (farve-gåseurt, mange-blomstret hejre, knoldet mjødukt og ager-stenfrø) findes kun på 1 - 2 steder. De moderat truede (langbladet ranunkel, søblad, gærde-kørvel, hjertegræs, soløje-alant, klase-kortlæbe, tangurt og rød tandbæger) findes kun få steder bortset fra sidstnævnte, som optræder mere regelmæssigt.

Ved de ubenyttede jernbanespor syd for Puttgardens færgenhavn er der fundet 13 arter fra Slesvig-Holstens røde liste. Flere af arterne er ikke fundet andre steder i undersøgelsesområdet (ager- og liden-museurt, sribet torskemund, markfirling og klase-kortlæbe). Syd for Marienleuchte på klitterne mellem vandet og diget er der registreret 10 arter fra den røde liste, hvoraf knoldet mjødukt kun er fundet her. Flere eksemplere på steder med rødlistede arter findes ved Grüner Brink, i klitterne øst for Presen og på digeskråningen mellem Blankenwisch og Puttgarden. Andre lokaliteter med rødlistede arter er forskellige kyststrækninger, levende hegn og enkelte steder på marker, i vandhuller, i lunde og langs vejene.

FIGUR 10.3-4 Ubenyttede jernbanespor ved Puttgarden



Svampe

Der er identificeret 93 svampearter på 22 lokaliteter i undersøgelsesområdet. To af arterne anses for at være ekstremt sjældne, og otte af arterne er registreret for første gang i Slesvig-Holsten. En af de undersøgte arter er på den røde liste kategoriseret som kritisk truet (rødblads-art) og tre som moderat truede (elle-rørhat, stor kanelporesvamp og "husbægersvamp" (peziza domiciliana, har ikke officielt dansk navn). Tre af arterne er listet som sårbare og 64 som arter, der ikke er truet. Syv arter er indikator-arter, der indikerer levesteder med særlig miljømæssig kontinuitet og kompleksitet.

De fleste svampearter er fundet ved Grüner Brink (59 arter), efterfulgt af Blankenwisch (45 arter) og ved kystklinerne (16 arter). Desuden er der fundet svampe på flere mindre lokaliteter langs nordkysten og på grønne arealer nær landsbyerne Hinrichsdorf, Ostermarkelsdorf, niendorf og Presen.

Større pattedyr

Rådyr, hare og kanin forekommer regelmæssigt i undersøgelsesområdet. Haren er ifølge Tysklands rødliste et sårbart dyr, som har haft en nedgang i antal, lige som i Danmark, hvor der er lavet en forvaltningsplan for hare. Der findes kun få ræve på Fehmarn, men de har ikke noget territorium i undersøgelsesområdet. Vildsvin ses lejlighedsvis, idet få individer hvert år formår at svømme over fra fastlandet. De skydes dog, med mindre de dør i trafikken. Dådyr forekommer kun undtagelsesvist, og tegn på oddere er kun registreret ca. 10 km uden for undersøgelsesområdet (ved Wallnau). Hermelin er påvist ved Grüner Brink.

Flagermus

Der er fundet seks flagermusarter og generelt kun et lille antal af flagermus i undersøgelsesområdet. Langøret flagermus og troldflagermus er ifølge Slesvig-Holstens og/eller Tysklands røde liste sårbare arter, syd- og brunflagermus kan potentielt blive truede. Vand- og pipistrelflagermus er ikke truede. Pipistrelflagermusen er den mest almindelige art, mens de andre er mere sjældne på Fehmarn. Der er kun observeret en enkelt vandflagermus.

Brunflagermus og dværgflagermus har tilknytning til bebyggede områder. Langøret flagermus og troldflagermus kan kun undtagelsesvis ses langs hovedvejens buske og træer, idet der er mangel på skovområder. Flagermusene anvender vegetationen langs hovedvejen som ledelinje, der fortæller langs de østlige buske ved banens rangerområde ved Puttgarden. På den anden side kan vej og bane virke som barriere, og flagermusaktiviteten stiger ved fire vejovergange, som bruges som passager. Levesteder for flagermusene ses især nær Blankenwisch og til dels ved Marienleuchte. Dværgflagermusens parringsområder findes ved Bannesdorf og Klausdorf, og alle de nævnte områder anvendes af flagermusene til at søge føde. I undersøgelsesområdet er der ikke blevet observeret flagermustræk ud over Femern Bælt. Uden for undersøgelsesområdet er der observeret flagermus ved Grüner Brink (ligger kun delvist i undersøgelsesområdet) og Katharinenhof (ca. 5 km øst for Burg).

Ynglefugle

Undersøgelsernes registreringer angiver 74 ynglende fuglearter, hvoraf klyde og rørhøg står på bilag 1 i EU's fuglebeskyttelsesdirektiv. De er desuden særligt beskyttet (streng geschützt) efter § 7 i den tyske naturbeskyttelseslov ligesom slørugle, musvåge, tårnfalk, spurvehøg, vibe, skovhornugle, grønbenet rørhøne og stor præstekrage. På Tysklands- og/eller Slesvig-Holstens røde liste er stor præstekrage angivet som kritisk truet, vibe og agerhøne som moderat truede, og følgende fuglearter anses som sårbare: Sanglærke, krikand, gøg, skeand og slørugle. Yderligere 13 arter er registreret som potentielt truede. De hyppigst forekommende arter er gråspurv, råge, ringdue, solsort, bysvale, sanglærke, tornsanger og grønirisk. Generelt er antallet af ynglefuglearter i undersøgelsesområdet gennemsnitlig til lille i forhold til Slesvig-Holsten.

De fleste ynglefugle ses i den nordvestlige del af undersøgelsesområdet ved vådområder, langs stranden og ved Grüner Brink. Andre ynglefuglelokaliteter er landsbyer, byernes grønne områder og dele af industriområder og omkring banen.

Rastefugle

Ved undersøgelserne er der registreret 26 rastende fuglearter blandt 8.541 observerede individer. Hjejle står på bilag 1 i EU's fuglebeskyttelsesdirektiv. De hyppigst observerede arter er hættemåge, grågåås, sølvmåge, stormmåge, gråand og troldand. For at vurdere en forekommende art sammenlignes det observerede antal individer pr. dag inden for et område med den samlede forekomst på et større niveau (f.eks. internationalt). Her skiller stormmåge og hættemåge sig ud med observationer på henholdsvis 780 og 900 individer. Generelt er antallet af rastefuglearter og -individer i undersøgelsesområdet lille i forhold til Slesvig-Holsten. Der er dog andre områder på Fehmarn uden for undersøgelsesområdet, hvor der forekommer flere rastefugle.

Krybdyr

Skovfirbenet er det eneste krybdyr på Fehmarn, og der blev registreret 11 individer i feltundersøgelserne. Skovfirbenet er ikke rødlistet som truet dyreart i Tyskland eller Slesvig-Holsten.

De fleste skovfirben blev registreret i undersøgelsesområdet omkring det ubenyttede jernbanespor umiddelbart øst for hovedvejen B 207 samt jernbanesporet mellem Puttgarden og Burg. Andre individer er registreret på lokaliteter med bevoksning omkring vandområder, vejskråninger, og buske i udkanten af byområderne. Disse lokaliteter ligger langs hovedvejen B207, ved Blankenwisch, nord for Burg, ved Landkirchen og ved vindmølleparken "Presen".

Padder

I 208 ud af de 358 undersøgte vandområder (vandhuller, søer, åer, grøfter), findes der en eller flere padderarter. Grøn frø og lille vandsalamander findes på 70 pct. af lokaliteterne og forekommer hyppigt og jævnt fordelt. På en fjerdedel af lokaliteterne findes også den store vandsalamander. Desuden ses der fem andre padder, nemlig skrubbtudse, butsnudet frø, strandtudse, spidssnudet frø og grønbroget tudse. De tre sidstnævnte arter er sårbare ifølge Tyskland og/eller Schleswig-Holsteins røde liste, og stor vandsalamander, strandtudse, spidssnudet frø og grønbroget tudse er beskyttet som bilag IV art i habitatdirektivet.

Grøn frø og lille vandsalamander (og til dels stor vandsalamander) har stor udveksling af individer imellem de enkelte vandhuller. Derimod findes de andre arter ofte i isolerede forekomster bestående af enkelte eller få vandhuller. I den nordøstlige del af undersøgelsesområdet ved "Grüner Brink" og det fugtige skovområde "Blankenwisch" findes alle nævnte arter og de eneste forekomster af grønbroget tudse og strandtudse. Dertil kommer tre ud af fire forekomster af den spidssnudede frø. Andre lokaliteter med flere arter og/eller få sjældne arter findes sydøst for Presen, vest for Burg, øst for Puttgarden færgehavn (et lille vandhul) ved Hinrichsdorf og Ostermarkelsdorf. Padderne antal varierer tidsmæssigt, og generelt ses der større koncentrationer i perioder, hvor padderne vandrer og lægger æg.

Guldsmede

Der er registreret 25 guldsmedearter på 140 af 179 lokaliteter (vandhuller, vandløb, grøfter, mv.). På Tysklands røde liste er en art, sydlig kobbervandnymfe, angivet som moderat truet, tre arter (håret mosaikguldsmed, sortmærket kobbervandnymfe og gulvinget hedelibel) som sårbare og to som potentielt truede. De fleste arter er almindelige i Slesvig-Holsten.

Antallet af arter pr. lokalitet ligger mellem 1 - 11, men kun ca. 8 pct. af lokaliteterne har flere end syv arter. Blandt de hyppigst forekommende guldsmede findes blodrød hedelibel, stor farvevandnymfe og almindelig kobbervandnymfe, som findes i henholdsvis 66 pct., 59 pct. og 54 pct. af lokaliteterne. I en fjerdedel af lokaliteterne (til dels forskellige lokaliteter) forekommer: Efterårs-mosaikguldsmed, almindelig hedelibel, sort hedelibel og almindelig vandnymfe. Disse fire arter er ikke truede og stiller kun få krav til deres habitater. Alligevel er vandkvaliteten på Fehmarn tit ikke tilstrækkelig til at holde stabile populationer af disse arter. Mange vandhuller og grøfter udtørres i uregelmæssige afstande, hvilket forhindrer udbredelsen af arter med et- eller flerårig larveudvikling, som f. eks. af stor kejserguldsmed.

Alle andre arter er sjældne i undersøgelsesområdet med kun få forekomster. Kun på 12 lokaliteter ligger antallet af arter over syv. De fleste af disse artsrige lokaliteter befinder sig i den nord-vestlige del af undersøgelsesområdet i de nærmere omgivelser af Puttgarden, Ostermarkelsdorf,

Grüner Brink og Blankenwisch. En enkelt lokalitet ligger længere mod øst mellem Klausdorf og Presen. På disse lokaliteter findes guldsmede, som stiller større krav til deres habitater, f. eks. sydlig kobbevandnymfe og stor hedelibel.

Græshopper

Der er fundet 10 græshoppearter i undersøgelsesområdet, hvilket svarer til en tredjedel af de i Slesvig-Holsten forekommende arter. To af arterne (siv- og køllegræshoppe) kan ifølge henholdsvis Tysklands og Slesvig-Holstens gule liste potentielt blive truet, hvis den aktuelle udvikling fortsætter.

Artssammensætningen i undersøgelsesområdet er præget af mangel på egnede habitater. Forekomsten af køllegræshoppen i kystområderne vest for Puttgarden tyder på, at der tidligere har været en større artsrigdom. Strandeng- og almindelig markgræshoppe kan tolerere de hårde vilkår og er forholdsvis udbredte. Græshopper, der ellers forekommer almindeligt i Slesvig-Holsten – også i landbrugsprægede områder – findes kun med få forekomster i undersøgelsesområdet, f. eks. enggræshoppe, syngende løvgræshoppe og stor grøn løvgræshoppe. Sidstnævnte forekommer kun i området Grüner Brink/Blankenwisch. Dette område foretrakkes også af sivgræshoppen, som også ses i de våde områder syd for Presen og langs kysten ved Marienleuchte. Langs jernbanen forekommer cikadegræshopper. Busk- og krumknivgræshopper ses generelt i træer og buske og er derfor ikke så følsomme overfor miljøpåvirkningerne fra landbruget.

Dagsommerfugle

I undersøgelsesområdet findes 18 dagsommerfuglearter, hvilket svarer til knap en fjerdedel af de i Slesvig-Holsten registrerede arter. Ingen af arterne er truede, og alle er udbredte i Slesvig-Holsten. Den eneste specialiserede sommerfugl på Fehmarn, der stiller særlige krav til omgivelser i form af tørre og sandede overdrev, kystskrænter og ruderatpladser, er storpletlet perlemorssommerfugl, mens de øvrige dagsommerfugle er generalister, der stiller færre krav til deres omgivelser.

Følgende arter er generelt udbredt i undersøgelsesområdet: Lille kålsommerfugl, nældens takvinge, engrandøje, dagpåfugleøje, græsrandøje, grønåret kålsommerfugl, admiral og tidsel-sommerfugl. Stor kålsommerfugl og okkergul randøje findes i ca. halvdelen af undersøgelsesområdet, hvor de foretrækker henholdsvis mindre udnyttede områder og strækningerne langs banen/hovedvejen og kysten. De øvrige observerede arter ses mere sjældent. På de intensivt dyrkede marker findes kun otte arter, hvilket er få, selv for landbrugsområder. Lokaliteterne for de øvrige arter er blandt andet områderne langs banen/hovedvejen, brakarealerne ved parkeringspladsen for Grüner Brink, de østlige strandområder og brakarealerne ved vådområderne mellem Klausdorf og Presen.

Natsommerfugle

I undersøgelsesområdet blev 128 natsommerfuglearter påvist i form af 552 undersøgte individer på de fire lokaliteter: Blankenwisch (64 arter), Marienleuchte (28 arter), nord for rangerbanegården (54 arter) og syd for (65 arter) rangerbanegården Puttgarden.

Grøn tørstmåler og *Chilodes maritima* (uglefamilie, intet dansk navn) er på Tysklands røde liste over truede arter. Gammaugle anses som en art, der vandrer. Seks og fem arter indgår i henholdsvis Tysklands og Schleswig-Holsteins gule liste. Rødgul engmåler anses i Slesvig-Holsten som sjælden, men tiltagende. Netugle og hindbær-bladmåler er i Slesvig-Holsten henholdsvis stærkt truet og truet. Hvidvingemåler anses for at være ekstremt sjælden.

Løbebiller

Der er fundet i alt 5.441 biller af 67 arter i undersøgelsesområdet, hvilket er en femtedel af de i Slesvig-Holsten forekommende arter. To arter anses som moderat truede, fem arter som sårbare og tre arter som potentielt truede ifølge Tysklands og/eller Slesvig-Holsteins røde liste. Nogle få arter er mindre følsomme over for deres omgivelser og dominerer observationerne både i forhold til antal individer og lokaliteter. Markjordløber forekommer på 40 ud af 45 lokaliteter og udgør 54

pct. af individerne. Skovjordløber findes på 38 lokaliteter og udgør 8 pct. af individerne. Spraglet kvikløber, almindelig markløber, skovfladløber og toplettet spejlløber udgør tilsammen 12 pct. af billerne og findes på mellem 55 - 60 pct. af observationerne.

Undersøgelserne er foretaget langs banen/hovedvejen og ved parkeringspladsen ved Grüner Brink. Nogle arter foretrækker bestemte miljøer. Dette er eksempelvis våde områder, buske og træer, braklagte arealer, vejkanter, nedlagte banelegemer, sivområder og de tørlagte birketræ- og elletræområder ved Blankenwisch.

Øvrige strengt beskyttede arter

Den strengt beskyttede sandgravedderkop (*Arctosa cinerea*) i henhold til den tyske naturbeskyttelseslov (BNatschG) er fundet på landtangen ved Grüner Brink. Øvrige strengt beskyttede arter, som ikke indgår under de andre komponenter, er ikke fundet i undersøgelsesområdet.

Biodiversitet

I undersøgelsesområdet er der generelt en lav diversitet af økosystemer og arter og formodentlig også af den genetiske diversitet inden for en art. Det skyldes hovedsageligt det intensive landbrug. Langs kysten og især i de beskyttede områder ses den største biodiversitet i undersøgelsesområdet. Følgende lokaliteter og områder har en funktion i forhold til biodiversiteten: Biotopkomplekset af strand- og dige-arealerne nordvest for Puttgarden inkl. det beskyttede område "Grüner Brink" og de tilgrænsende lavtliggende områder, vådområdet "Blankenwisch", som en del af Natura 2000-området, ekstensivt dyrkede, afvandede arealer nordvest for Puttgarden, kyststrækningen med klinger mellem Puttgarden og Marienleuchte og syd for Marienleuchte, området omkring grøften "Bannesdorfer Graben" samt de beplantede arealer langs hovedvej B207 og jernbane.

Eksisterende belastninger

Generelt giver det forholdsvis ensformige landskab på Fehmarn et stærkt reduceret antal af egnede levesteder for planter og dyr. Det skyldes faktorer som menneskets omfattende påvirkning af miljøet - især fra det intensive landbrug i området. Også grøfternes menneskeskabte form og nedsatte vandkvalitet på grund af spildevandsudledninger og næringsstofflørsel såvel som mangel på læ, skov, krat, overdrev, brakmarker og lignende nedsætter antallet af arter. Andre eksisterende påvirkninger stammer f.eks. fra vindmøller eller fra infrastrukturen, der kan isolere og fragmentere habitater, og trafikken, der medfører støj- og partikelforurening, samt påkørsel af dyr. Langs de mere naturlige strande forstyrres planter og dyr af friluftslivet. Desuden kan der forekomme forstyrrelser gennem lysemissioner (f.eks. af natsommerfugle).

10.3.4 Kulturarv

Kulturarven omfatter både synlige og umiddelbart ikke-synlige miljøer og enkeltelementer, som danner værdifulde kulturhistoriske eller arkitektoniske strukturer i landskabet. I kulturarven indgår således bl.a. fredede og bevaringsværdige bygninger, kulturlandskaber, kulturmiljøer, historiske bebyggelsesmønstre, fortidsminder og arkæologiske enkeltfund.

