

Identifikation af potentielt velegnede  
områder for genetablering  
af stenrev i de sydøstlige dele  
af Storebælt

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**NIVA Region Sør**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**NIVA Region Innlandet**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**NIVA Region Vest**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Danmark**

Ørestads Boulevard 73  
2300 København S  
Telefon (45) 88 96 96 70  
www.niva-danmark.dk

Titel Identifikation af potentielt velegnede områder for genetablering af stenrev i de sydøstlige dele af Storebælt	Rapportnummer 6913-2015/DK1	Dato 15. september 2015
	Projektnr.    Udemr. 15127	Sider    Pris 22    -
Forfatter(e)  Jesper H. Andersen, NIVA Danmark Emilie Kallenbach, NIVA Danmark Zyad Al-Hamdani, GEUS	Fagområde Marin geøøkologi	Distribution Tilhører klienten
	Geografisk område Danmark	Tryk NIVA Danmark

Klient Slagelse Kommune	Reference NIMIK
----------------------------	--------------------

**Sammenfatning**

Formålet med denne rapport og de gennemførte analyser har været at udpege områder i det sydøstlige Storbælt, hvor der potentielt kan etableres stenrev. Baggrund for arbejdet har været et ønske fra Slagelse Kommune om på sigt at genetablere stenrev i kommunens kystområder. Rapporten, og dens anbefalinger, skal ses som et første trin i denne proces. Rapporten, der er gennemført i samarbejde med Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS), er baseret på data indsamlet i anden regi, først og fremmest projekterne BALANCE, EUSeaMap 1 og EUSeaMap 2. Disse data er specifikt analyseret med fokus på det sydøstlige Storbælt. Fokus i analyserne har været på økologiskrelevante data, bl.a. sedimenttyper, lysforhold, salinitet og eksponeringsgrad. På grundlag af disse data er der produceret høj-opløselige 'habitatkort', herunder identificeret de kombinationer af forhold, som er nødvendige, for at genetablere stenrev kan anses for stabile og for at der kan udvikles robuste samfund af dyr og planter. Endelig er der på baggrund af identifikationen af potentielt velegnede områder givet en række anbefalinger, som kan understøtte Slagelse Kommune i den videre proces.

Fire danske emneord	Fire engelske emneord
1. Stenrev 2. Storebælt 3. Naturgenopretning 4. Lys- og sedimentforhold	1. Boulder reefs 2. Great Belt 3. Nature restoration 4. Light and sediment conditions



Jesper H. Andersen  
Forskningschef og projektleder



Nikolai Friberg  
Forsknings- og afdelingsleder

Forskningsbaseret rådgivning

**Identifikation af potentielt velegnede områder  
for genetablering af stenrev  
i de sydøstlige dele af Storebælt**

Klient: Slagelse Kommune



## Forord

Formålet med denne rapport er at udpege områder potentielt velegnede til genetablering af stenrev, som er en EU-beskyttet naturtype, i de sydøstlige dele af Storebælt, specielt i de kystområder, der kan henregnes til Slagelse Kommune.

Udpegningen er foretaget på baggrund af eksisterende data fra blandt andet EMODnet delprojekterne om hhv. sedimentforhold og bentiske habitater.

Der har de senere år været et stigende fokus på stenrevs betydning for både natur- og miljøforholdene i de danske kystvande – blandt andet som følge af BlueReef-projektet nord for Læsø og Als Stenrev. Slagelse Kommune, som har finansieret rapporten og analyserne, har derfor ønsket en vurdering af, om der i kommunes farvande er områder, der potentielt kunne være velegnede for genetablering af huledannende eller spredte stenrev.

København, 15. september 2015

*Jesper H. Andersen*

---

# Indhold

<b>Sammenfatning</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>5</b>
<b>1. Baggrund</b>	<b>6</b>
<b>2. Metoder</b>	<b>8</b>
2.1 Biozone	11
2.2 Sedimentforhold	12
2.3 Salinitet	13
2.4 Eksponering	14
<b>3. Resultater og diskussion</b>	<b>15</b>
<b>4. Konklusioner og anbefalinger</b>	<b>16</b>
<b>5. Referencer</b>	<b>17</b>
<b>Bilag 1 – Naturtypen 1170 Rev</b>	<b>18</b>
<b>Bilag 2 – Lysforhold</b>	<b>20</b>

---

## Sammenfatning

Der er gennem de senest 10 år kommet et stigende fokus på naturtypen stenrev, dens betydning og beskyttelse. Blandt andet er der gennemført flere naturgenopretningsprojekter, ligesom stenrevs mulige betydning for miljøforholdene – som et supplerende virkemiddel i udvalgte iltsvindspåvirkede områder – har været italesat og delvist undersøgt.