Datagrundlag og metode

Metoden for kortlægningen af kulturarv følger de tyske retningslinjer på området og inddrager informationer fra de offentlige planer (især landskabsplanerne), til bl.a. kortlægningen af kulturhistoriske områder.

Kulturarven er kortlagt med udgangspunkt i Region Østholstens register over fredede bygninger, monumenter og ruiner (Denkmälerkartei). Arkæologiske fund er beskrevet ud fra myndighedernes (Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein) database og myndighedernes kortlægning fra 2009 (forundersøgelser til kyst-kyst projektet). Desuden er der anvendt topografiske og historiske kort over Fehmarn til bestemmelse af tidligere historiske områder og bebyggelser, og anvendte oplysninger er kontrolleret i felten.

Lovgivning

De planlægningsmæssige rammer fremgår af indledningen. I forhold til den lovgivningsmæssige beskyttelse i undersøgelsesområdet gælder følgende:

I undersøgelsesområdet forekommer kulturarv inden for to beskyttelseskategorier. Den mest omfattende beskyttelse følger fredningen i henhold til § 5 (særligt beskyttet – herausragende Baudenkmäler) i loven for kulturarv (Denmalschutzgesetz DSchG S-H). Den dækker bygninger eller lignende, med en særlig historisk, videnskabelig, kunstnerisk, byplanmæssig og/eller kulturlandskabelig værdi.

Beskyttelsen i henhold til § 1 (bevaringsværdig – einfache Baudenkmäler) i loven for kulturarv (Denmalschutzgesetz DSchG S-H) er mindre omfattende og vedrører kulturhistoriske mindesmærker, bygninger og deres omgivelser. Den kan også omfatte særlige arkæologiske lokaliteter, men de forekommer ikke i undersøgelsesområdet.

Eksisterende forhold

En række arkæologiske undersøgelser har bekræftet, at Fehmarn har været beboet siden den tidlige stenalder (ca. 3.000 f.Kr.), og der er desuden tegn på, at området ved Puttgarden færgehavn har været boplads i den tidlige jernalder. Arkæologiske enkeltfund kan forekomme ligeligt fordelt over hele undersøgelsesområdet. Der er dog ingen gravhøje og bautasten i undersøgelsesområdet.

Af bygninger, som falder inden for den tyske kulturarvslovs definition for særligt beskyttede bygninger (§ 5 i loven for kulturarv), er en gammel kirke med kirkegård i Bannesdorf og et historisk fyrtårn fra 1832 i Marienleuchte. Desuden forekommer en række fredninger efter samme lovs § 1 (bevaringsværdig), som er mere udbredte. Disse er fortrinsvis fundet omkring landsbyerne Todendorf (ni bygninger), Bannesdorf (fem bygninger) og i den sydlige udkant af Burg (12 bygninger). I de mere dynamiske landsbyer er færre af disse bygninger bevaret, og i f.eks. Puttgarden er der således kun én bygning, der er fredet i henhold til § 1.

I undersøgelsesområdet findes ingen større sammenhængende kulturlandskaber. Der forekommer kun enkelte kulturlandskabsdele som levn fra tidligere landskaber i form af de allerede nævnte bygninger og de mange mergelgrave, der ligger spredt i undersøgelsesområdet. Mergelgravene er ofte svære at identificere i det moderne landbrugslandskab. I flere af landsbyerne er den oprindelige bebyggelsesstruktur, den såkaldte forte-by-struktur, stadig bevaret. Dette gælder især Hinrichsdorf, Ostermarkelsdorf og det sydlige Puttgarden og i mindre grad Presen, Bannesdorf og Niendorf. Kulturhistoriske strukturer udgøres desuden af omgivelserne til det fredede fyrtårn i Marienleuchte (bygninger og grønne arealer) og vest for Puttgarden lå tidligere Fehmarns første kirke fra 1198, Peter-und-Paul Kapellet, der indtil reformationen i 1542 fungerede som pilgrimssted. Kirken er ikke bevaret, men lokaliteten har stadig kulturhistorisk værdi.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger kan forekomme i form af især visuelle og støjmessige forstyrrelser, og i mindre grad på grund af skader fra vibrationer og forurening. Det stammer fra større tekniske anlæg som vindmølleparker og industri, højspændingsledninger og hovedvejene.

10.3.5 Friluftsliv

Med friluftslivsområder menes områder, som giver den besøgende mulighed for afslapning, motion eller fritidsbeskæftigelser, ofte i naturen. De anvendes både af lokalbefolkningen og af turister. I 2009 var der på Fehmarn 3.000.000 overnatninger for turister og over 900.000 dag-gæster. Fritidsboliger er omhandlet som midlertidige boliger i afsnit 10.3.9.

Datagrundlag og metode

Beskrivelsen af de eksisterende forhold for friluftslivet følger de tyske retningslinjer på området og inddrager informationer fra de offentlige planer (især landskabsplanerne). Desuden har "Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa's" (N.I.T.) i perioden 2010 - 2012 gennemført

en analyse af turismen og dens forhold. I beskrivelsen er der inddraget informationer fra en række kort, brochurer og litteratur om friluftslivet i området, som f.eks. vandrekort, cykelruter og informationer om kitesurfing og lystbådehavne.

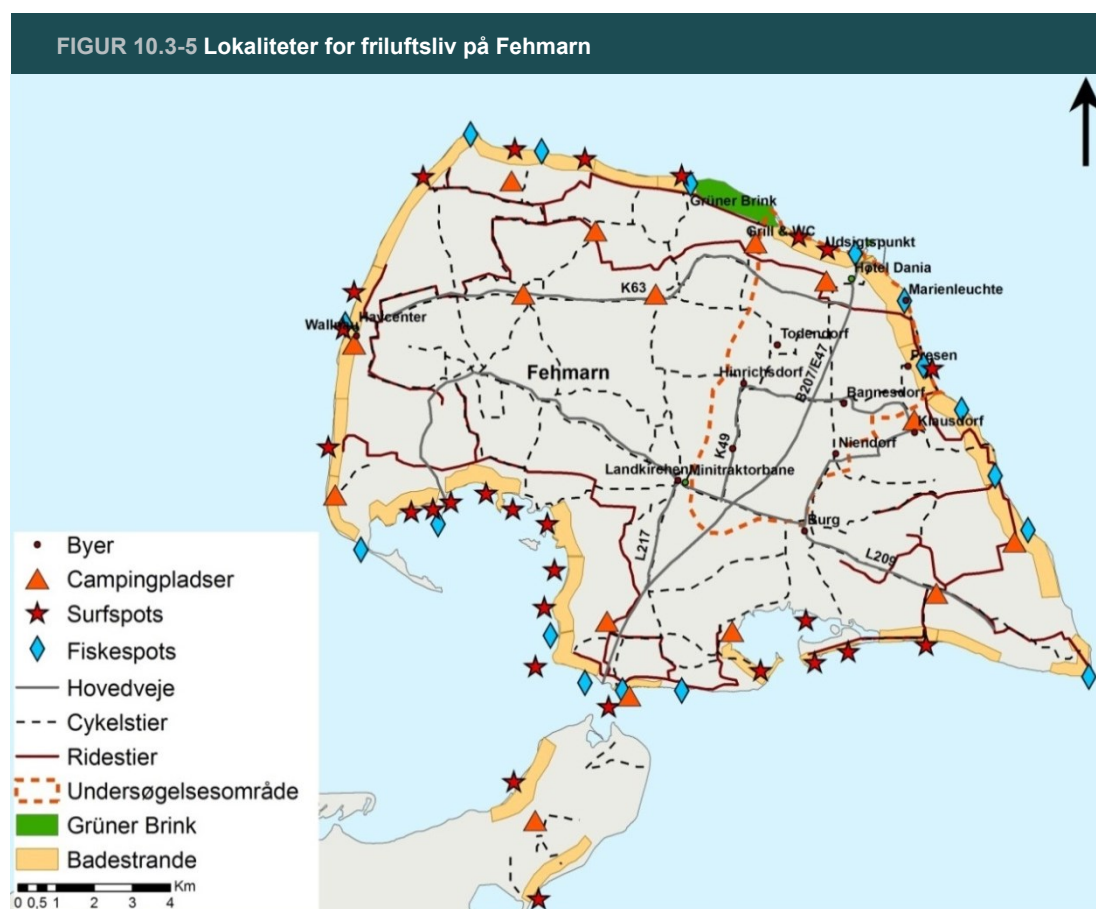
Lovgivning

De planlægningsmæssige rammer fremgår af indledningen. I forhold til den lovgivningsmæssige beskyttelse i undersøgelsesområdet gælder følgende:

Ingen lokaliteter i undersøgelsesområdet er underlagt nogen direkte beskyttelse i forhold til friluftslivet. Beskyttelser af andre miljøfaktorer i områder med betydning for friluftslivet (f.eks. planter og dyr) er listet i de respektive kapitler.

Eksisterende forhold

Lokaliteter med relevans for friluftslivet på Fehmarn fremgår af figur 10.3-5.



Inden for undersøgelsesområdet betragtes byen Burg som en anerkendt kurby (Ostseeheilbad), mens Bannesdorf og Landkirchen er officielle rekreativesteder (Erholungsorte). Flere hundrede meter af det kystnære undersøgelsesområde er i den regionale landskabsplan desuden udpeget til friluftslivsområder.

Der er to officielle badestrande inden for undersøgelsesområdet. Den ene er placeret nordvest for Puttgarden, og den anden ligger øst for Presen. Begge bruges også af windsurfere og kitesurfere. Desuden er adgangsmulighederne til strandene jævnt fordelt langs undersøgelsesområdets kyst. Også de strandafsnit, der ligger ud til diger, er på grund af deres beliggenhed tæt på de bebyggede områder flittigt besøgt. I naturbeskyttelsesområdet Grüner Brink findes en strand, som ikke må benyttes til badning, men som indirekte øger kvaliteten af vandrestierne i nærheden.

Undersøgelsesområdet råder over et udbygget net af cykel-, ride- og vandrestier (en del af de mere end 170 km på hele Fehmarn). Den regionale cykelrute "Ostseeküstenradweg" løber i undersøgelsesområdet langs sydøstkysten til Marienleuchte, inde i landet ved Puttgarden og herefter igen nær kysten i den nordvestlige del af undersøgelsesområdet.

I undersøgelsesområdet findes desuden fritidstilbud i form af et havcenter i Burg (Meereszentrum), geologiske strandture ved Presen, en quad-cross-bane øst for Landkirchen og et udsigtspunkt på den vestlige del af Puttgardens havnemole. Ifølge kommuneplanen planlægges der ved Burg en fritidspark.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger udgøres overvejende af støj, luftforurening, visuelle forstyrrelser og barriereeffekter. De stammer bl.a. fra hovedvej B207 og den parallelt forløbende jernbane, og rammer især områder i Puttgarden og Marienleuchte. Kystbeskyttelse og færgehavnen begrænser desuden friluftslivet langs strandene. Andre eksisterende belastninger stammer fra erhvervsområder, vindmølleparker og landbrugsproduktion (f.eks. svinefarme).

10.3.6 Overfladevand og grundvand

I dette afsnit beskrives eksisterende søer, vandhuller, vandløb og grundvand i undersøgelsesområdet på Fehmarn.

Datagrundlag og metode

Metoden for kortlægningen af overfladevand og grundvand følger de tyske retningslinjer på området. I forhold til grundvandet er der i perioden 2009 - 2011 gennemført boringer for at kortlægge geologien og de vandførende lag. Overfladevandet er registreret i forbindelse med kortlægningen af naturtyperne i 2009. Feltstudierne er kombineret med informationer fra relevant faglitteratur, herunder lokale studier om grundvandsdannelse og undersøgelser fra udvidelsen af hovedvej B207. Desuden indgår data fra søgninger i myndighedernes databaser om jordbund, kystbeskyttelse, vandforsyninger, oversvømmede arealer, jordforureninger og miljødata. Der er yderligere inddraget kortmateriale om vandkvalitet og hydrogeologi og informationer fra vandplanen, planen om grundvandsbeskyttelse og de offentlige planer, der er nævnt i indledningen.

Lovgivning

De overordnede planlægningsmæssige rammer fremgår af indledningen. I forhold til andre relevante planer og den lovgivningsmæssige beskyttelse i undersøgelsesområdet gælder følgende:

Fehmarn er omfattet af vandplanen for Trave-Schlei-området ((MLUR-SH & LU-MV, 2009). I undersøgelsesområdet er der ingen søer, der indgår i vandplanen, og der indgår kun de to vandløb/grøfter Bannesdorfer Graben og Kendorfer Au. I henhold til vandrammedirektivet er det målet, at alle vandforekomster på land inden år 2015 skal opnå en "god økologisk tilstand" eller et "godt økologisk potentiale".

Strandsøer og vandhuller er beskyttede biotoper (geschützte Biotope) i henhold til § 21 i den tyske naturbeskyttelseslov (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG). Overfladevandet i området opfylder ikke kravene til at være beskyttet af sø- og å-beskyttelseslinjerne. Kun kysten (inden for 100 m fra kystlinjen) er omfattet af kystbeskyttelseslinjen i henhold til § 35 i Slesvig-Holstens naturbeskyttelseslov (Landesnaturschutzgesetz- LNatSchG). Der er ingen områder i undersøgelsesområdet, der er underlagt særlige krav om drikkevandsbeskyttelse.

Eksisterende forhold

Søer og vandhuller

I undersøgelsesområdet er der registreret over 250 beskyttede vandhuller spredt jævnt over landbrugsarealerne. De udgøres hovedsagelig af tidligere mergelgrave. De fleste vandhuller inde-

holder kun vand i regnperioder og tørrer ud i tørkeperioder, idet kun de lavt beliggende vandhuller med kontakt til grundvandspejlet indeholder vand hele året. De fleste søer findes bag diget langs kysten især ved Presen. Her bliver grøfterne bredere og præges af flere planter for til sidst at danne en række aflange søer bag diget. Desuden er der to lavvandede strandsøer ved naturområdet Grüner Brink, hvoraf den største ligger delvist i undersøgelsesområdet. Den anden er mindre og ligger op til Grüner Brink Tange.

I størstedelen af søerne og vandhullerne i undersøgelsesområdet på Fehmarn er vandkvaliteten påvirket af næringsstoffilførsel fra de omkringliggende landbrugsarealer.

FIGUR 10.3-6 Et typisk vandhul for undersøgelsesområdet



Vandløb

Overfladevand på Fehmarn løber typisk i afvandingskanaler og grøfter omkring markerne. De fleste af kanalerne løber fra vest mod øst og er ofte tørlagte i sommermånederne. I undersøgelsesområdet løber kanalerne til havet gennem en pumpestation ved nordkysten og en pumpestation ved østkysten. Det længste vandløb i undersøgelsesområdet er Kopendorfer Au, som løber fra undersøgelsesområdet til Fehmarns vestkyst. I undersøgelsesområdet er det stærkt reguleret, og har karakter af en grøft. Øvrige hovedgrøfter udgøres af Bannesdorfer Graben, syd for Bannesdorf, Niellandsgraben mellem Presen og Hinrichsdorf og en yderligere grøft mellem Presen og Todendorf. Desuden forekommer i landbrugslandskabet et forgrenet net af afvandingsgrøfter, som er mest udpræget omkring landsbyerne Ostermarkelsdorf, Hinrichsdorf, Todendorf og mellem Puttgarden og vådområdet Blankenwisch. Diger, grøfter og pumpestationer drives og vedligeholdes af Wasserverband Fehmarn Nord-Ost.

Bannesdorfer Graben og Kopendorfer Au indgår i vandplanen og er kategoriseret som stærkt modificeret. Deres tilstand er derfor klassificeret som henholdsvis "moderat" og "ringe". For at forbedre tilstanden er der i vandplanen planlagt en række tiltag, herunder optimering af rensningen på renseanlæggene, tiltag, der skal minimere risikoen for forureningsulykker, tiltag, der tillader/igangsætter en mere naturlig udvikling af vandløb og ændret vandløbsvedligeholdelse.

Grundvand

På Fehmarn står grundvandet generelt højt. Det skyldes det høje ler-indhold i jorden, der hæmmer nedsivningen, og de flade bakkers ringe højde over havniveauet. I flere områder står det øverste grundvandspejl i få meters dybde. Stedvist når grundvandspejlet overfladen, og

særligt ved moserne nær nordkysten præger det høje grundvandsspejl området. På grund af de geologiske forhold eksisterer der ikke et stort sammenhængende grundvandsreservoir på Fehmarn, men derimod separate lommer med hver sit grundvandsspejl. Vandet samles især i sandholdige sedimenter og oven på lerholdige moræneaflejringer. De største grundvandsressourcer i form af lommer findes overvejende under øens østlige bakker. Nord og øst for Puttgarden er der registreret grundvandsforekomster i sandlommer under 10 m's dybde. Dybere liggende grundvand har ifølge vandplanen en god tilstand i forhold til både vandmængde og kemisk tilstand.

Den årlige dannelse af nyt grundvand vurderes at være 1 mm, da det meste nedbør fordamper eller løber af på overfladen. Grundvandet er ikke egnet til drikkevand, og drikkevandsforsyningen sker fra fastlandet. I Ostermarkelsdorf og i Burg findes to tidligere drikkevandsbrønde.

Eksisterende belastninger

I størstedelen af søerne og vandhullerne i undersøgelsesområdet på Fehmarn er vandkvaliteten påvirket af næringsstoffiltørsel fra de omkringliggende landbrugsarealer.

Vandløb og grøfter i undersøgelsesområdet er kraftigt reguleret. Vandkvaliteten er præget af, at kanalerne ikke har samme fysiske forhold som naturlige vandløb og kun begrænset samspil med de omkringliggende arealer. Ydermere er grøfterne udsat for næringsstofbelastning fra de omkringliggende landbrugsarealer, og langs hovedvejen B207 og banen påvirkes kanalerne af rørlægning og overfladeafstrømning.

Det øvre grundvand er påvirket af gennemgribende grundvandssænkning og dræning af markerne, og det er i stigende grad påvirket af næringsstoffer og pesticider fra den intensive dyrkning af jorden. Jordforureninger udgør desuden potentielle lokale trusler mod grundvandet. I Burgs erhvervsområde er der registreret to lokaliteter, hvor der er blevet håndteret miljøfremmede stoffer.

10.3.7 Luft og lokalklima

Dette afsnit omfatter luftkvaliteten og klimaet lokalt i undersøgelsesområdet på Fehmarn i den eksisterende situation/0-alternativet. For regionalt og globalt klima henvises til kapitel 19 Klimapåvirkninger og klimaændringer.

Datagrundlag og metode

Metoden for kortlægningen af luftkvalitet og lokalklima følger de tyske retningslinjer på området og inddrager informationer fra de offentlige planer (især landskabsplanerne), relevant litteratur og eksisterende data fra den tyske vejrtjenestes (Deutscher Wetterdienst) vejrstation ved Westermarkelsdorf på det vestlige Fehmarn. Data for baggrundskoncentrationen stammer fra en målestation i Bornhöved på fastlandet i Slesvig-Holsten.

Lovgivning

De planlægningsmæssige rammer fremgår af indledningen. Grænseværdier for luftkvaliteten fremgår af tabel 10.3-2, og lokalklimaet i undersøgelsesområdet er ikke omfattet af en særlig lovgivningsmæssig beskyttelse.

Eksisterende forhold

Luftkvalitet

Luftkvaliteten på Fehmarn anses som særlig god på grund af den store udskiftning som følge af vind-påvirkning og pga. den begrænsede industriaktivitet. Der er kun en mindre målestation i forhold til luftkvalitet og klima på Fehmarn, hvor der måles ozon O₃.

Baggrundskoncentrationen beskriver den luftkvalitet, der er i de lave atmosfæriske lag som følge af fjerntransport af luftforurening og uden særlige bidrag fra lokale kilder. Den aktuelle baggrundskoncentration for de relevante skadelige stoffer og deres grænseværdier fremgår af tabel

10.3-1. Baggrundkoncentrationen ligger langt under gældende grænseværdier. Grænseværdierne stammer fra forordningen til immissionsbeskyttelsesloven (§ 39 Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz) og bekendtgørelsen om grænseværdier for luft (Technische Anleitung Luft).

TABEL 10.3-1 Baggrundkoncentration for skadelige stoffer

Skadelige stoffer	Grænseværdi for mennesker ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baggrundkoncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Kvælstofdioxid (NO_2)	40	12,1
Partikler (PM_{10})	40	18
Partikler ($\text{PM}_{2.5}$)	25	16
Benzen (C_6H_6)	5	1
Svovldioxid (SO_2)	50	3

Lokalklima

Det lokale klima på Fehmarn svarer i grove træk til det regionale klima, som er præget af nærheden til kysten, og det er generelt sammenlignelig med lokalklimaet på Lolland. Lokalklimaet på Fehmarn anses som særligt godt klima for sundheden (Reizklima) (Wieland, 1982). Gennemsnitstemperaturen ligger på 0,3 °C i januar og på 16,6 °C i juli. Antallet af dage om året uden frost ligger gennemsnitlig på 220. Det årlige antal solskinstimer er på 1.800 timer, hvoraf de fleste ligger i perioden maj - september med et dagligt gennemsnit på 5,5 timer. Nedbørsmængden ligger på gennemsnitlig 550 mm/år, hvilket er det laveste i Slesvig-Holsten. De to dominerende vindretninger er nordøst og sydvest, hvoraf sidstnævnte er fremherskende. Den gennemsnitlige vindstyrke ligger på 6 - 7 m/s, og vinden blæser stærkest ved kysten. Luftfugtigheden er typisk højest, når havbrisen om sommeren strømmer ind over den opvarmede ø. Dis forekommer på gennemsnitlig 31,5 dage om året. Det opstår bl.a. som havgus, når varmere og fugtig havluft blæser ind over køligere land og kondenserer. Undersøgelelsesområdet skiller sig ikke ud i forhold til resten af øen, idet landskabet i forhold til lokalklimaet er relativt ensformigt.

Målestationen på Fehmarn måler ozon (O_3) i luften. Ozonkoncentrationen som årgennemsnit ligger på 57 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, og 1-timesmiddelværdien overskred ikke grænseværdien på 180 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ på noget tidspunkt i 2009.

Eksisterende belastninger

De primære kilder til luftforurening i undersøgelsesområdet er jernbanen (Puttgarten-Lübeck), hovedvejen (Hovedvej B207) og færgerne, som sejler på ruten Rødby - Puttgarten. Færgerne bidrager primært til emission i Puttgarten i forbindelse med ankomst og afgang samt i perioden, hvor færgerne ligger i havn.

10.3.8 Støj og vibrationer

Dette afsnit omfatter en vurdering af niveauet for støj og vibrationer på Fehmarn i den eksisterende situation/det såkaldte 0-alternativ. Støj udbredes gennem luft eller vand, mens vibrationer udbredes gennem faste stoffer, typisk jorden. Støj kan påvirke mennesker, landskabsoplevelsen og dyrelivet.

Datagrundlag og metode

I 0-alternativet er trafikken fremskrevet til 2025, hvor en Femern Bælt-forbindelse forventes at være etableret. I 0-alternativet er der derfor indarbejdet en forventet trafikvækst i forhold til i dag.

På hovedvej B207 forventes i 2025 gennemsnitlig 8.365 køretøjer om dagen fordelt på 6.691 personbiler, 133 busser og 1.541 lastbiler. På jernbanestrækningen forventes 28 tog om dagen bestående af 20 regionaltog og otte ICE tog. Der vil ikke være godstransport, da færgerne ikke kan transportere godstog (disse vil i stedet køre over Jylland). Beregning af støj fra vej og jernbane er lavet i en 3-dimensionel model langs motorvej og jernbane.

Der er ikke gennemført beregninger af eksisterende vibrationer.

Lovgivning

De planlægningsmæssige rammer fremgår af indledningen. Der gælder følgende grænseværdier:

Grænseværdierne for trafikstøj er fastsat i forordningen om beskyttelse mod trafikstøj (Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV). Desuden findes der i den såkaldte DIN-norm 18005 for trafikstøj nogle mere konservative, vejledende grænseværdier. Disse er ikke bindende. Grænseværdierne og de vejledende grænseværdier varierer afhængig af anvendelsen af det område, der påvirkes. I undersøgelsesområdet er de relevante anvendelseskategorier for befolkningen og friluftslivet: 1. boligområder (inkl. sommerhuse og ferielejligheder), 2. blandet bolig og erhverv (inkl. campingpladser), 3. sociale institutioner (f.eks. skoler) og 4. rekreative områder. Der skelnes mellem værdier for nat og dag (tabel 10.3-2).

TABEL 10.3-2 Grænseværdier og vejledende grænseværdier for støj fra trafik

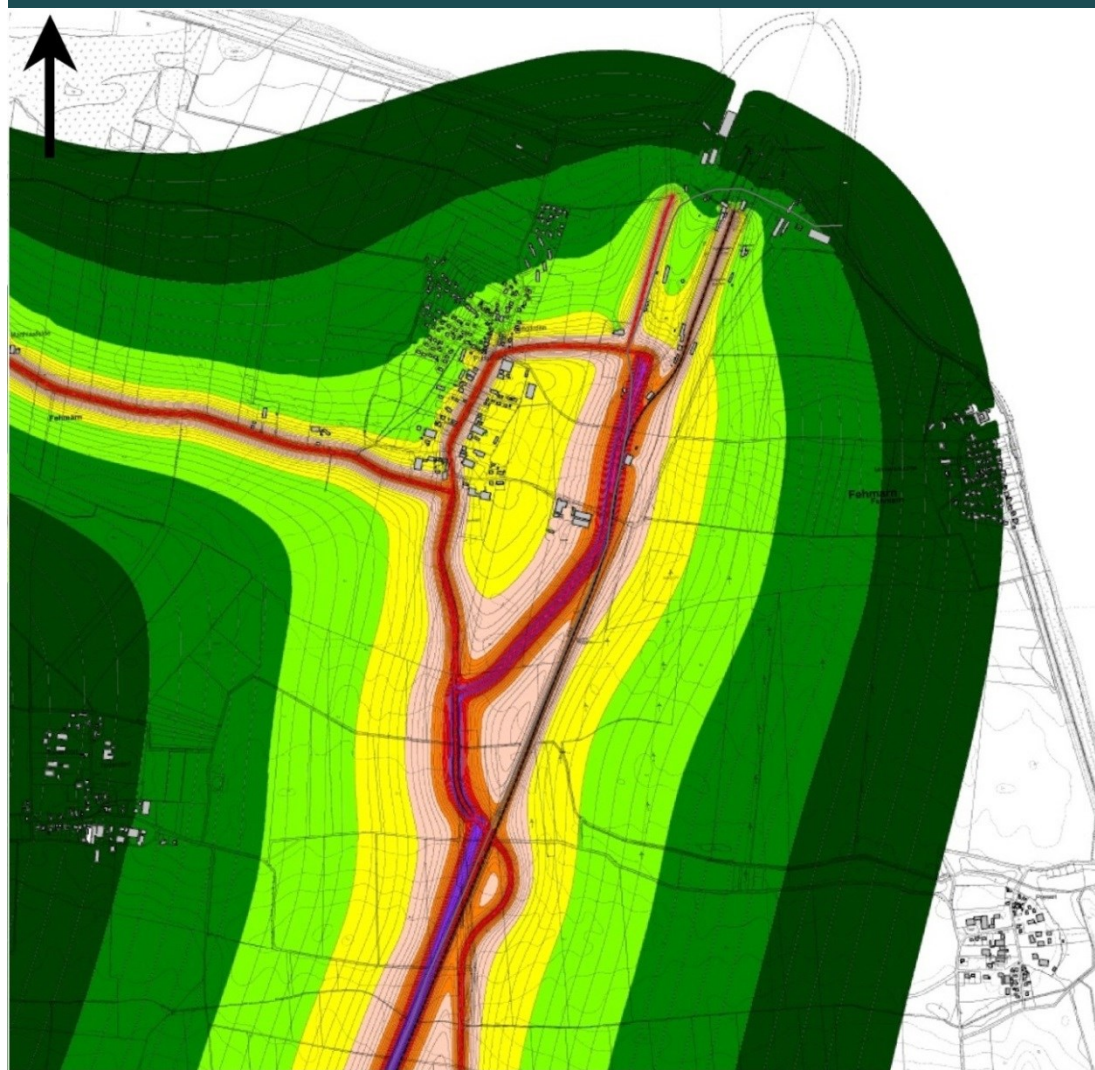
Arealanvendelse	Grænseværdier		Vejledende grænseværdier	
	Dag	Nat	Dag	Nat
Boligområder	59 dB(A)	49 dB(A)	50 dB	40 dB
Blandet bolig og erhverv	64 dB(A)	54 dB(A)	60 dB	50 dB
Sociale institutioner	57 dB(A)	47 dB(A)	-	-
Rekreative områder	49 dB (A)	-	-	-

Note: De for undersøgelsesområdet relevante grænseværdier i henhold til § 2 i forordningen om beskyttelse mod trafikstøj (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) og vejledende grænseværdier (ikke bindende) efter DIN-norm 18005. Der findes ingen bindende grænseværdier for vibrationer

Eksisterende belastning

Det kombinerede støjbillede for vej- og jernbanetrafik for 0-alternativet i Puttgarden for henholdsvis dag og nat fremgår af figur 10.3-7 og 10.3-8.

FIGUR 10.3-7 Støj om dagen fra vej- og jernbanetrafik ved 0-scenarie (2025)



> 35.0 dB(A)	> 50.0 dB(A)	> 65.0 dB(A)
> 40.0 dB(A)	> 55.0 dB(A)	> 70.0 dB(A)
> 45.0 dB(A)	> 60.0 dB(A)	> 75.0 dB(A)

Km
0 0,2 0,4 0,8 1,2

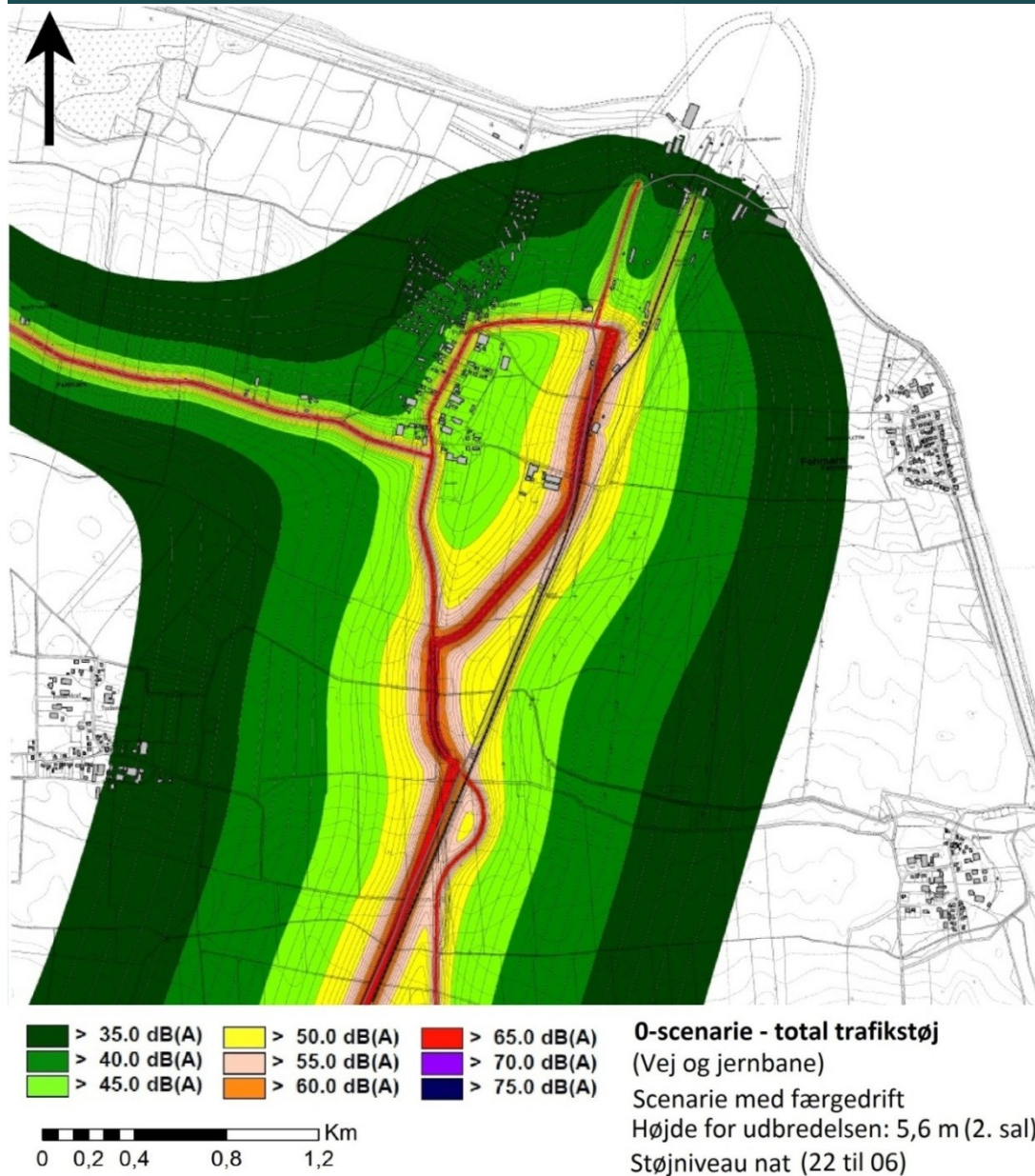
0-scenarie - total trafikstøj
(Vej og jernbane)

Scenarie med færgedrift

Højde for udbredelsen: 5,6 m (2. sal)

Støjniveau dag (06 til 22)

FIGUR 10.3-8 Støj om natten i Puttgarden fra vej- og jernbanetraфик ved 0-scenarie (2025)



I 0-alternativet overholdes grænseværdier og vejledende grænseværdier for størstedelen af undersøgelsesområdet, og der forekommer kun overskridelser ved få bygninger i Puttgarden. To boliger med overskridelser af grænseværdien ligger i krydset Strandweg/Fährhafenstraße. Overskridelser af vejledende grænseværdier forekommer ved Hotel Dania i Puttgarden, ved en fritliggende gård øst for Puttgarden samt nogle få boliger langs vejen "Dorfstraße" i Puttgarden.

Der foreligger ingen beregninger af vibrationer fra eksisterende trafik.

10.3.9 Materielle goder

Dette afsnit beskriver de materielle goder, der findes i undersøgelsesområdet. Materielle værdier omfatter store infrastrukturanlæg såvel som små offentlige faciliteter.

Datagrundlag og metode

Metoden for kortlægningen af materielle goder følger de tyske retningslinjer på området, og inddrager informationer fra de offentlige planer (især kommuneplanen og lokalplanerne), inklusive planen for kystbeskyttelse (Generalplan Küstenschutz). Kortlægningen er holdt op imod luftfotos af undersøgelsesområdet, og informationer fra udvalgte lokaliteter er kvalitetssikret ved observationer på stedet.

Lovgivning

De planlægningsmæssige rammer fremgår af indledningen. I forhold til den lovgivningsmæssige beskyttelse i undersøgelsesområdet gælder følgende:

Ingen af de materielle goder i undersøgelsesområdet er omfattet af en særlig lovgivningsmæssig beskyttelse.