Formålet med denne rapport og de gennemførte analyser har været at udpege områder i det sydøstlige Storbælt, hvor der potentielt kan etableres stenrev. Baggrund for arbejdet har været et ønske fra Slagelse Kommune om på sigt at genetablere stenrev i kommunens kystområder. Rapporten, og dens anbefalinger, skal ses som et først trin i denne proces. Arbejdet er gennemført i samarbejde med Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS) og er baseret på data indsamlet i anden regi, bl.a. BALANCE-, EUSeaMap 1- og EUSeaMap 2-projekterne. Disse data er specifikt analyseret med fokus på det sydøstlige Storbælt. Fokus i analyserne har været på økologisk relevante data, bl.a. sedimenttyper, lysforhold, salinitet og eksponeringsgrad. På baggrund af disse data er der produceret højopløselige 'habitatkort', herunder identificeret de kombinationer af forhold, som er nødvendige for at stenrev kan anses for stabile og at der kan udvikles robuste samfund af dyr og planter på og omkring eventuelt genetablerede stenrev.

Endelig er der på baggrund af identifikationen af potentielt velegnede områder givet en række anbefalinger, som kan understøtte Slagelse Kommune i den videre proces.

## Summary

Title: Identification of areas suitable for restoration of boulder reefs in the south-eastern Great Belt

Year: 2015

Authors: Jesper H. Andersen, Emilie Kallenbach & Zyad Al-Hamdani

Source: NIVA Denmark Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6648-1

During the last decade, there has been a growing interest in the role and conservation of the protected marine nature type 'stone reefs'. A number of restoration projects have taken place in Denmark and the potential role of stone reefs for environmental and conservation status has been analysed, e.g. with regard to their role as a supplementary measure in areas affected by seasonal hypoxia.

The objective of this report, and the analysis on which it is based, has been to designate areas of potential interest with regard to restoration of stone reefs in the south-eastern parts of the Great Belt, Denmark. The driver has been a long-term wish from Slagelse Municipality to potentially restore stone reefs in a potentially interesting and ecologically-relevant coastal waterbody. This report and the results should be seen as a first step in this process. The report, which has been written in collaboration with GEUS (The Geological Survey of Denmark and Greenland), is based on data from the BALANCE, EUSeaMap 1 and EUSeaMap 2 projects, which have been re-analysed with a specific focus on the south-eastern parts of the Great Belt, Denmark. Key focus was put on ecologically-relevant data sets, e.g. bathymetry, sediment types, light conditions, salinity and exposure. Based on this, we have produced high resolution broad-scale seafloor habitat maps including an identification of those combinations of features indicative of stable stone reefs with thriving benthic communities.

Finally, and based on the identification of areas potentially suitable for restoration of stone reefs, we recommend which next steps to consider if the long-term vision of restoring stone reefs is to be pursued by Slagelse Municipality.