Eksisterende forhold

En af de større materielle værdier inden for undersøgelsesområdet er den tyske del af fugleflugtslinjen, som med udgangspunkt i Puttgardens havneanlæg strækker sig i sydøstlig retning i form af vejnettet, jernbanenettet og stationen. Bygningerne omkring fuglebeskyttelseslinjen, selve færgehavnen med bygninger, parkeringsplads og tekniske anlæg udgør også materielle værdier.

Langs store dele af undersøgelsesområdets kyst (på nær strækningen med kystklint omkring Marienleuchte) ligger et dige, som beskytter bagvedliggende befolkning og materielle goder.

Vest for Puttgarden står desuden et radiotårn, og i Marienleuchte står et nyt fyrtårn. Andre materielle goder forekommer i Burg og Puttgarden og til dels i Landkirchen, Bannesdorf, Niendorf, ved færgehavnen og ved stranden vest for færgehavnen. De udgøres af spildevandsanlæg, pumpestationer, regnvandsbassiner samt elforsyningsanlæg til produktion og forsyning. Desuden forekommer parkeringspladser, hovedsagelig i nærheden af friluftslivslokaliteter.

Endelig ligger der syd for Marienleuchte og øst for fugleflugtslinjen en vindmøllepark, som består af 23 møller og dækker 108 ha. Fehmarn Kommune har rammeplaner for fire nye områder, som foreløbigt er reserveret til bæredygtig energi. Disse indgår dog kun i beskrivelsen af de eksisterende forhold til orientering og vil ikke være en del af den senere vurdering.

Eksisterende belastninger

Der vurderes ikke at forekomme nævneværdige eksisterende belastninger af de materielle goder.

10.3.10 Befolkning og sundhed

I forhold til befolkningen er der fokus på områder med betydning for sundheden, særligt boligområder og områder med sociale funktioner (f.eks. skoler). I beskrivelsen af boligområder indgår også oplysninger om midlertidige boligfunktioner (f.eks. hoteller) men områder, der anvendes til friluftslivet er beskrevet i et separat afsnit 10.3.5.

Datagrundlag og metode

Beskrivelsen af de eksisterende forhold for befolkningen følger de tyske retningslinjer på området og inddrager informationer fra de offentlige planer (især kommuneplanen og tilhørende lokalplaner). Informationerne er blevet bekræftet og suppleret med informationer fra flyfoto og fra observationer ved besøg på lokaliteterne.

Lovgivning

Arealanvendelse fremgår af gældende planer, som er nævnt i indledningen (kommuneplan og lokalplan mv.). Ingen lokaliteter i undersøgelsesområdet er underlagt nogen særlig beskyttelse i forhold til befolkningen.

Eksisterende forhold

Fehmarn kommune har i alt ca. 13.000 indbyggere. Bebyggelserne i undersøgelsesområdet består ligesom på resten af øen primært af små landsbyer, som ligger spredt mellem landområder og enkeltliggende gårde. Kun byen Burg bærer præg af en by. Landsbyer som Hinrichsdorf, Todendorf, Ostermarkelsdorf, Niendorf og Presen består af blandet bolig og erhverv (overvejende beboelses- og landbrugsejendomme), mens Burg, Puttgarden, Landkirchen, Marienleuchte og Bannesdorf også har parcelhusområder. I Burg og Puttgarden findes desuden lejligheder og ferielejligheder, og Marienleuchte indeholder en kaserne og et sommerhusområde. Henholdsvis nordøst og øst for Puttgarden ligger en campingplads og et otteetagers hotel. Sidstnævnte benyttes primært af færgepassagererne til enkeltvise overnatninger. I flere af husene rundt omkring i undersøgelsesområdet udlejes desuden værelser til turister.

Industrikanter er koncentreret i det nordvestlige Burg og i mindre grad i den sydvestlige del af Puttgarden og i den sydlige del af Bannesdorf.

Offentlige institutioner ligger primært i Burg, og inden for undersøgelsesområdet ligger der en skole, en skadestue/sundhedscenter samt flere institutioner (bl.a. børnehaver) og administrationsbygninger. I udkanten af Puttgarden (sydlige retning) ligger også en skole med tilhørende sportsanlæg samt en daginstitution. Bannesdorf har desuden en kirke.

De største grønne områder i form af anlagt bevoksning, sportsanlæg samt have- og parkanlæg ligger i Puttgarden, Bannesdorf og Burg. Nærområder til beboelse anses desuden for at have en særlig funktion for befolkningen. Hertil tæller arealer inden for en afstand af 500 m fra boligen, og som ikke gennemskæres af større veje, der medfører en barrierevirkning.

Eksisterende belastninger

Eksisterende belastninger udgøres overvejende af støj, luftforurening, visuelle forstyrrelser og barriereeffekter. De stammer bl.a. fra hovedvej B207 og den parallelt forløbende jernbane, hvilke især går ud over områder i Puttgarden og Marienleuchte. Andre kilder kan være erhvervsområder og landbrugsproduktion (f.eks. svinefarm).

10.4 METEOROLOGI OG KLIMAMÆSSIGE FORHOLD

Meteorologi og klima influerer direkte på det samlede økosystem. Det har ikke mindst betydning for vurderingen af den faste forbindelses potentielle påvirkning af vandudskiftningen i Østersøen og for vurderingen af klimaændringernes indflydelse på planter og dyr. For regionalt og globalt klima henvises til kapitel 19 Klimapåvirkninger og klimaændringer.

Lokalklimaet er bestemt af de overordnede klimatiske forhold i regionen. Lokalt kan der være særlige forhold, som betinger lokal opvarmning eller afkøling af jordoverfladens plantedække via læ, turbulens og andre lokale vindforhold, skygge og refleksion mv. Lokalklimaet er vigtigt for menneskers trivsel og for planter og dyr.

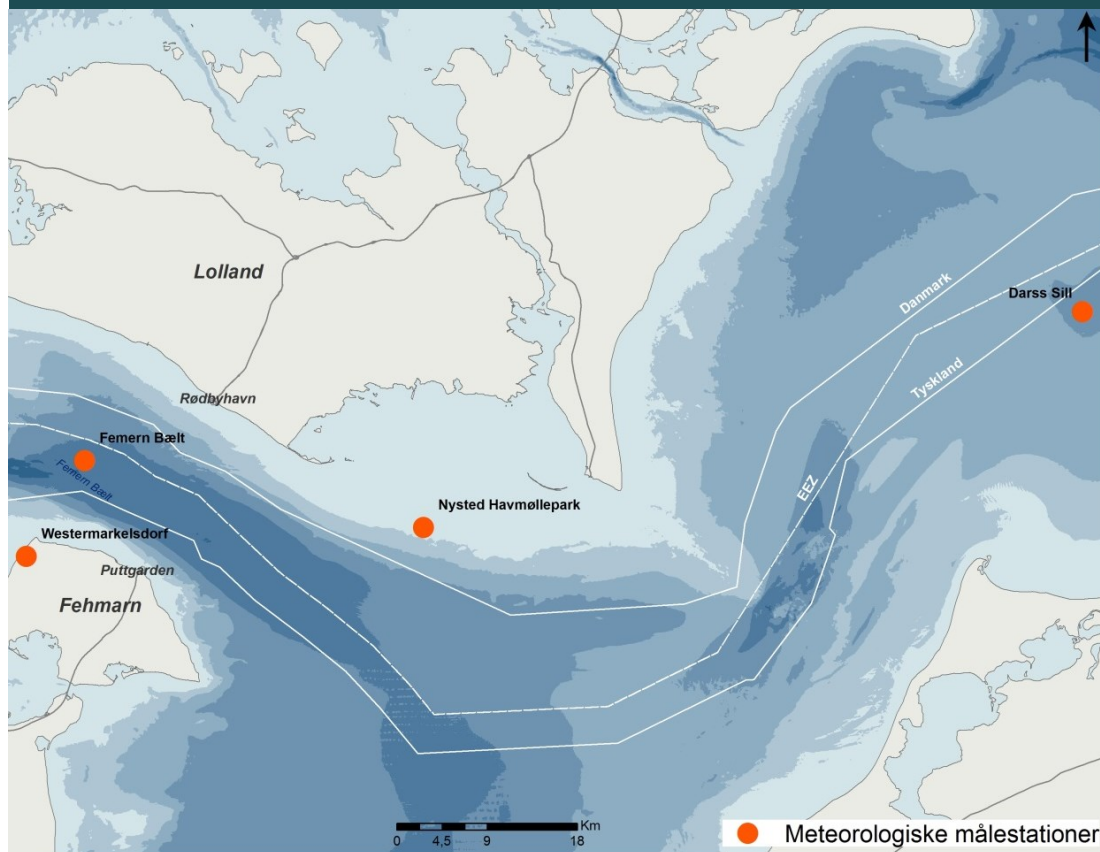
Datagrundlag og metode

Beskrivelsen af klimaforholdene bygger på informationer fra miljøundersøgelserne og litteraturstudier af meteorologiske data.

Nærmeste station i Danmark, som opsamler vind og vejrdato, ligger i Gedser på den sydlige spids af Falster.

Derudover kan data fra målestationen ved Westermarkelsdorf anvendes som datagrundlag til at karakterisere vejrforholdene i undersøgelsesområdet. Målestationen har, med undtagelse af perioden 1987 - 1996 været aktiv i perioden 1948 - 2010. Placeringen af de øvrige nærmeste meteorologiske målestationer er vist på figur 10.4-1.

FIGUR 10.4-1 Placering af målestationer



Eksisterende forhold

Lokale klimatiske forhold

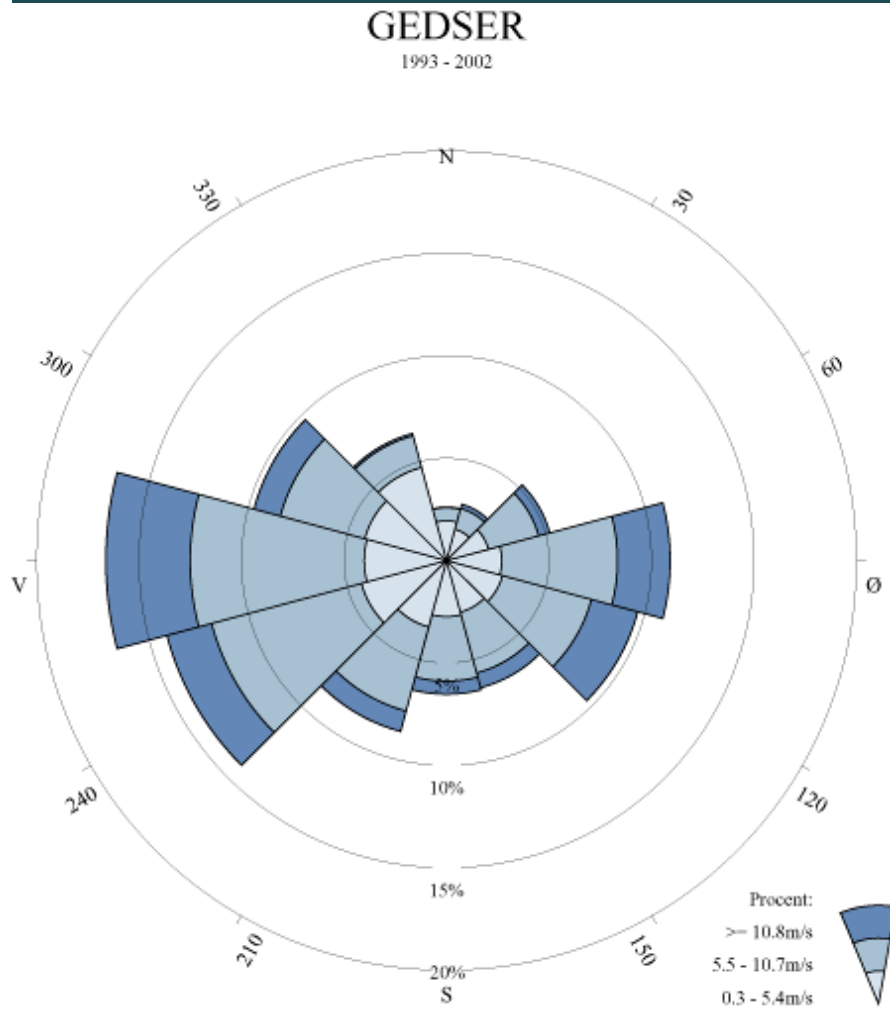
Klimaet i undersøgelsesområdet er tempereret kystklima. Den fremherskende vind kommer fra vest med kraftig vind i forbindelse med lavtryk vestfra. Vejret er også påvirket af fastlandsklima, når længere perioder med østenvind forårsager isvinter og hedeølger.

Vind

Vindforholdene over vand i Femern Bælt er kortlagt i perioden 2009 - 2010. Disse data er fundet repræsentative ved sammenligning med tilgængelige data fra Gedser, Nysted Vindmøllepark i Femern Bælt (juni 2004 - november 2005) og Darss-tærsklen (2000 - 2010) samt dataserien fra Westermarkelsdorf.

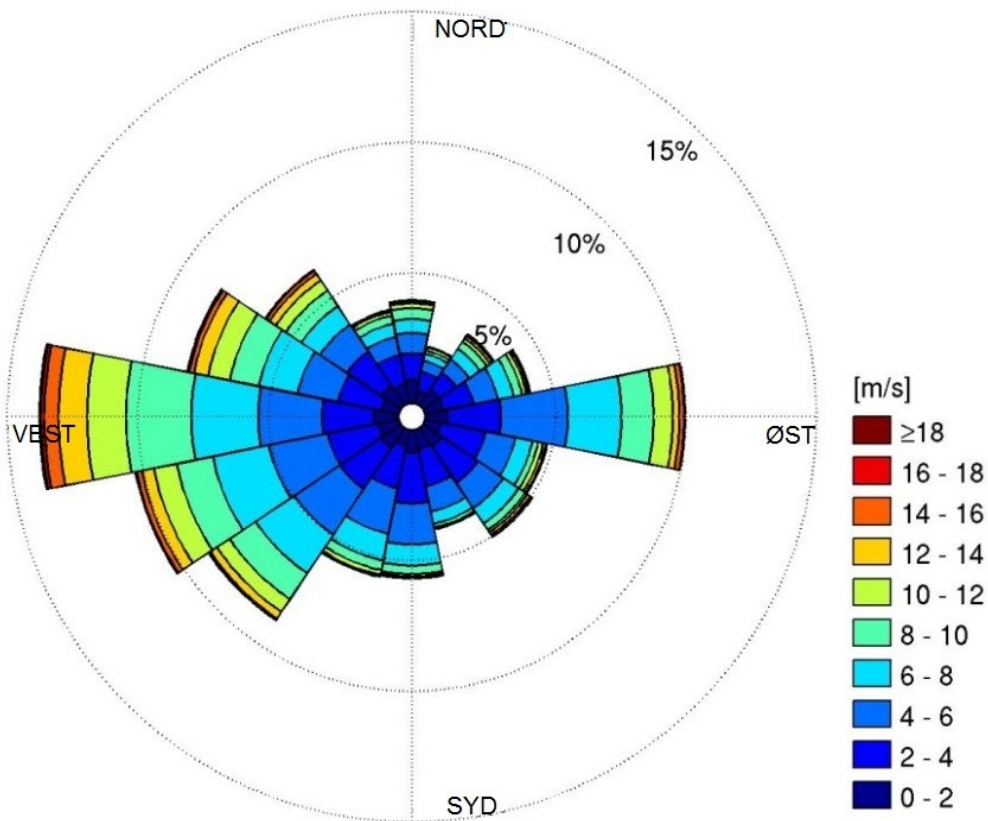
Af vindrosen for Gedser på figur 10.4-2 (DMI 2012a) fremgår det, at de primære vindretninger i området vest og sydvest og herefter øst og sydøst. Af figur 10.4-3 for Westermarkelsdorf fremgår det, at området er præget af vind fra vestlige retninger, men også af vind fra øst.

FIGUR 10.4-2 Vindrose for Gedser baseret på vinddata fra 1993 - 2002



FIGUR 10.4-3 Vindrose med dagmiddelværdier for vindhastigheder i Westermarkelsdorf, 1948 - 2010

Frekvensklasser for middelvindhastighed og -retning fra 1948 til 2010 ved Westermarkelsdorf



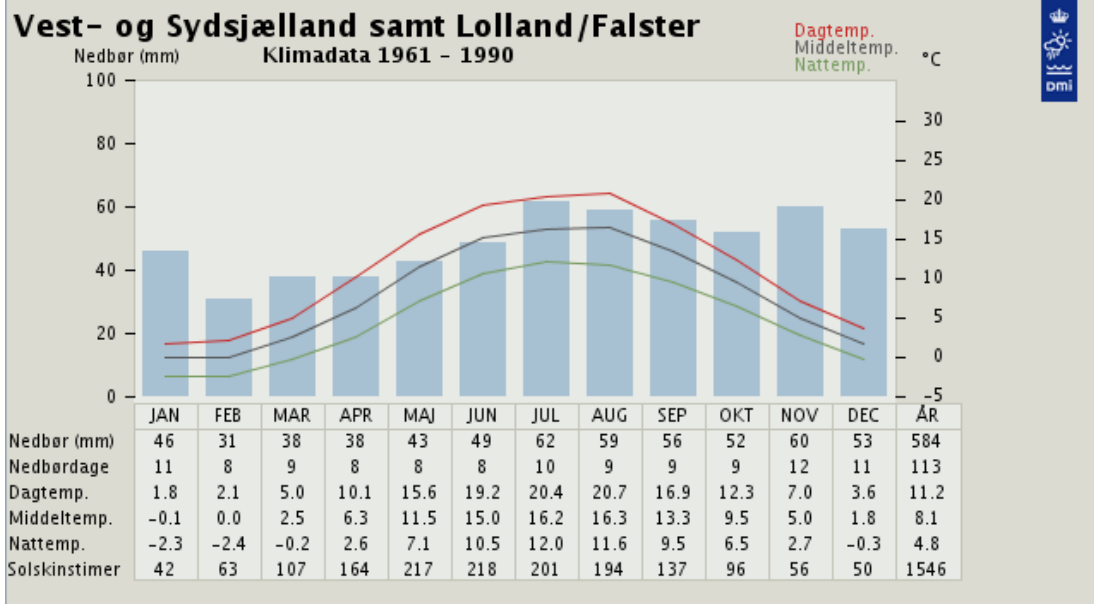
Temperatur, nedbør og solskinstimer

Gennemsnitlig temperatur, nedbør og solskinstimer i årene 1961 - 1990 fremgår af figur 10.4-4 (DMI 2012b). Området er sammen med Bornholm kendetegnet ved at være det område i Danmark med flest solskinstimer og højest middeltemperatur. Yderligere har området i perioden den mindste gennemsnitlige årlige nedbørsmængde.

Februar - april er den gennemsnitlige tørreste periode, mens nedbøren i resten af året er højere med små månedlige variationer. Nedbøren i løbet af sommeren har tendens til at være i byger og i korte intense regnskyl, mens regn i løbet af efteråret og vinteren er længerevarende og knytter sig til passagen af lavtryk.

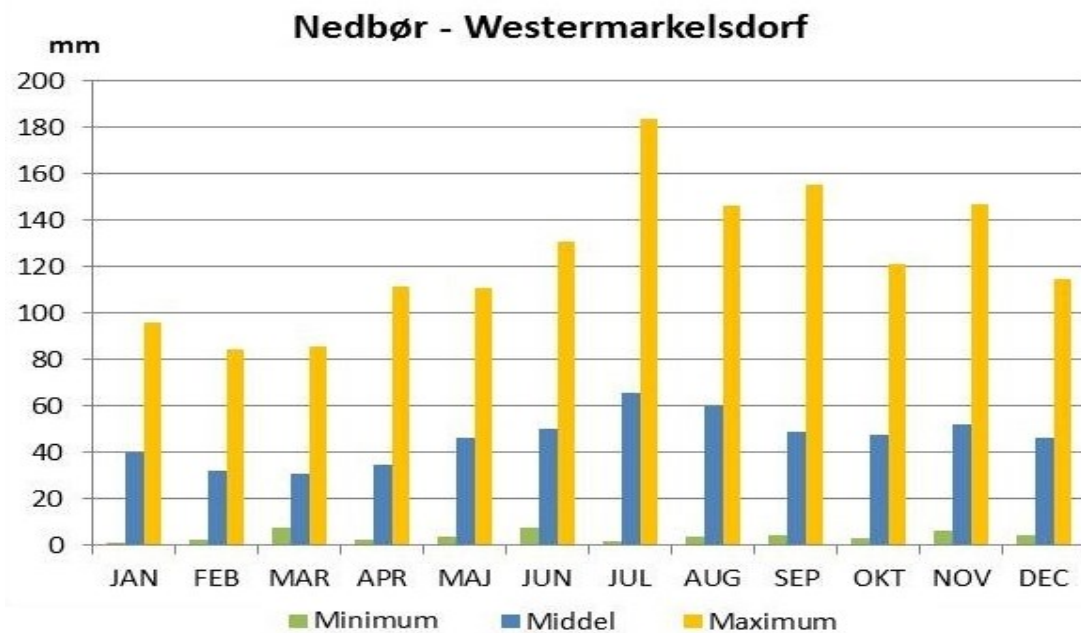
Den gennemsnitlige månedlige nedbør i Westermarkelsdorf varierer fra 31 mm i marts til 65 mm i juli (figur 10.4-5). Den højeste månedlige nedbør, målt i Westermarkelsdorf, var 183 mm i juli 1965, og den laveste var 1 mm i januar 1997.

FIGUR 10.4-4 Klimanormaler for Vest- Sydsjælland og Lolland/Falster



Kilde: DMI <http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/klimanormaler.htm>

FIGUR 10.4-5 Månedlig nedbør i Westermarkelsdorf, 1948 - 2010



Kilde: Deutscher Wetterdienst

10.5 GEOLOGI

Geologien i projektområdet har betydning for arten og størrelsen af sedimentspild ved opgravning og for karakteren af det materiale, som bliver anvendt til landindvindingerne. Geologi vedrører forholdene under jordoverfladen, omfatter jordens fysiske og kemiske egenskaber og jordens lagdeling, som afspejler områdets geologiske historie. Jordoverfladen på land og på havbunden

som biologiske levesteder er beskrevet i afsnit 10.2.2 Landskab og jordbund og 10.1.3 Sedimenter og bundformer.

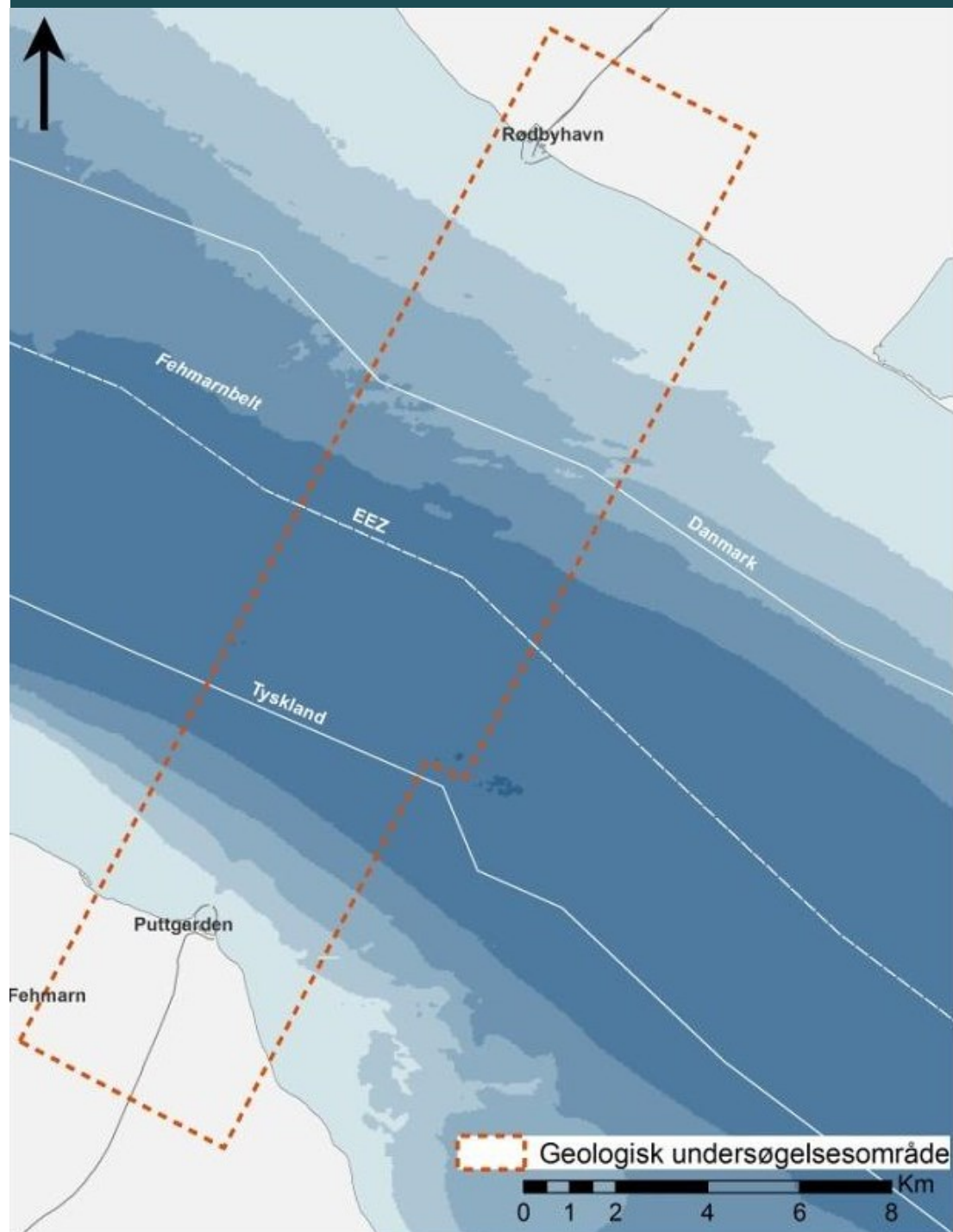
For en detaljeret beskrivelse af geologi se:

- Rambøll/Arup (2010) Summary of Geological Conditions. July 2010. GDR 01.3-002

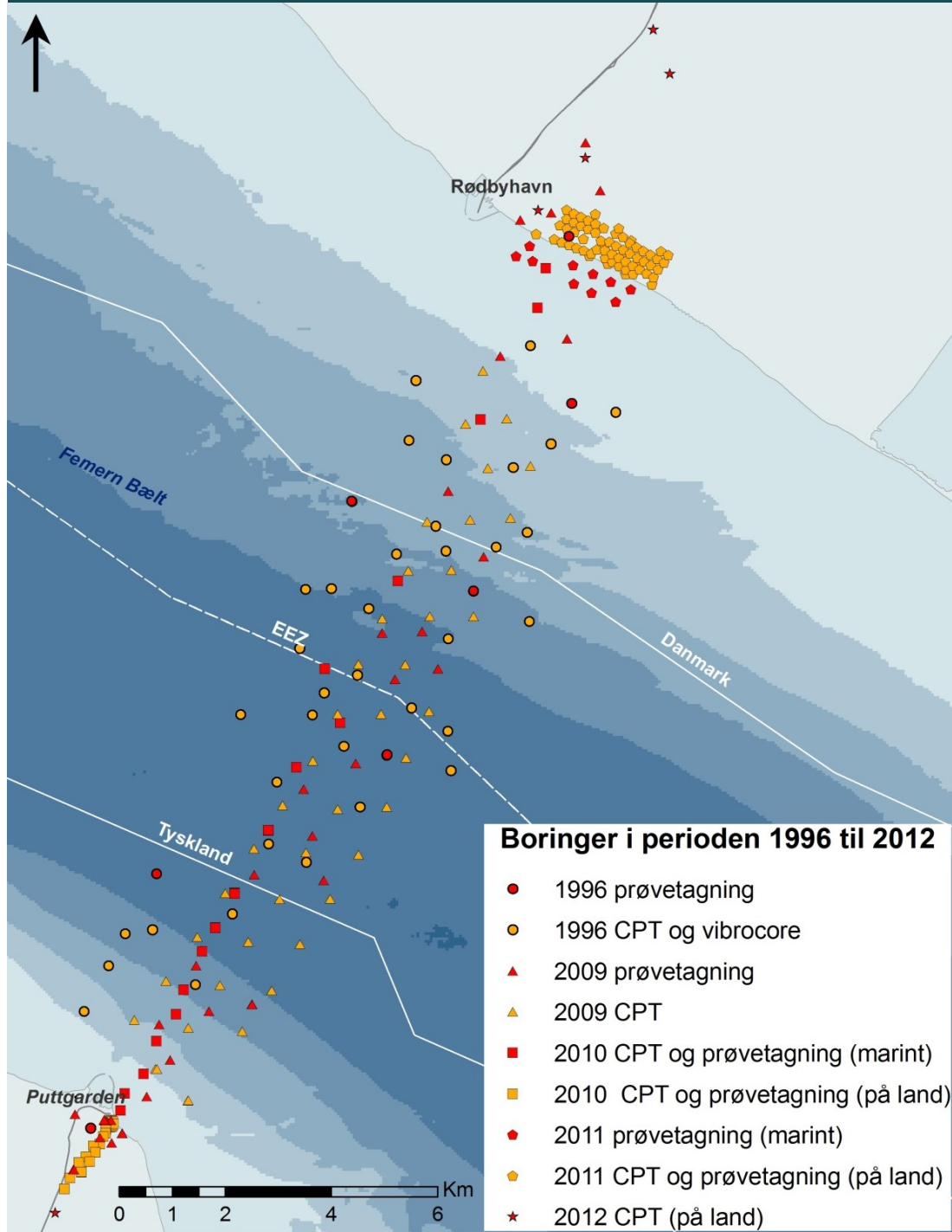
Datagrundlag og metoder

De geologiske forhold er beskrevet og dokumenteret på grundlag af litteraturstudier, geofysiske undersøgelser, boringer, mv. Undersøgelsesområdet for geologi er vist i figur 10.5-1 og strækker sig ca. 2,5 km på hver side af projektets linjeføring. Geologien er undersøgt ned til omkring 100 m's dybde, hvilket er betydeligt dybere end den dybde, som pæle eller jordankre vil nå. Placeringen af undersøgelsesboringer er vist i figur 10.5-2.

FIGUR 10.5-1 Undersøgelsesområdet for geologi



FIGUR 10.5-2 Placeringen af undersøgelsesboringer



Note: Boringerne har både bestået af vibrocore-boringer af de øvre jordlag (5 - 20 m dybe), hvor boringen presses og vibreres ned i undergrunden, og af Cone Penetration Test (CPT) boringer, hvor et kegleformet borehoved gennemtrænger undergrunden. Parallelt med dybtgående CPT boringerne (50 - 100 m dybe) er der foretaget boringer til udtagning af prøver af undergrunden

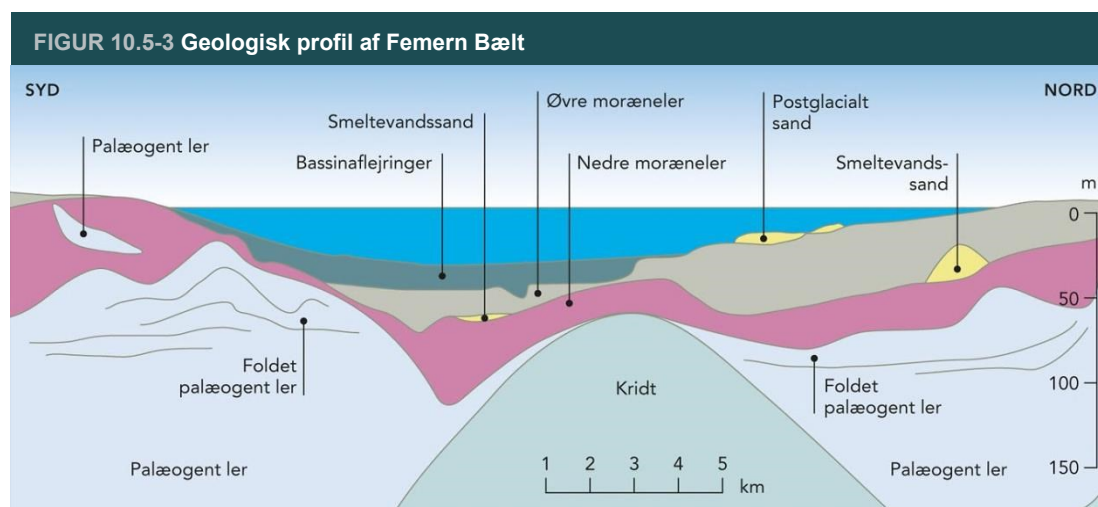
Eksisterende forhold

Femern Bælt er en del af Østersøen, hvis geologiske udformning og materialer er præget af kvartærtidens istider og Østersøens udvikling siden slutningen af den sidste istid.

I undersøgelsesområdet ses i større dybde, under istidernes aflejringer, de prækvartære aflejringer. Disse består af fede, palæogene leraflejringer, som dog i den centrale del af Femern Bælt er fortrængt af kridtidens ældre aflejringer, som er presset op af en underliggende saltpude. Kridtaflejringer ses derfor i det centrale Femern Bælt at ligge umiddelbart under istidens aflejringer.

Efter den sidste istids ophør for ca. 15.000 år siden har Femern Bælt frem til nutiden, under et generelt set stigende men også varierende havspejl, udgjort et forbindelsesområde mellem den centrale Østersø og Nordsøen. Som følge af det varierende vandspejl har den centrale Østersø vekslet mellem perioder som indsø og perioder som brakvandsindhav, og aflejringerne på havbunden består derfor både af ferskvandsaflejringer og egentlige havaflejringer.

Geologien i undersøgelsesområdet er vist i figur 10.5-3, som viser et geologisk profil parallelt med linjeføringen i Femern Bælt.



Følgende geologiske materialer ses i tværsnittet:

Kridt

Den ældste aflejring er kridt fra kridttidens yngre del og ligner skrivekridtet på Møns Klint. Kridtet ses i en kuppelformet formation midt i Femern Bælt, som er dannet ved bevægelser i et dybereliggende saltlag. Bevægelserne, hvis de stadig er aktive, vurderes til en størrelsesorden af 1 mm/år, hvilket er uden betydning for kyst-kyst projektet.

Palæogent ler

Palæogent ler findes i hele området undtagen over kridtkuplen. Der er tale om meget finkornet ler og højplastisk ler. I de øverste dele af aflejringerne har istidens is-strømme gennem området forstyrret og foldet leret, hvilket har påvirket materialets fysiske egenskaber.

Nedre moræneler

Denne usorterede og lerholdige is-aflejring har overvejende en middel plasticitet. I aflejringerne indgår flager og kiler bestående af højplastisk ler. Disse inklusioner repræsenterer større sammenhængende materialer, som isen ved sine fremstød gennem Femern Bælt har eroderet i underlaget og iblandet formationen af moræneler.

Smeltevandssand

Lag af smeltevandssand forekommer fortrinsvis i overgangszonen mellem den nedre og øvre aflejring af moræneler. Disse forekomster af smeltevandssand udgør sandsynligvis resterne af en mere udbredt smeltevandssandaflejring, som ved et efterfølgende is-fremstød gennem området er blevet bort-eroderet af isen.

Øvre moræner

Denne senere usorterede og lerholdige is-aflejring har overvejende en lavere plasticitet og meget stor fasthed.

Postglaciale aflejringer

Bassinaflejringerne i den centrale og dybere del af det nuværende Femern Bælt er sket efter den seneste istids ophør. Aflejringerne er sket i et ferskvands- og brakvandsmiljø med varierende marint præg, og materialerne består af varierende blandinger af sand, silt og ler med indslag af mere organisk rige materialer som tørv og gyttje (finkornet vandtransporteret organisk materiale).