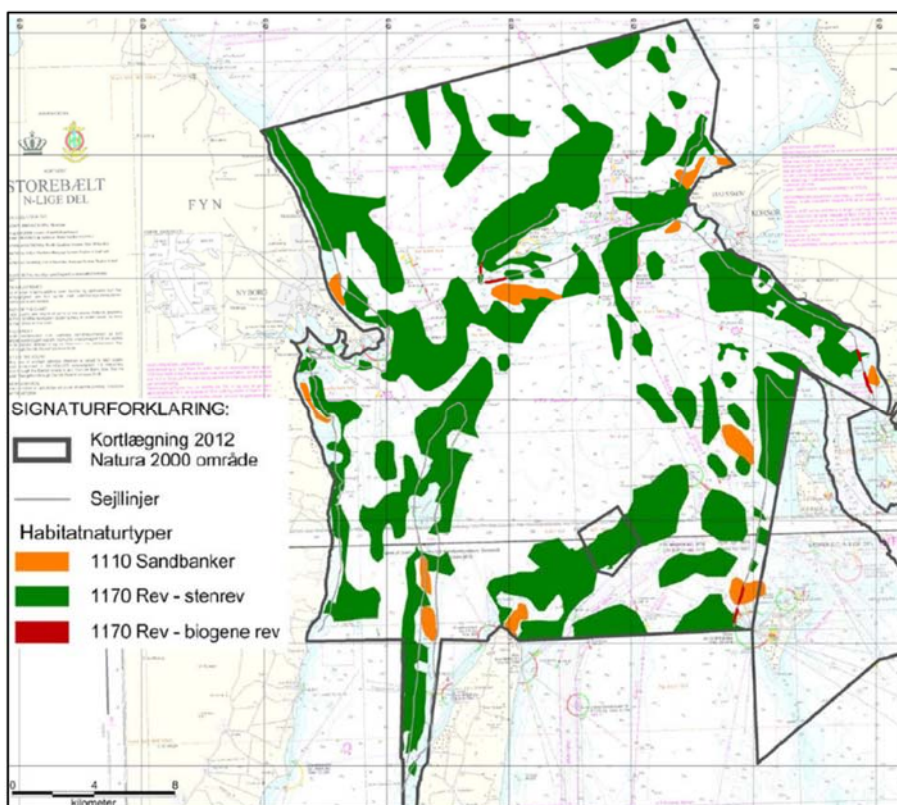
# 1. Baggrund

De danske stenrev er en naturtype, dannet under Weichsel-istiden for 70.000 til 10.000 år siden (Dahl *et al.* 2003b). Under denne periode var det østlige Danmark dækket af en gletscher, som medbragte sten- og klippemateriale. Ved afsmeltning blev dette frigivet og aflejret, hvorved der bl.a. dannedes stenrev.

Konkrete eksempler på stenrev i de sydlige dele af Storebælt findes dels vest og nordvest for Langeland, hvor to randmorænerygge bestående af stenet materiale fra den tidligere istid hæver sig fra havbunden og dels mellem Korsør og Sprogø (Nielsen *et al.* 2013). Tilsammen udgør disse et egentligt bakkestrøg, dannet ved glaciale processer. I dette område møder saltholdigt vand fra Kattegat brakvand fra Østersøen.

Stenrev er som naturtype omfattet af EU's habitatdirektiv fra 1992 og er derved beskyttet. En stor andel af de tidligere eksisterende stenrev har i imidlertid været udsat for stenfiskeri, primært i perioden 1920 til 1960, hvor de opfiskede sten blev benyttet til etablering af havnemoler, byggeri m.v. Eksakte værdier på hvor mange km<sup>2</sup> stenrev, der oprindeligt har været findes ikke, men det er tidligere estimeret, at der er fjernet omkring 32 km<sup>2</sup> huledannende stenrev og at de forskellige typer af stenrev (huledannende og spredte) nu udgør et samlet areal på omkring 1200 km<sup>2</sup> (Dahl *et al.* 2003b).

Natura 2000-området i det centrale Storebælt (figur 1), til trods for at der allerede forekommer flere stenrev i området, ifølge Naturstyrelsens miljørapport, vurderes som havende en 'ugunstigt tilstand' hvad angår stenrev, idet den økologiske funktion er truet pga. høj tilførsel af næringsstoffer, miljøfarlige stoffer, fiskeri med trawl og stenfiskeri (Anon. 2011).



**Figur 1**

Kort over habitatnaturtyper (Natura 2000-områder) i Storebælt (habitatområde nr. 100 centrale Storebælt og Vressen), med Natura 2000-områder indeholdende stenrev (Nielsen *et al.* 2013).



Jævnfør Dahl et al. (2003) er et stenrev ”et langstrakt område eller en grund, der hæver sig fra den omkringliggende havbund” og specificerer yderligere at hårdbundsrevet skal have en 5 % dækning af sten eller klippe i et areal på minimum 10 m<sup>2</sup> (Dahl et al. 2003b).

I habitatdirektivets definition (se bilag 1) skelnes der mellem biogene rev, der er af biologisk oprindelse f.eks. fra døde muslingeskaller eller rør fra kalkrørsormen, og geologiske rev dannet af sten, klippe m.v.:

*”Stenede eller biogene formationer under havoverfladen evt. blottede ved ebbe, som hæver sig fra havbunden i sublittoralzonen og kan nå op i littoralzonen, hvor der findes en ubrudt zonation af plante-og dyresamfund og forskellige konkretioner, skorper og belægninger og korallogene dannelser” (Anon. 2012).*

En særlig form for stenrev er de komplekse huledannende stenrev, hvor store sten ligger oven på hinanden, hvorved der dannes huler og sprækker, som tilbyder et bredt spektrum af forskellige habitater bl.a. ved både at rumme habitater, der er enten eksponeret for strøm eller hvor der findes strømlæ, som kan være i udsat for sollys og være totalt i skygge m.v. Grundet stenenes størrelse på de huledannende stenrev har disse været særligt udsat for stenfiskeri. Det vurderes, at der som nævnt er blevet opfisket omkring 32 km<sup>2</sup> huledannende stenrev, der derfor i dag er en sjælden naturtype som udgør et areal på omkring 2 km<sup>2</sup> (Dahl et al. 2003b, Støttrup et al. 2013).

### **Stenrevs betydning for biologien**

Stenrev er som nævnt en naturtype jf. habitatdirektivet, som er økologisk betydningsfulde, og der er derfor fastsat mål om en såkaldt ’gunstig bevaringsstatus’ for disse.

Tidligere tiders stenfiskeri i forening med den omfattende eutrofiering (næringsstofberigelse og -forurening) vanskeliggør imidlertid opfyldelse af kravet om gunstig bevaringsstatus i fjorde og kystnære områder. Der har dog gennem mange år været fokus på en reduktion af næringsstofforslerne og i de senere år også et begyndende fokus på forbedring af de fysiske forhold (Møhlenberg & Andersen 2013).

En af de væsentligste egenskaber ved et stenrev er det hårde substrat, der muliggør fasthæftelse af flerårige makroalger (tangplanter). Størstedelen af de danske makroalger findes i forbindelse med stenrev (Dahl et al. 2003b). Blandt disse findes repræsentanter fra både brunalger, grønalger og rødalger såsom sukkertang, gaffeltang, ledtang, skulptetang, kilerødblad, blodrød ribbeblad, klørtang m.v. (Nielsen et al. 2013). Disse makroalger bidrager til at skabe et komplekst økosystem, idet de fungerer som både skjul og fasthæftningssted m.m. for det øvrige fødenet. Desuden bidrager makroalgerne, hvis tilstrækkelige mængder af lys trænger gennem vandet, til en produktion af ilt ved bunden. Ilttilførslen til bunden suppleres af en øget opblanding af vandsojlen på grund af den øgede roughed af bunden, som forekommer qua stenrevenes fysiske struktur. En yderligere fordel ved øget ilttilførsel til bunden, er en øget bufferkapacitet i sedimentet, hvorved den interne næringsstof belastning mindskes (Møhlenberg & Andersen 2013).

Mængden af næringsstoffer er afgørende for stenrevenes økosystem. I eutrofierede områder vil en stor primærproduktionen i de øvre vandmasser resultere i, at mindre lys trænger ned til dybere vand, hvorved makroalgerne produktion og dybdeudbredelse vil blive lysbegrænset.

Også det faktum at makroalger binder fosfor og kvælstof i det flerårige væv, sikrer at færre næringsstoffer er tilgængelige for planteplankton, og derved skabes mulighed for at flytte primærproduktionen fra de øvre vandmasser til de nedre. Dette bidrager til, at mere sollys kan trænge ned og skabe bedre vilkår for de fasthæftede makroalger. Bedre lystilgængelighed opnås ligeledes gennem makroalgerne reduktion af strøm og bølger, hvorved sedimentationsraten og resuspension hhv. øges og reduceres hvilket resulterer i, at vandet bliver klarere (Støttrup et al. 2013).

Foruden de fysisk-kemiske fordele som et rigt makroalgensamfund bevirker, udgør de et sted, hvorpå fastsiddende fauna kan hæfte sig og drage fordel af at blive eksponeret for kraftigere strøm, end den der findes ved bunden, og derved opnår øget fødetilgængelighed. Makroalgerne selv udgør ikke en væsentlig fødekilde, idet de producerer kemiske stoffer og har svært omsættelige vævsstrukturer, hvilket gør dem

mindre attraktive som føde. Der sker dog græsning i et vist omfang fra bl.a. snegle, krebsdyr og søpindsvin.

Det er ikke kun på makroalgernes blade, at den høje biodiversitet findes. Også på selve stenrevene findes en høj diversitet af såvel fastsiddende organismer såsom søanemoner, havsvampe, blåmuslinger, søpunge og blødkoralen dødningehånd, der er specialiseret til at vokse på et hårdt substrat, som mobil fauna såsom søstjerner, strandsnegl, almindelig strandkrabbe, stankelbenskrabbe og pelagiske former som amphipoder (tangloppe), kommarejer, isopoder (tanglus) m.fl. (Dahl et al. 2003b).

Artssammensætningen på og omkring revet afhænger af dybden. Rev på dybt vand er ofte associeret med mindre tilgængeligt lys, hvorfor strukturen ændrer sig fra at være manglaget og kompleks til at være mere simpel og domineret af skorpedannende alger, såsom skorpeformede rødalger, der er tilpasset lave lysintensiteter, i stedet for algearter som søsalat, der har et stort lysbehov (Møhlenberg & Andersen 2013). Ligeledes sker der et skift fra et samfund domineret af primærproducenter til et faunadomineret samfund (Dahl et al. 2003a).

Den øgede fødetilgængelighed, der, grundet den øgede strukturelle kompleksitet, findes associeret med rev, betyder, at stenrev fungerer som fourageringsområde for fisk og marine pattedyr. Typiske stenrevsfisk er kutling og læbefisk såsom havkarusse, der dominerer på rev i lavt vand, torsk og savgylt på dybere vand og store torsk på dybe rev. I et farvand som Storebælt med relativ lav salinitet, vil man desuden kunne finde fiskearter såsom aborre og havørred (Støttrup et al. 2013). Fiskene tiltrækkes til området ved og omkring stenrevet, resulterende i en øget fiskebiomasse på disse sammenlignet med områder med blødt substrat (Stål et al. 2007). For fiskeyngel er revene også et foretrukket habitat, idet et veludviklet samfund af makroalger kan virke som skjulested, hvorved prædation fra rovfisk reduceres.