Postglaciale sand

På den nuværende havbund ses dynamiske bundformer bestående af marint sand. Sandet repræsenterer materialer, som via vandløbene strømmer fra land eller som strøm- og bølgeaktiviteten i Bælthavet frigør ved erosion i den mere kystnære havbund og på kysterne. Dette sand indgår efterfølgende i de forskellige bundformer af sand, som de indgående og udgående vandstrømme i Femern Bælt løbende omlejrer i såvel østlig som vestlig retning.

10.6 STØJ UNDER VAND

Der er undersøgt baggrundsstøj i Femern Bælt for at kortlægge det eksisterende støjbillede. Undervandsstøj er en mulig kilde til forstyrrelse af marine pattedyr og fisk. Målingerne bruges til at modellere støjudbredelsen og som grundlag for senere vurdering af påvirkninger af anlægsstøj i anlægsfasen, som det er fastlagt i Scoping-rapporten.

Datagrundlag og metode

Målinger af undervandsstøj er blevet foretaget over ét år ved hjælp af selvregulerende lytte-bøjer. For at vurdere de nuværende støjbelastninger i Femern Bælt er der målt baggrundsstøj ved 28 stationer i Femern Bælt. Hydrofoner er blevet placeret ved de samme bøjer, som anvendes til undersøgelser vedrørende havpattedyr fra september 2009 - september 2010. Støjmålingerne er blevet sammenlignet med skibstrafik-data fra AIS (Automatic Identification System) for at kunne identificere specifikke støjkluder fra skibe (FEMM, 2013).

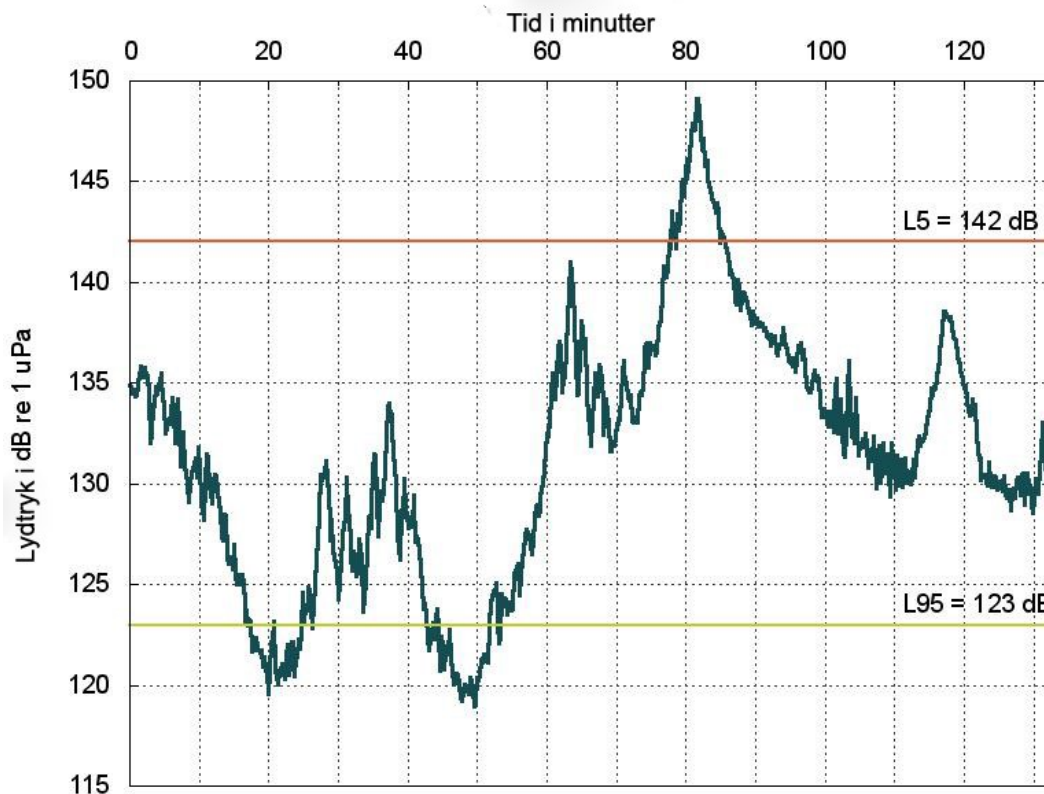
Eksisterende forhold

Den vigtigste kilde til undervandsstøj i Femern Bælt-regionen er skibstrafik. Støjniveauet i området varierer især i forhold til skibenes bevægelser og i mindre grad i forhold til støj fra naturlige kilder som f.eks. bølger.

Undervandslyd måles i decibel (dB), der siger noget om lydets intensitet. Decibel følger ikke en lineær skala, men en logaritmisk. Således svarer en forhøjelse på 3 dB til en fordobling i lydintensiteten. En lydbølge skaber et kortvarigt overtryk efterfulgt af et undertryk, og for at have relevans under vand skal lyd-intensiteten relateres til et tryk, der måles i enheden pascal. Reference-lydtrykket under vand er 1 μ Pa til forskel fra lyd over vand, hvor reference-lydtrykket er 20 μ Pa. 20 μ Pa svarer omtrent til et menneskes høretærskel ved 1 kHz. Støj under vand angives i dB re 1 μ Pa, hvor re 1 angiver, at reference-lydtrykket er 1 μ Pa og dB re 1 μ Pa, at der er tale om en decibel-skala. Forskellen i reference-lydtryk betyder, at decibel-niveauet ligger omtrent 26 dB højere under vand end over vand for det samme lydtryk, men det er ikke muligt at sammenligne lydtryk over og under vand, da luft og vand er to forskellige medier med forskellig massefylde, og samme lyd derfor vil opleves forskellig.

Måleenhederne kan variere afhængig af, om der er tale om kontinuert støj, som f.eks. en skibsskrue eller en lyd-puls, som f.eks. ved et slag, når der nedrammes pæle. I dette kapitel omtales kontinuert støj fra skibe, og måleenheden er dB re 1 μ Pa (Leq). Leq svarer til at angive det gennemsnitlige lydtryk over et tidsinterval, i dette tilfælde 10 sek.

FIGUR 10.6-1 Støjniveau i en to timers periode ved lytte-bøje A5 som funktion af tiden

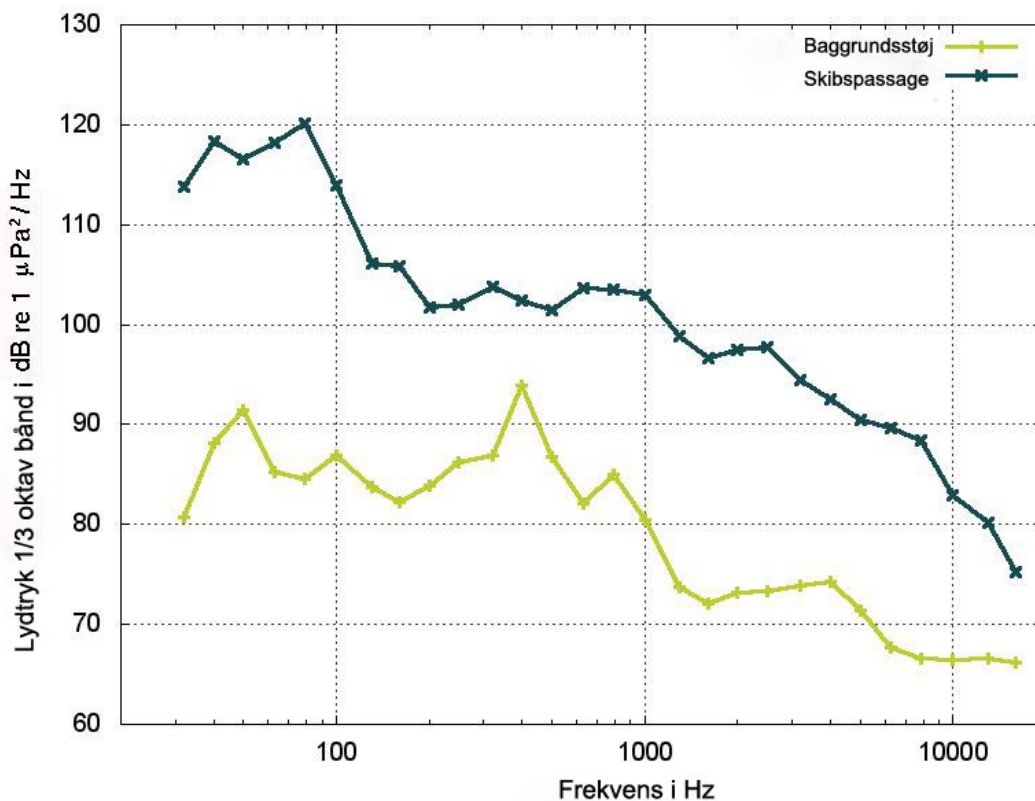


Note: I den pågældende to timers periode passerer et skib ved minut 81 ca. 500 m fra lytte-bøjen, hvilket ses ved, at der er en tydelig øgning af støjniveauet i minutterne op til og derefter et fald. Ved minut 49 registreredes ingen skibe i nærheden

Støjniveauet (lydtrykket) varierer mellem omkring 120 dB re 1 μ Pa og 150 dB re 1 μ Pa under skibspassagen (figur 10.6-1). Linjen, der viser L95 (95-percentilen), angiver det støjniveau, der overskrides 95 pct. af måleperioden. Linjen, der viser L5, angiver sjældne begivenheder, der kun overskrides 5 pct. af måleperioden.

Støj fra skibe er karakteriseret ved fortrinsvist at indeholde lavfrekvente lyde, hvilket kan ses på figur 10.6-2, der viser lyd-spektret for et skib, der passerer ca. 500 m fra lytte-bøje A5 i det centrale Femern Bælt. Lyd-spektret er vist som et 1/3 oktavs-spektrum, der angiver energien inddelt i 1/3 oktav intervaller. En oktav svarer til en fordobling af frekvensen.

FIGUR 10.6-2 Frekvens-spektrum for baggrundsstøj og ved et passerende skib ved lytte-bøje A5

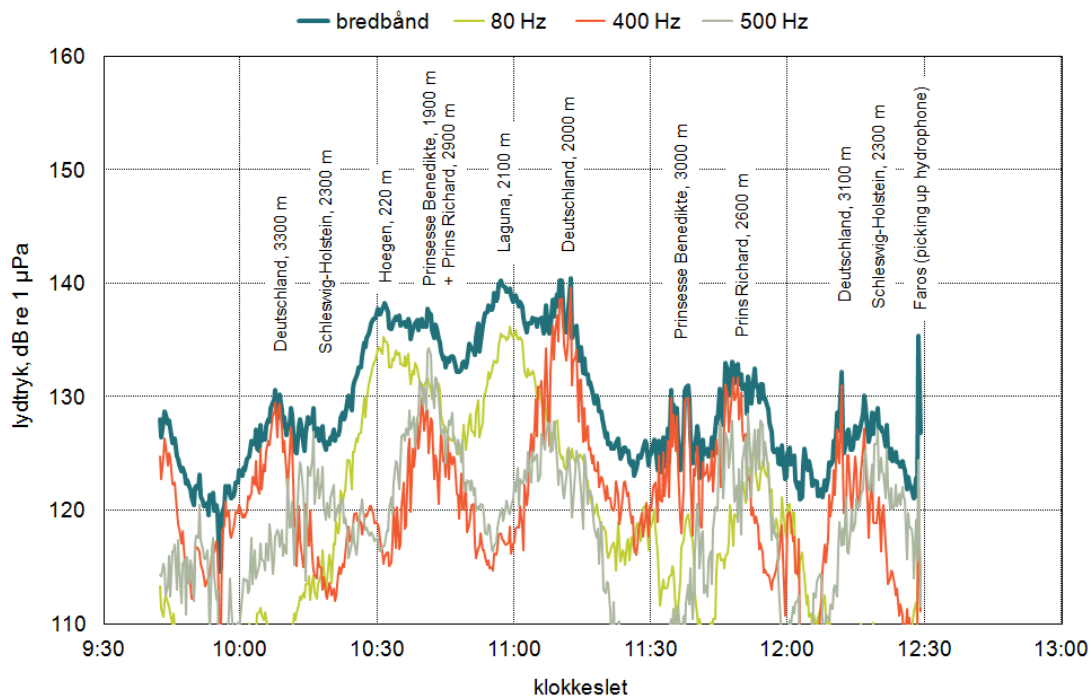


Note: Figuren viser et øjebliksbillede for 1/3 oktav spektret for den samme skibspassage, som er vist i figur 10.6-1. Den grønne graf viser frekvensspekret i en stille periode det 49. minut på figur 10.6-1, hvor der ikke kunne høres nogen skibe i nærheden af den pågældende lytte-bøje, svarende til en radius på ca. 5 km fra lytte-bøjen. Den blå graf viser frekvens-spekret ved selve skibspassagen, svarende til minut 81 på figur 10.6-1 Bemærk at skalaen på x-aksen starter ved 20 Hz, da dette er den laveste frekvens, der er målt

Som det ses af figur 10.6-2, er støjen fra en skibspassage kraftigst ved ca. 80 hz, og lydtrykket aftager jævnt op til 10.000 Hz (10kHz), hvor lydtrykket er omtrent 10 dB re 1 µPa højere end baggrunds niveauet.

Det er muligt at skelne de enkelte skibspassager i støjmålingerne ved, at der observeres en markant stigning i lyd niveauet. I figur 10.6-3 ses støjmålinger i det centrale Femern Bælt, og passager af navngivne skibe kan ses som toppe.

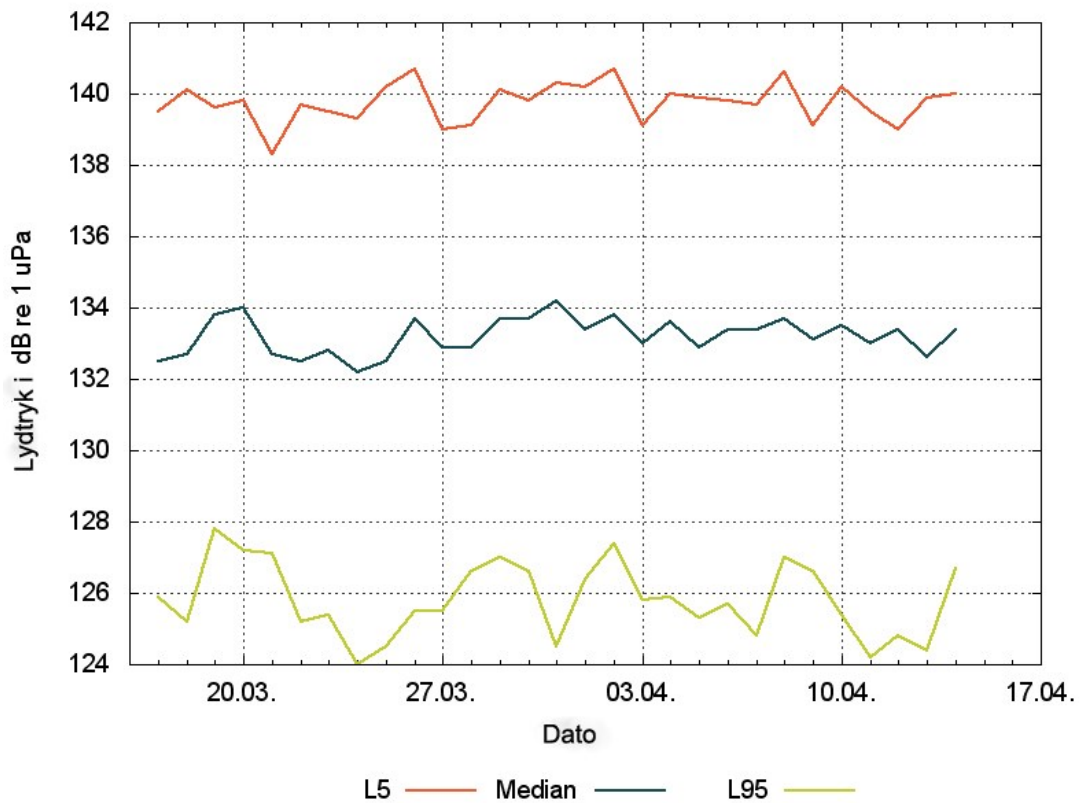
FIGUR 10.6-3 Støjniveau tæt ved den faste færgerute, 28. juli 2009



Note: Tidsserie af støjniveau i det centrale Femern Bælt. Navnet på det nærmeste passerende skib og afstand er indikeret. Lydtryk er angivet som bredbånd og i 1/3 oktav bånd for 80 Hz, 400 Hz og 500 Hz

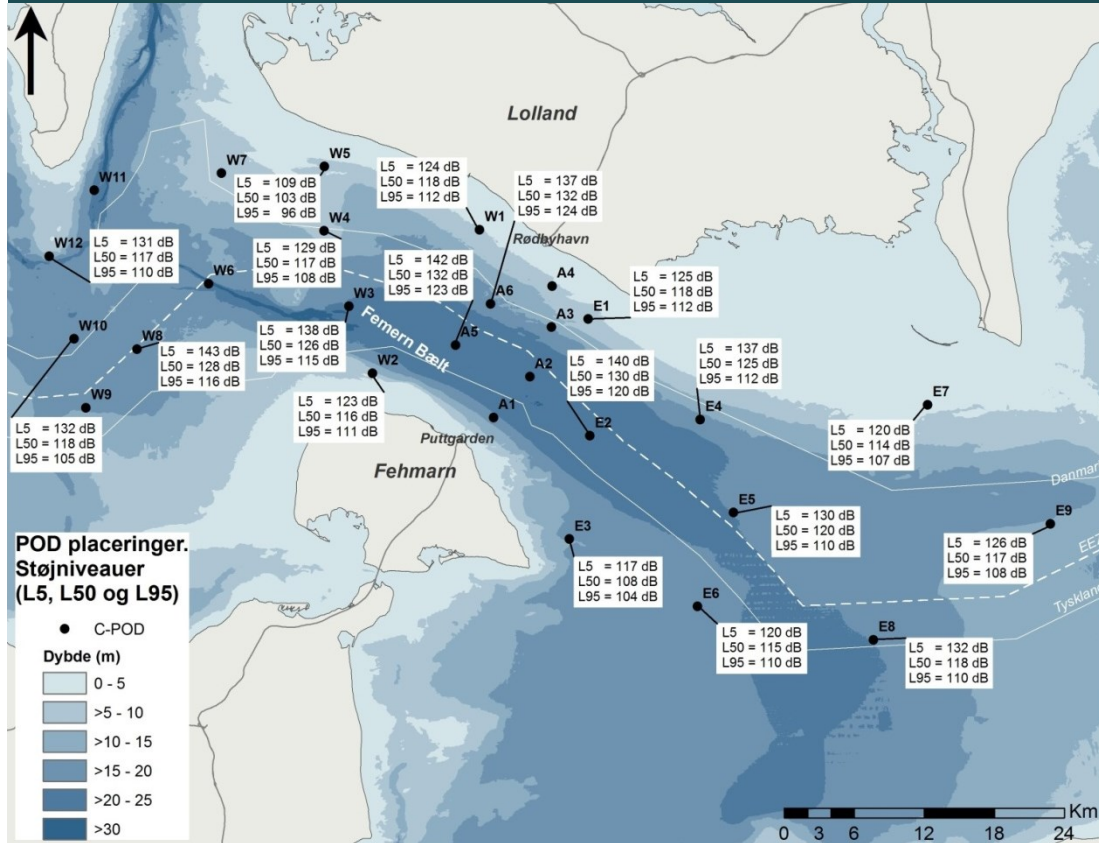
Den høje variation i lydtryk på en kort tidsskala udjævnes, når man betragter perioder over 24 timer. Variationen fra dag til dag er ikke mere end +/- 2 dB re 1 µPa for L95 niveauet og endnu mindre for L50 og L5. Daglig variation i støjniveauet for perioden marts - april 2010 kan ses i figur 10.6-4.