Men ikke udelukkende under vand, vil et stenrev kunne have positive effekter på natur og biologi. Et stenrev kan også være fødegrundlag for rastende fugle, der kan ernære sig af den rige fauna og flora associeret med stenrev. F.eks. er muslingebanker et biogent rev og et foretrukket rasteområde for flere andefugle.

Stenrev er således heterogene komplekse miljøer med forskellige habitattyper, der skaber grundlaget for en høj biodiversitet og høj biologisk produktion og biomasse. Der er altså en tæt kobling mellem geodiversitet og biodiversitet.

## 2. Metoder

I forvaltningen af de marine miljøer er det centralt at foretage en økologisk relevant underopdeling af forholdene, dels for at understøtte en økosystembaseret tilgang, dels for at skabe overblik over store og komplekse informationsmængder.

Hvad marine habitater angår er der forskellige aspekter, der kan tages i betragtning, heriblandt bathymetri, sedimentforhold, fotisk dybde, salinitet, iltkoncentration, eksponering, temperatur og strømhastighed (Al-Hamdani and Reker 2007). I forhold til den aktuelle undersøgelse af marine habitater i det syd-østlige Storebælt, herunder om de potentielt er velegnede for genetablering af stenrev, er datalagene bathymetri, sediment, fotisk dybde, eksponering og salinitet udvalgt. Bevæggrunden herfor redegøres der for i det følgende.

Bathymetrien er afgørende for mulighederne for placeringen af rev. Man skelner mellem kategorierne: (1) planer/flader, der er uniforme områder på en homogen havbund, (2) bassiner, der er lavninger på havbunden, hvor der sker en øget sedimentering resulterende i et blødt sediment, (3) render, der som ordet antyder, er lange smalle fordybninger i havbunden væsentlig lavere end den øvrige havbund og ofte

forekommer ved dybvandsstrømme, (4) dale og huller er ligeledes fordybninger i havbunden, (5) høje, der er forhøjninger fra havbunden, såsom plateauer, bjerge, banker, kamme og stenrev, (6) skråninger, der er arealer med en hældning på over 1% og endeligt (7) bølger og megakrusninger, der findes på sandbunde ved lave vanddybder, hvor havstrømme og bølger skaber bølgede overflader af sedimentet. For at opnå variation i de til stenrevet knyttede habitater, vil en placering af stenrevene på en skråning være optimalt, eftersom der således vil forekomme variationer i dybde, lys og salinitet, hvilket vil øge diversiteten. Det bathymetriske kortgrundlag kan ses i Bilag 1.

Substratet er ligeledes væsentlig at inddrage i planlægningen af etableringen af et rev, eftersom egnetheden som fundament for et stenrev, der selvsagt har en betydelig vægt, varierer mellem forskellige bundtyper. Sedimenttype inddeles i forbindelse med habitatklassifikations i klasserne: (1) mudder til mudret sand, (2) sand, (3) groft sediment, (4) blandet sediment og (5) sten og store sten. Sedimenttypen er illustreret på kortet i bilag 2. Den foretrukne sedimenttype til etablering af et stenrev er hårdbund (primært morræne), i modsætning til f.eks. mudder, da det er vigtigt at bunden kan modstå den tyngde, som stenrev bevirker (Møhlenberg & Andersen 2013). Såvel tykkelsen af sedimentet og den underliggende grund er af betydning for beregning af områdets bæreevne og dermed mængden af sten, der evt. kan lægges ud.

Marine samfunds struktur og funktion, herunder biomasse og biodiversitet, er i høj grad koblet til lysforholdene, hvorfor disse er inkluderet som et datalag. Lysintensiteten vurderes at være den primære begrænsende faktor for makroalgernes primærproduktion (Dahl et al. 2003b). Under den fotiske dybde, svarende til ca. 1 % af lysintensiteten ved overfladen, kan primærproduktionen på døgnbasis ikke overstige respirationen. Den fotiske dybde er dermed den omtrentlige grænse for primærproducenternes forekomst, og under denne dybde udgøres samfundet derfor af sekundærproducenter såsom bakterier og dyr. I den fotiske zone dominerer primærproducenterne heriblandt makroalgerne, men på grund af store variationer af lysets intensitet og kvalitet er samfundet ikke ensartet. I stedet ses en zonerings, eftersom makroalger har forskellige krav til lysintensitet afhængig af vækstform og pigmenter. I dette datalag skelnes der mellem fotisk zone og under fotisk dybde. Den fotiske dybde kan dog variere meget bl.a. afhængigt af mængden af planteplankton i de øvre vandmasser og mængden af partikulært og opløst materiale i vandet, der også er afgørende for lyskvaliteten. I kortlaget "Biozones" integreres lysfaktoren og definerer grænsen mellem infralittoral-zonen (hvis øvre grænse er den del af kysten, tættest på land, der altid er dækket af vand), der er domineret af alger og cirkalittoral-zonen med spredt algedække. Haloclinen (grænselaget der adskiller det salte bundvand fra det mindre salte overfladevand) definerer den dybe cirkalittoralzone, hvor samfundet er domineret af dyr.

Saliniteten eller saltholdigheden har ligeledes betydelig for organiseringen af de biologiske samfund. Dette på grund af at nogle arter har øget tolerance for lav salinitet (psu) ved f.eks. at have mindre thallus (løv) eller mindre celler, der reducerer deres sensibilitet for osmotisk stress (Russell 1985). Betragtes de danske farvande, ses en saltgradient med høje koncentrationer omkring 23 psu i Kattegat, til omkring 17-19 psu ud for Korsør og Skælskør til lave værdier omkring 7-8 psu i Østersøen ved Bornholm. I bilag 4 findes et kort der viser saliniteten ved bunden. Gradienten i salinitet afspejler sig i en tilsvarende gradient i artsrigdom. Til datalaget er et årligt gennemsnit af saliniteten ved bunden blevet anvendt til kortlægningen af de benthiske marine landskaber. På baggrund af nøglearter såsom Blæretangs (*Fucus vesiculosus*) krav til salinitet, er salinitet blevet inddelt i 3 forskellige klasser: oligohalin I (<5 psu), mesohalin II (12-20 psu) og polyhalin (20-30 psu). Det østlige Storebælt ligger således på grænsefladen mellem et mesohalint og et polyhalint miljø, hvilket er den nedre grænse for at kønnet formering og spredning af en række marine makroalger såsom Fingertang (*Laminaria digitata*) og pighuder såsom almindelig søstjerne (Al-Hamdani et al. 2007). Over denne salinitet kan de fleste arter eksistere og opretholde effektiv formering og spredning.

Endelig er eksponeringen med til at påvirke et plantesamfund, da kraftige bølger kan ødelægge thallus og løsrive fastsiddende organismer. Tre energiniveauer blev identificeret: lav, medium og højt.

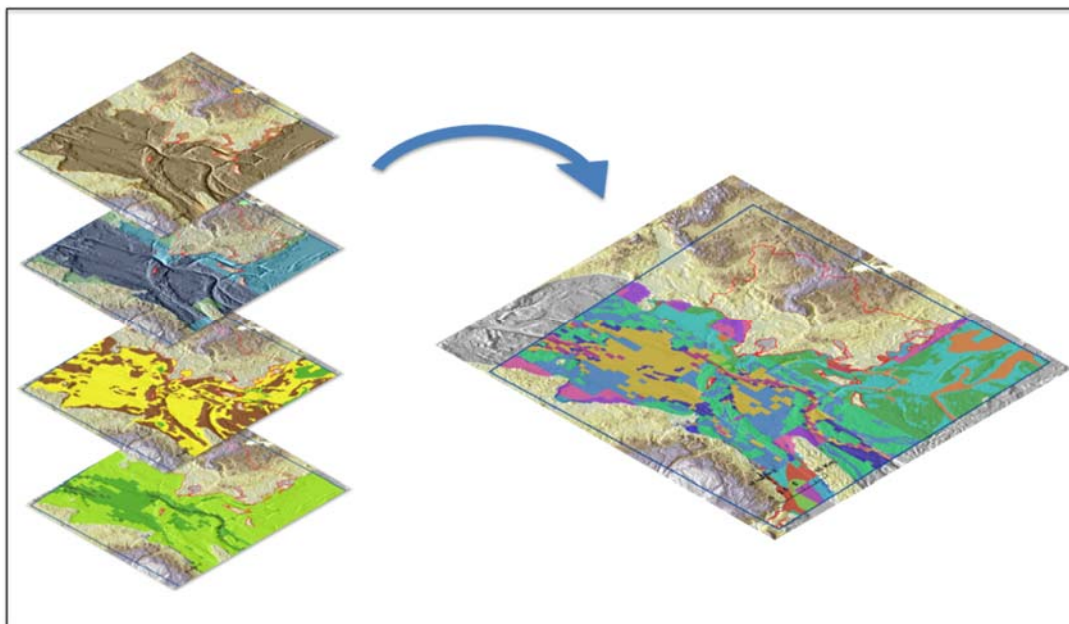
Således er hvert datalag, salinitet, fotisk dybde, sedimenttype og eksponering baseret på økologisk relevante grænser. Til dannelsen af habitatkortet er disse datalag, fra et udvalgt areal dækkende de marine områder ud for Slagelse kommune (Fig. 3), blevet harmoniseret og efterfølgende vha. 'raster map'-algebra

blevet kombineret i GIS (Fig. 4). Herved bliver et grid-kort dannet med kvadrater, som hver dækker et areal på 250\*250 meter, som danner grundlag for en faglig forankret vurdering af en optimal placering af et huledannende stenrev. Datalagene stammer fra EUSeaMap 2 og er bearbejdet af GEUS med fokus på de sydøstlige dle af Storebælt (fig. 2).