FIGUR 10.6-4 Daglig variation i støjniveau for perioden marts - april 2012



Figur 10.6-5 summerer undervands-støjniveauer målt over mindst en måned for 19 forskellige stationer i Femern Bælt. Hver station har af tekniske årsager ikke målt i lige lang tid, og nogle stationer har således kun målt støjniveauet over én måned, mens andre har målt i ét år.

FIGUR 10.6-5 Støjniveau i Femern Bælt målt af lytte-bøjer i Femern Bælt

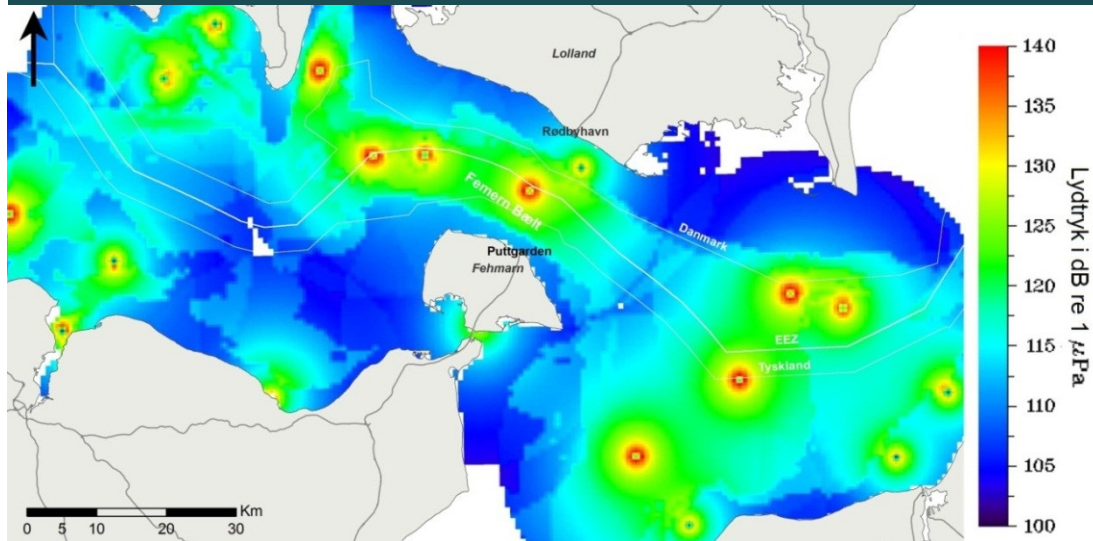


Note: Stationernes position svarer til dem, der er anvendt til akustiske undersøgelser for marsvin. L5, L50 og L95, angiver de stationer, hvor der har været placeret en lytte-bøje

Støjniveauet er højest langs den internationale sejlroute gennem Femern Bælt (T-ruten) og sejl-ruten mellem Rødbyhavn og Puttgården.

Baseret på antallet af skibe, der sejler i regionen, støjmålinger, sediment-type og vanddybde er der blevet udviklet en støjmodel for Femern Bælt-området. Lydudbredelsen fra hver enkelt kilde f.eks. et skib er modelleret i 750 x 750 m's celler for hele området. Figur 10.6-6 viser et øjeblik-billede i modellen for tidspunkt, hvor 20 skibe befandt sig i området.

FIGUR 10.6-6 Et øjeblikbillede af den modellerede støjuddbredelse for 20 skibe i Femern Bælt

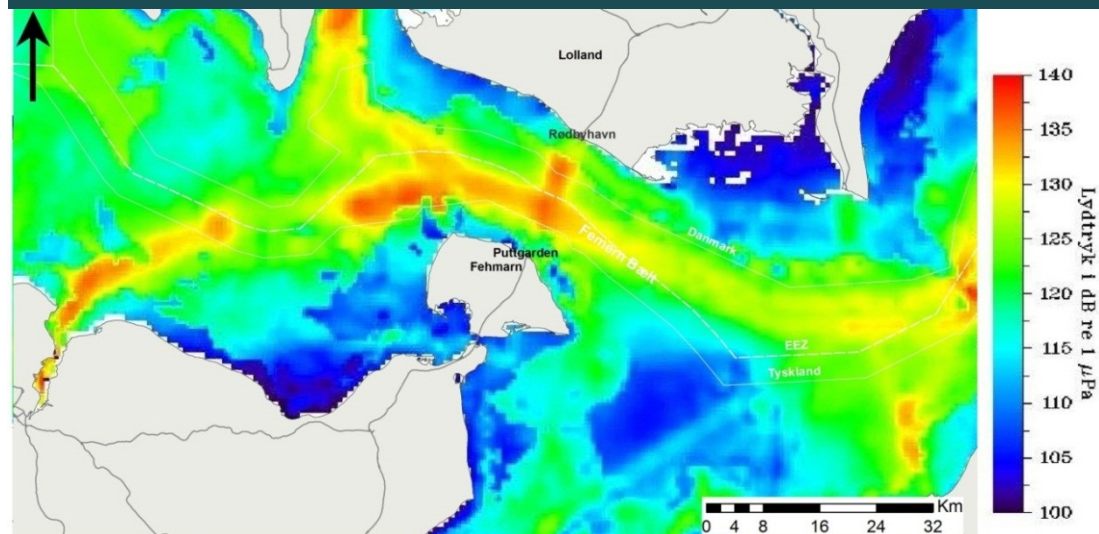


Note: Blå nuancer viser støjniveau under 110 dB re 1 μ Pa. Røde nuancer viser støjniveau over 135 dB re 1 μ Pa

Der er lille variation i støjniveauet i forhold til årstiden, hvilket hænger sammen med, at mængden af skibstrafik stort set er konstant. Modelleringen viser, at det gennemsnitlige støjniveau ligger mellem 103 og 132 dB re 1 μ Pa (RMS). Baggrundsstøjen ligger næsten konstant over 110 dB re 1 μ Pa i de mest trafikerede områder, da der passerer skibe hele tiden. Sammenlignes med andre undersøgelser af undervandstøj, overstiger niveauet ikke det, man finder i andre tæt trafikerede farvande. Målinger i Skotland viser således et gennemsnitlig støjniveau på mellem 104 og 119 dB re 1 μ Pa i et marint habitatområde stigende til 138 dB re 1 μ Pa i perioder med høj skibsaktivitet (Bailey et al. 2010). Nedwell et al. 2007 har målt baggrundsstøj ved fem havvindmøllefarme på Englands øst- og vestkyst og fandt et støjniveau så højt som 132 dB re 1 μ Pa.

Figur 10.6-7 viser den modellerede sum af lydtrykket over samtlige målte frekvenser i en 12 måneders periode. Lydtrykket kan som sagt være lavere ved specifikke frekvenser.

FIGUR 10.6-7 Kort over støjniveau i Femern Bælt



Note: Kortlægning er modelleret ud fra 12 måneders AIS-data for Femern Bælt i 2010

I områder med mudderbund absorberes en del af støjen i sedimentet, og er afstanden til skibet den samme, vil støjniveauet således være lidt lavere i områder med mudderbund, end hvis der er sand- og stenet bund.

10.7 REFERENCER

Akamatsu, T., Teilmann, J., Miller, L. A., Tougaard, J., Dietz, R., Wang, D., Wang, K. X., et al. (2007) Comparison of echolocation behaviour between coastal and riverine porpoises. *Deep Sea Research Part I—Topical Studies in Oceanography*, 54: 290–297.

BACC 2008 Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin, BACC Author Team, 1st ed. 2008. Corr. 2nd printing, 2008, XXII, 474 p.

Bagge O and Thurow F (1993). The Baltic cod stocks, fluctuations and possible causes. ICES, Cod and Climate Symposium, 14, 20pp.

Bailey H, Senior B, Simmons D, Rusin J, Picken GB, Thompson PM (2010) Assessing under-water noise levels during pile-driving at an offshore wind farm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* 60:888-897.

Baseline UVS, Feste Fehmarnbeltquerung Fehmarnbelt Fixed Link, juli 2011

Bekkevold D, Clausen LAW, Mariani S, André C, Christensen TB and Mosegaard H (2007). Divergent origins of sympatric herring population components determined using genetic mixture analysis. *Mar Ecol Prog Ser*, 337, 187–196.

Bellebaum, J., Grieger, C., Klein, R., Köppen, U., Kube, J., Neumann, R., Schulz, A., Sordyl, H. and Wendeln, H. 2010. Ermittlung artbezogener Erheblichkeits-schwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzuges im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen. Abschlussbericht. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ 0329948). Neu Broderstorf. 363 p

Berndt, R. K., K. Hein, B. Koop, S. Lunk. 2005. Die Vögel der Insel Fehmarn. Husum Druck- und Verlagsgesellschaft, Husum. 347 p

Bleil M, Oeberst R and Urrutia P (2009). Seasonal maturity development of Baltic cod in different spawning areas: importance of the Arkona Sea for the summer spawning stock. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 10-17.

Carl H og Møller PR (2012). Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, 55-64.

Caspersen, Ole Hjort og Anton Stahl Olafson, Oplevelsesværdier og det grønne håndtryk – en metode til kortlægning og udvikling af friluftsoplevelser i Hovedstadsregionen, By – og Landskabsplanserien nr. 27-2006, Center for Skov, Landskab og Planlægning KVL.

Colding 1881: Nogle undersøgelser over Stormen over Nord- og Mellem-Europa af 12te-14de November 1872 og over den derved fremkaldte Vandflod i Østersøen. Videnskabernes Selskabs Skrifter, Naturvidenskabelige matematiske Afdeling - NS 6.1.4

COWI (2013): Det danske tilslutnings- og rampeanlæg for en fast Femern Bælt forbindelse – Miljøkortlægning (baseline), Doc. E6TR00225

COWI, Det danske tilslutnings - og rampeanlæg for en fast Femern Bælt forbindelse, Femern A/S 2013

COWI-Lahmeyer (1998). Fehmarn Belt Feasibility Study Coast-to-Coast. Investigation of Environmental Impact; Environmental Evaluation of Soils; Technical Note, Additional Activity November 1998

Dietz, R., J. Teilmann, O.D. Henriksen & K. Laidre 2003. Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. Relative importance of the Nysted Offshore Wind

Farm area to the seals. National Environmental Research Institute Technical Report No. 429: 44 pp.

DMU 2011: Opslag i database for målinger udført under LMP eller BOP. http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoe-tilstand/3_luft/4_maalinger/5_database/hentdata.asp

DMI 2012a: Vindrose for Gedser, baseret på vinddata fra 1993-2002, kilde DMI <http://www.dmi.dk/dmi/GEDSERstor10.gif>

DMI 2012b: Klimanormaler for Vest- Sydsjælland og Lolland/ Falster, Kilde: DMI <http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/klimanormaler.htm>

Döös K., Meier H.E.M., Döscher R. (2004): The Baltic Haline Conveyor Belt or The Overturning Circulation and Mixing in the Baltic. *Ambio*, 33 (4-5), 261-266.

Durinck, J., Skov, H., Jensen, F. P. & Pihl, S. 1994. Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. EU DG XI research contract no. 2242/90-09-01, Ornis Consult report 1994, 110 pp

Dynesen C og Zilling L (2006). Femern Bælt-forbindelsen og miljøet. Miljøkonsultationsrapport til Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung samt Transport- og Energiministeriet.

FeBEC (2013): Baseline for Commercial Fisheries in Fehmarnbelt. Doc. E4-TR-035 Vol. II

FeBEC (2013): Baseline for Fish Ecology in Fehmarnbelt. Doc. E4-TR-038 Vol.

FeBEC (2013): Baseline for Recreational Fisheries in Fehmarnbelt. Doc. E4-TR-034 Vol. III.

FEBI (2013): Bird Investigations in Fehmarnbelt – Baseline Investigations and Evaluations. Volume I. Femern A/S

FEBI (2013): Bird Investigations in Fehmarnbelt Waterbirds in Fehmarnbelt Volume II., Femern A/S

FEBI (2013): Bird Investigations in Fehmarnbelt Bird Investigations in Fehmarnbelt. Bird Migration Volume III. Femern A/S

FEBI (2013): Bird Investigations in Fehmarnbelt Bird Investigations in Fehmarnbelt. Effect Studies at Baltic Sea Bridges 2009 / 2010. Femern A/S

FEBI (2013): Bird Investigations in Fehmarnbelt Bird Investigations in Fehmarnbelt. Effect Studies at Baltic Sea Bridges - Birds at Baltic Sea Bridges Spring 2009. Femern A/S

FEBI (2013): Bird Services Fauna and Flora - Bats, Bats of the Fehmarnbelt Area - Baseline, Femern A/S

Fehmarnbelt Environmental Consultants (DHI, VKI, IOW and LIC) (1996): Fehmarnbelt Feasibility Study, Technical Note, FEC Activity 5.2.4, Coastal Morphological Data Collection and Review. Prepared for COWI-Lahmeyer Joint Venture

FEHY 2013 Marine Soil Baseline – Sea Bed Morphology of the Fehmarnbelt Area E1TR0056 Vol I

FEHY 2013 Marine Soil Baseline – Sediment Chemistry of the Fehmarnbelt Area E1TR0056 Vol II

FEHY 2013. Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Marine Soil. Coastal Morphology along Fehmarn and Lolland – Baseline. E1TR0056 Volume III.

FEHY (2013). Marine Water - Baseline. Hydrography, Water Quality and Plankton of the Baltic Sea. Report No. E1TR0057 Volume I.

FEHY 2013. Marine Water Baseline. Suspended Sediment of the Fehmarnbelt Area E1TR0057 Volume III

FEHY (2013b) Marine Water - Baseline. Hydrography for the Fehmarnbelt area. Report No. E1TR0057 Volume II.

- FEHY (2013c) Marine Water- Impact Assessment. Hydrography, Water Quality and Plankton of the Baltic Sea. DHI/IOW Consortium in association with LICEngineering, Bolding & Burchard and Risø DTU.
- FEMA 2013. Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Marine Soil Baseline. Volume II. Seabed Chemistry of the Fehmarnbelt Area. Report No. E1TR0056
- FEMA (2013): Marine Biology – Baseline. Benthic flora of the Fehmarnbelt Area. Doc. E2TR0020 Vol. I.
- FEMA (2013): Marine Biology – Baseline. Benthic fauna of the Fehmarnbelt Area. Doc. E2TR0020 Vol. II
- FEMA/FEHY (2013): Fauna & Flora Baseline – Marine Biology - Water Quality and Plankton of the Fehmarnbelt Area - E2TR0020 Volume IV
- FEMA/FEHY 2013 Marine Water Baseline. Water Quality and Plankton of the Fehmarnbelt Area E2TR0020 Volume IV
- FEMM (2013): Marine Mammal Studies - Baseline, Baseline Investigations and Evaluations. Doc. E5TR0014.
- Femern 2010. Lolland and Fehmarn, land connection areas. Ground Water Conditions. GDR 01.5-001. November 2010.
- Femern A/S og LBV-SH-NL (2010): Forslag til miljøundersøgelserprogram for den faste forbindelse over Femern Bælt (kyst-kyst) VVM Scoping-rapport
- Femern A/S (2013). Umweltverträglichkeitsstudie der Festen Fehmarnbeltquerung. Entwurf, Femern A/S
- Fonselius S. H. 1969. Hydrography of the Baltic Deep Basins 111. Ibid. no. 23. 97 pp.
- Garthe, S., Schwemmer, P. 2005. Seabirds at Sea – Untersuchungen in den deutschen Meeresgebieten. Vogelwelt, 126: 67-74
- Garthe, S., Ullrich, N., Weichler, T., Dierschke, V., Kubetzki, U., Kotzerka, J., Krüger, T., Sonntag, N. & Helbig, A.J. 2003. See- und Wasservogel der deutschen Ostsee – Verbreitung, Gefährdung und Schutz. Bundesamt für Naturschutz, Bonn
- Garthe, S., Markones, N., Schwemmer, P., Sonntag, N. & Dierschke, V. 2008. Zeitlich-räumliche Variabilität der Seevogel-Vorkommen in der deutschen Nord- und Ostsee und ihre Bewertung hinsichtlich der Offshore-Windenergienutzung. MINOS plus, Schlussbericht Teilvorhaben 5 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- Geus (2009): Seismik, forår 2009 (boreprøver)
- Gilles A, Herr H, Lehnert K, Scheidat M, Kaschner K, Sundermeyer J, Westerberg U, Siebert U (2007) Teilvorhaben 2 - "Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee" (FKZ0329946C). In: Final Report of the Minos-plus projekt Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore-Windkraftanlagen (MINOSplus), Stralsund, Germany.
- Gilles A, Siebert U (2009): Erprobung eines Bund/Länder-Fachvorschlags für das Deutsche Meeresmonitoring von Seevögeln und Schweinswalen als Grundlage für die Erfüllung der Natura 2000-Berichtspflichten mit einem Schwerpunkt in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee - Teilbericht Visuelle Erfassung von Schweinswalen. Endbericht FTZ Westküste.
- Hammond P S, Berggren P, Benke H, Borchers D L, Collet A, Heide-Jørgensen M P, Heimlich S, Hiby A R, Leopold M F, Øien N (2002) Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology* 39:361-376.
- Havmølleparken Rødsand 2, figurbilag til udbudsmateriale/energinet.dk

Heide-Jorgensen MP, Teilmann J, Benke H, Wulf J (1993) Abundance and distribution of harbour porpoises *Phocoena phocoena* in selected areas of the western Baltic and the North Sea Helgol Marine Research 47:335-346.