**Figur 2**

Illustration af det marine område, der i nærværende rapport bliver anvendt til vurdering af potentielt velegnede områder for etablering af stenrev.

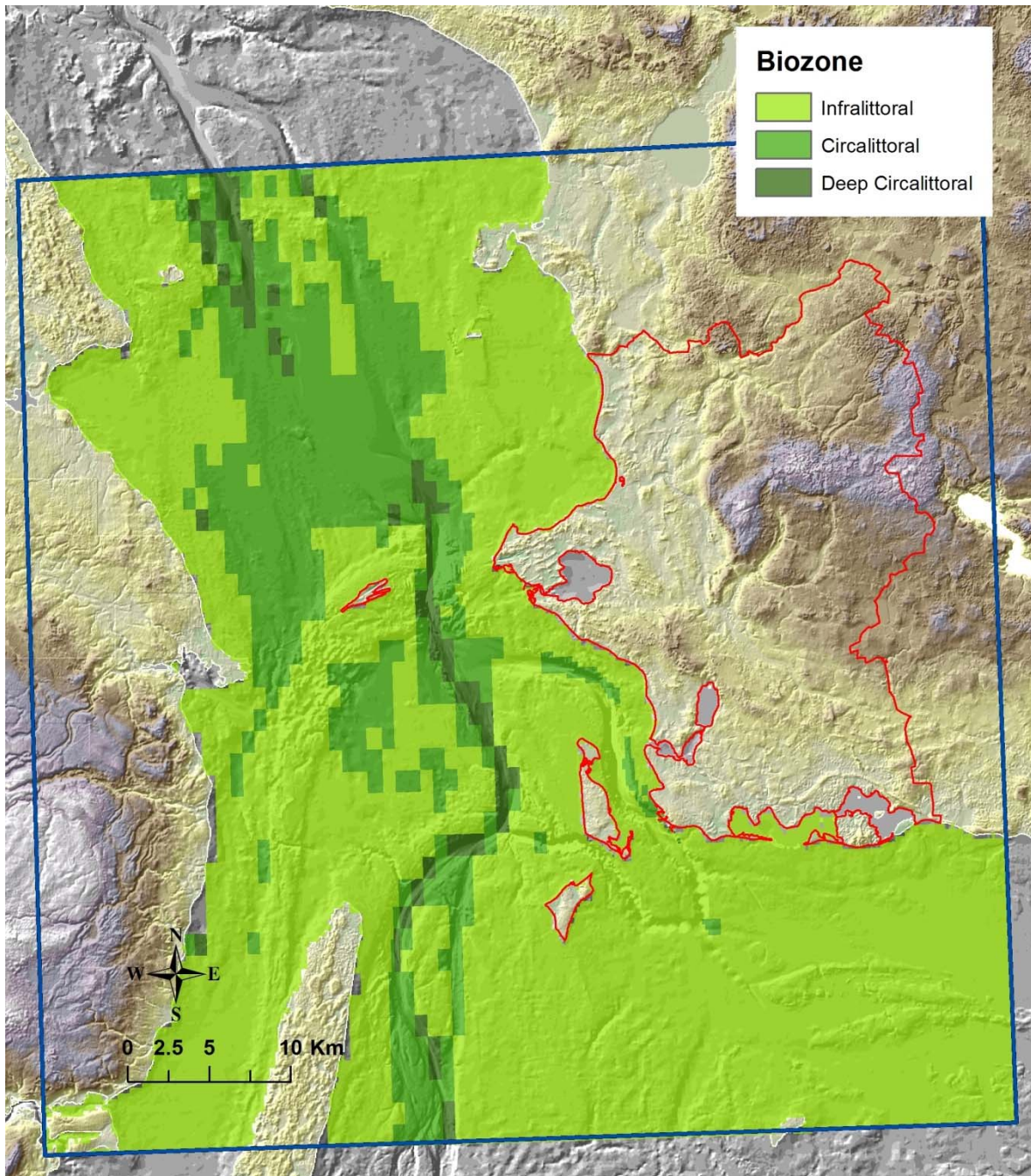


**Figur 3**

Illustration af 'kombinations'-metodikken (overlay), som er beskrevet i BALANCE-rapporten.