HELCOM 1986: Water balance of the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings No.16.

HELCOM (2007). Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM Annex C-6 last update 2007, http://www.HELCOM.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/annex6/

HELCOM (2010a) Ecosystem Health of the Baltic Sea 2003 - 2007- HELCOM Initial Holistic Assessment. Baltic Sea Environment Proceedings No. 122

HELCOM (2010b) Baltic Sea Environment Proceedings No. 120B. Hazardous substances in the Baltic Sea. An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea.

Herr H., Fock H., Siebert U., (2009) Spatio-temporal associations between harbour porpoise *Phocoena phocoena* and specific fisheries in the German Bight, Biological Conservation Volume 142, Issue 12, December 2009, Pages 2962–2972

Hille S., Nausch G., Leipe T. (2005): Sedimentary deposition and reflux of phosphorus (P) in the eastern Gotland Basin and their coupling with the water column P concentrations. *Oceanologia*, 47, 1-17.

http://www.dongenergy.com/Nysted/DA/Om_parken/introduktion/Pages/Introduktion.aspx

http://www.naturstyrelsen.dk/Vandet/Havet/Raastoffer/Statistik_om_raastoffer/

http://www.naturstyrelsen.dk/Vandet/Havet/Raastoffer/Raastoffer_paa_havet/Indvindingstilladelser/

Hvidt, CB, Klaustrup, M, Leonhard SB, (2005). Monitoring Programme – Final Report 2004. Fish at the cable trace. Nysted Offshore Wind Farm at Rødsand. Bio/consult. Commissioned by ENERGI E2: 1-51.

Hyldtoft, N.E. (2009): Bag diger og dæmninger i Rødby Fjord. Museum Lolland-Falster

ICES (2008) Report of the Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME), 25–29 February 2008, St Andrews, Scotland, ICES CM 2008/ACOM:44. Jefferson T. A., Webber M. A., Pitman R. L., *Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification*, Academic Press 2008.

IfAÖ 2009. Bycatch of seabirds in gillnet and longline fisheries in the German Baltic Sea. FKZ 3507 85 090 Final Report commissioned by Bundesamt für Naturschutz. Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf, November 2009, 33 pp

Interviews med Peter Vimdum fra Rødby Sportsfiskeri Forening samt godsejer på Lidsø Gods Anders Henriksen som driver det meste af jagten på ca. 700 ha af Lolland (begge interviews er foretaget januar 2012)

Jakobsen FI. (1995). The Major Inflow to the Baltic Sea during January 1993. *Journal of Marine Systems*, 6 (3), 227-240.

Jensen, S.G. (2006): Rødsandformationerne – et studie af dannelse og dynamik. Eksamenprojekt. Geografisk Institut, Københavns Universitet.

Kahlert, J., K. Hüppop, O. Hüppop. 2005. Construction of a fixed link across Fehmarnbelt: preliminary risk assessment on birds. Commissioned by The Danish Ministry of Transport and Energy, and the German Federal Ministry of Transport, Building and Housing. NERI, DK. 86 p

Kahlert, J., Petersen, I.K. and Desholm, M. 2007. Effects on birds of the Rødsand 2 off-shore wind farm: Environmental Impact Assessment. NERI report

Kirchhoff, K. 1982. Wasservogelverluste durch die Fischerei an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. *Die Vogelwelt*, 103, 81-89

- Koop, B. 2004. Vogelzug über Schleswig-Holstein - Der Fehmarn-Belt - ein 'bottle neck' im europäischen Vogelzugsystem. Ornithologische Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg, e.V.
- Korpinen, S., L. Meski, J.H. Andersen & M. Laamanen (2012): Human pressures and their potential impact on the Baltic Sea ecosystem. *Ecological Indicators* 15: 105 – 114
- Koschinski S (2002) Current knowledge on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Baltic Sea. *Ophelia* 55:167-119.
- König J. (2004): Wassermassenaustausch durch den Fehmarnbelt. Diploma thesis, University of Kiel, unpublished.
- Köster FW, Möllmann C, Neuenfeldt S, Vinther M, StJohn MA, Tomkiewicz J, Voss R, Hinrichsen HH, Kraus G and Schnack D (2003) Fish stock development in the central Baltic Sea (1976-2000) in relation to variability in the environment. *ICES Marine Science Symposia* 219: 294–306.
- Lairm 2011: Fehmarnbelt Fixed Link: Summary of input data for air pollutant dispersion calculations, project number: 08104, Lairm Consult GmbH, 29.09.2011
- Lairm Consult GmbH, 2012: Feste Fehmarnbeltquerung - Schalltechnische Untersuchung
- Lass H.U., Matthäus W. (2008): General Oceanography of the Baltic Sea. In: Feistel R., Nausch G., Wasmund N. (Eds.): State and evolution of the Baltic Sea, 1925-2005. John Wiley & Sons, 5-43.
- Leppäranta M., Myrberg K. (2009): Physical Oceanography of the Baltic Sea. Springer.
- Lindau R. 2002: Energy and water balance of the Baltic Sea derived from merchant ship observations. *Boreal Environment Research*, 7, 417-424.
- Lolland Kommune (2011): Kommuneplan 2010-2022: http://www.lolland.dk/Politik_og_planer/Planer/Kommuneplan/Kommuneplan_2010_-_2022.aspx
- Lolland Kommune (2011), Kommuneplan 2010-2022 for Lolland Kommune kap. 12-13
- Lystfiskeri.dk,(2013), <http://lystfiskeri.dk/fiskepladserlist.asp?psearch=r%F8dby&psearchtype=>
- Meier H.E.M., Feistel R., Piechura J., Arneborg L., Burchard H., Fiekas V., Golenko N., Kuzmina N., Mohrholz V., Nohr C., Taka V.T., Sellschopp J., Stips A., Zhurbas V. (2006): Ventilation of the Baltic Sea deep water: A brief review of present knowledge from observations and models. *Oceanologia*, 48 (S), 133-164.
- Memo "Traffic forecast for 2025 and 2030 for the Fehmarn Belt Fixed Link and for the Zero Case (continued ferry service)", Femern A/S, version 16. November 2011.
- Matthäus, W., Nehring, D., Feistel, R., Nausch, G., Mohrholz, V., Lass, H.U., 2008, The inflow of highly saline water into the Baltic Sea. In Feistel, R., Nausch, G., Wasmund, N. (Eds.), State and Evolution of the Baltic Sea, 1952 – 2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 265-309.
- Miljøministeriet, Naturstyrelsen (maj 2013). vandplan 2010 - 2015 (forhøring), Østersøen, Hoved-vandopland 2.6. Vanddistrikt: Sjælland – forslag, 2011 rev. 2013 309 pp.
- Miljøstyrelsen 1984. Vejledning nr. 5/1984, Ekstern støj fra virksomheder.
- Miljøstyrelsen 2007a. Tillæg til Miljøstyrelsens vejledning nr. 1/1997, Støj og vibrationer fra jernbaner.
- Miljøstyrelsen 2007b. Vejledning nr. 4/2007, Støj fra veje.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein und Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (MLUR-SH & LU-MV) (2009): Bewirtschaftungsplan nach Art. 13 der Richtlinie 2000/60/EG für die Flussgebietseinheit Schlei/Trave

- Møller, J. D., Baagøe, H. 2011. En Vejledning. Flagermus og større veje. Registrering af flagermus og vurdering af afværgeforanstaltninger. Rapport 382 - 2011.
- Nabe-Nielsen J, Tougaard J, Sveegaard S, Dromph KM, Teilmann J, Dietz, R (2010) Modelling the effect of bridges on porpoise behaviour. Draft Report. National Environmental Research Institute Aarhus University, Roskilde, Denmark.
- Naturstyrelsen(2011).
<http://www.naturstyrelsen.dk/Naturbeskyttelse/Artsleksikon/Dyr/Fisk/Saltvandsfisk/Stoer>
- Nausch G., Feistel R., Lass H.U., Nagel K., Siegel H. (2005): Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2004. Meereswissenschaftliche Berichte, 62, 1-78.
- Nausch G., Feistel R., Lass H.U., Nagel K., Siegel H. (2006): Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2005. Meereswissenschaftliche Berichte, 66, 1-82.
- Nausch, G., Feistel, R., Umlauf, L., Nagel, K., Siegel, H., 2009, Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2008. Meereswissenschaftliche Berichte Warnemünde 77, 1-99.
http://www.io-warnemuende.de/tl_files/forschung/meereswissenschaftliche-berichte/mebe77_2008-zustand-hc-und-schwermetalle.pdf
- Nedwell JR, Parvin SJ, Edwards B, Workman R, Brooker AG, Kynoch JE (2007) Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters, Report
- N.I.T. FFL Einflussanalyse Tourismus (Fehmarn und Grossenbrode), februar 2010
- Nixon, S. W. (1995) Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, 41, 199–219.
- Novak, B. and Björck, S., 2002: Late Pleistocene - early Holocene fluvialfacies and depositional processes in the Fehmarn Belt, between Germany and Denmark, revealed by high-resolution seismic and lithofacies analysis. *Sedimentology* 49, 451-466.
- Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997 Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i det eksterne miljø, 1997
- Ortiz, M. and Arocha, F. 2004. Alternative error distribution models for standardization of catch rates of non-target species from a pelagic longline fishery: billfish species in the Venezuelan tuna longline fishery. *Fisheries Research*, 70, 275-297
- OSF (2004). Bericht über die 528. Reise des FFS“Solea“ vom 1.07. bis 12.07.2004. Untersuchungen zur demersalen Fischfauna in den für den Naturschutz bedeutsamen Gebieten vor der deutschen Ostseeküste mittels Grundschlepnetz. 6 p
- Petersen, I. K., T. K. Christensen, J. Kahlert, M. Desholm, A. D. Fox. 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report, commissioned by DONG Energy and Vattenfall A/S, DK. 166 p
- Piper, W. Kempf, N. & Laczny, M. 2007. Meeresenten im schleswig-holsteinischen Ostseebereich - Bericht der Flugerfassung 2005 und 2006. Commissioned by the Ministerium für Umwelt, Naturschutz und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel Germany. biola, Hamburg. 59 pp
- Rambøll/Arup (2010): Summary of Geological Conditions. May 2013. GDR 01.3-002
- Rambøll.R.S. (2011) Ship Traffic in Fehmarnbelt- Yearly Report 2009. Work in Progress.Internal Report, pp36.
- Riber HH and Raschke N (1999). Fehmarnbelt Feasibility Study Coast-to-Coast investigations, investigation of Environmental Impact. COWI-Lahmeyer, January.
- SCANS-II (2008) Small cetaceans in the European Atlantic and North Sea., Final report submitted to the European Commission under project LIFE04NAT/GB/000245, SMRU, St Andrews.

Scheidat M, Gilles A, Kock K-H, Siebert U (2008) Harbour porpoise *Phocoena phocoena* abundance in the southwestern Baltic Sea. *Endangered Species Research* 5:215–223

Schnack D (2003). *Fische und Fischerei in Ost- und Nordsee*. Meer und Museum 17, 96-103.

Schroeder, Th., Schaale, M. and Fischer, J. (2007) 'Retrieval of atmospheric and oceanic properties from MERIS measurements: A new Case-2 water processor for BEAM', *International Journal of Remote Sensing*, 28:24, 5627 – 5632

SCOS (2009) Scientific advice on matters related to the management of seal populations:2009. Sea Mammal Research Unit, University of St Andrews.

SEAS-NVE 2012.

Seifert T., Tauber F., Kayser B. (2001): A high resolution spherical grid topography of the Baltic Sea - 2nd edition. Baltic Sea Science Congress, Stockholm 25-29 November 2001, Poster #147, <http://www.io-warnemuende.de/iowtopo>.

Sejlsikkert.dk (bøjer)

Skov, H., Christensen, K.D., Jacobsen, E.M., Meissner, J. & Durinck, J. (1998): COWI-Lahmeyer. 1998. Fehmarn Belt Feasibility Study, Coast-to-coast Investigations. Investigation on Environmental Impact, Birds and Marine Mammals. Technical Report. Phase 2 Cowi-Lahmeyer/Ministry of Transport, Denmark/Bundesministerium für Verkehr, Germany. 79 pp

Skov, H., Heinänen, S., Žydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J., Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J. J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K., Luigujoe, L., Meissner, W., Nehls, H. W., Nilsson, L., Petersen, I.K., Roos, M. M., Pihl, S., Sonntag, N., Stock, A. and Stipniece, A. 2011. Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea. *TemaNord* 2011:550

Statens Istjeneste (1954-55). The state of the ice and the navigational conditions in the Danish Waters during the winter 1954-55. Published by Statens Istjeneste, Denmark.

Stefánsson, G. 1996. Analysis of groundfish survey abundance data: combining the GLM and delta approaches. *ICES Journal of Marine Science*, 53, 577-588

Storstrøms Amt, Kommunalplan 2005-2017, december 2005

Sveegaard S, Teilmann J, Tougaard J, Dietz, R, Mouritsen, K M, Desportes G, Siebert U (2010) High-density areas for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) identified by satellite tracking. *Marine Mammal Science*. 27: 230–246.

Søkort nr. 196 af 2007, Femern Bælt, samt opdaterede elektroniske søkort fra Søfartsstyrelsen over Femern Bælt af 2011

Teilmann, J. and M.P. Heide-Jørgensen 2001. Tællinger af spættet sæl og gråsæl 2000, Østersøen, Kattegat og Limfjorden. pp. 84-91. In: Laursen, K. (ed.). *Overvågning af fugle og sæler 1999-2000*. Danmarks Miljøundersøgelser.

Thiel R and Backhausen I (2006). Survey of NATURA 2000 fish species in the German North and Baltic Seas. In Nordheim von H.; Boedeker, D. and Krause, J.C (Eds.) *Progress in Marine - conservation in Europe. Natura 2000 Sites in German Offshore Waters*. Springer. Cpt.9: 157-178

Thiel R and Winkler HM (2007). Erfassung von FFH-Anhang II-Fischarten in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee – (ANFIOS). Schlussbericht über das F+E-Vorhaben für das BfN (FKZ: 803 85 220). Stralsund und Rostock, Mai 2007, 108 pp.

Thomas, L., Buckland, S.T., Rexstad, E.A., Laake, J.L., Strindberg, S., Hedley, S.L., Bishop, J.R.B., Marques, T.A. and Burnham, K.P. 2010. Distance Software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47, 5-14

Thompson, D. & Härkönen, T. 2008. Phocidae. In: IUCN 2011. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.1, <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/23179>. Downloaded on 19 September 2011

Tougaard, J. & Teilmann, J. 2006: Rødsand 2 Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment - Marine mammals. NERI Commissioned Report to DONG Energy. Roskilde, Denmark.

Vikingskibsmuseet (2011), Kulturgoder på havet: det marine område.

Walter U (1997). Fische, Fischerei und Garnelenfang in der Wismar-Bucht. Meer Museum 13:53-61.

Wieland P (1982): Untersuchung über Grundlagen zur Quantifizierung des natürlichen Erholungspotenzials der deutschen Wattenmeerküste. Rita G. Fischer Verlag, Frankfurt (Main)

Wiemann A, Andersen L W, Berggren P, Siebert U, Benke H, Teilmann J, Lackyer C, Pawliczka I, Skóra K, Roos A, Lyrholm T, Paulus K B, Ketmaier V, Tiedemann R (2010) Mitochondrial Control Region and microsatellite analyses on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) unravel population differentiation in the Baltic Sea and adjacent waters. Conservation Genetics 11:195-211.

Wood, S. N. 2006. Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman and Hall, London

Worsøe LA, Horsten MB og Hoffmann E (2002). Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU-rapport nr. 118-02

www.miljoeportal.dk

www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=129263

www.retsinformation.dk/Forms/.aspx?id=129263

www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=129263

Žydelis, R., Bellebaum, J., Österblom, H., Vetemaa, M., Schirmeister, B., Stipiece, A., Dagys, M., van Eerden, M., Garthe, S. 2009. Bycatch in gillnet fisheries - An overlooked threat to water-bird populations. Biological Conservation, 142, 1269-1281

Ærtebjerg, G., Andersen, J. H. and Hansen, O. S. (eds) (2003) Nutrients and Eutrophication in Danish Marine Waters. A Challenge for Science and Management. National Environmental Research Institute, 126 pp. <http://eutro.dmu.dk/>.