## 2.1 Biozone

I forhold til biozone, der er klassificeret i forhold til lys, fremgår det, at de fleste områder er velegnede til etablering af stenrev idet, tilstrækkelige mængder af lys trænger ned gennem vandsojlen og tillader vel-etablerede samfund af makroalger (Fig. 4). Kun i dybvandssejlrenden forekommer der en zone uden tilstrækkelige mængder lys, kaldet den dybe cirkalittoralzone. Se også bilag 2.

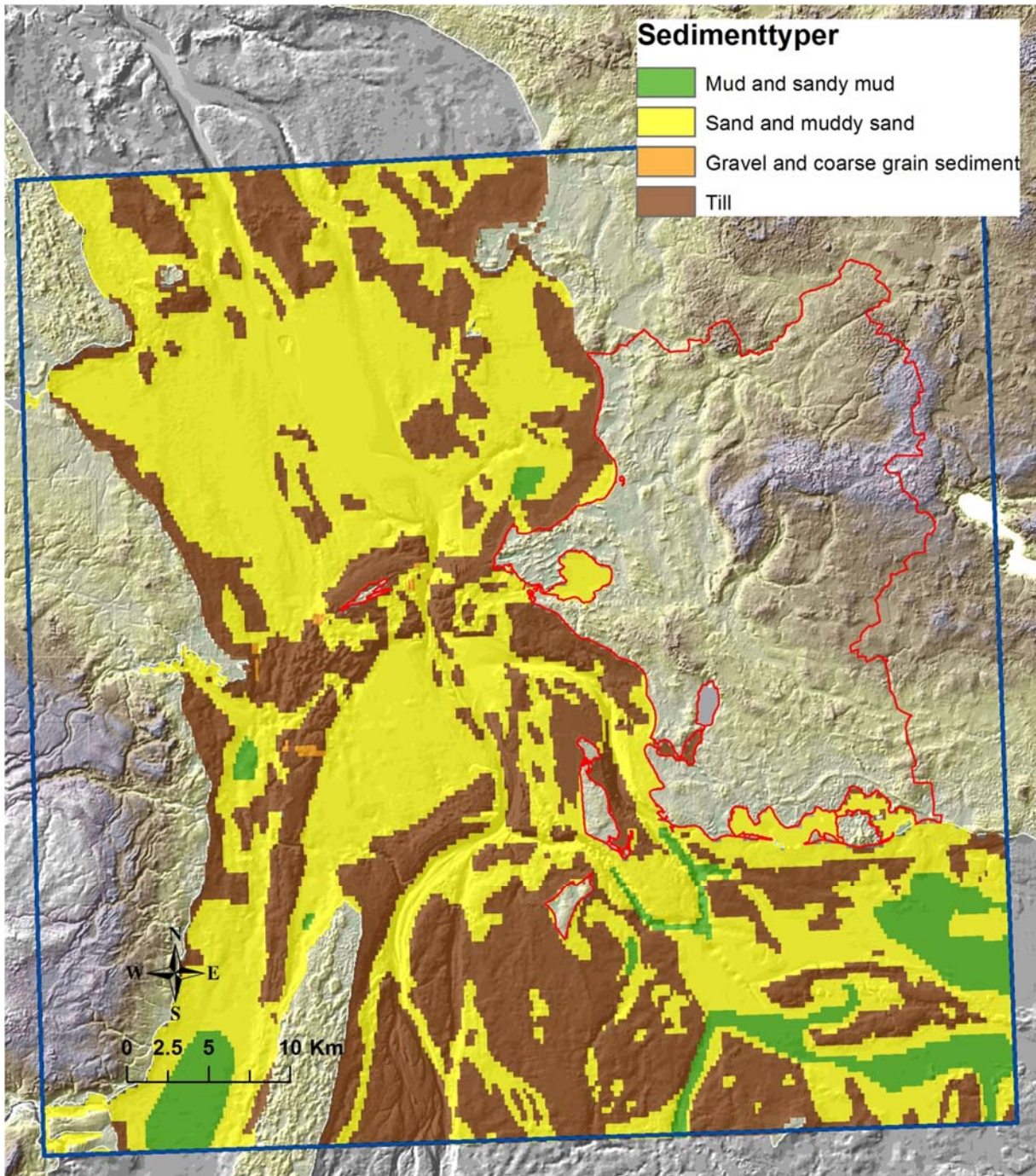


**Figur 4**

Biozonekort for SØ Storebælt ud for Slagelse kommune. Zonerne ”infralittoral” og ”cirkalittoral”, er i forhold til lys, velegnede for etablering af stenrev.

## 2.2 Sedimentforhold

Sedimenttypen i Bælthavet ud for Slagelse kommune er domineret af sand og mudder, men også store områder med moræne (till). Disse findes primært langs kysten (fig. 5), og er den eneste egnede substrat-type i dannelsen af et stenrev, idet det kan modstå vægten fra de tunge sten.

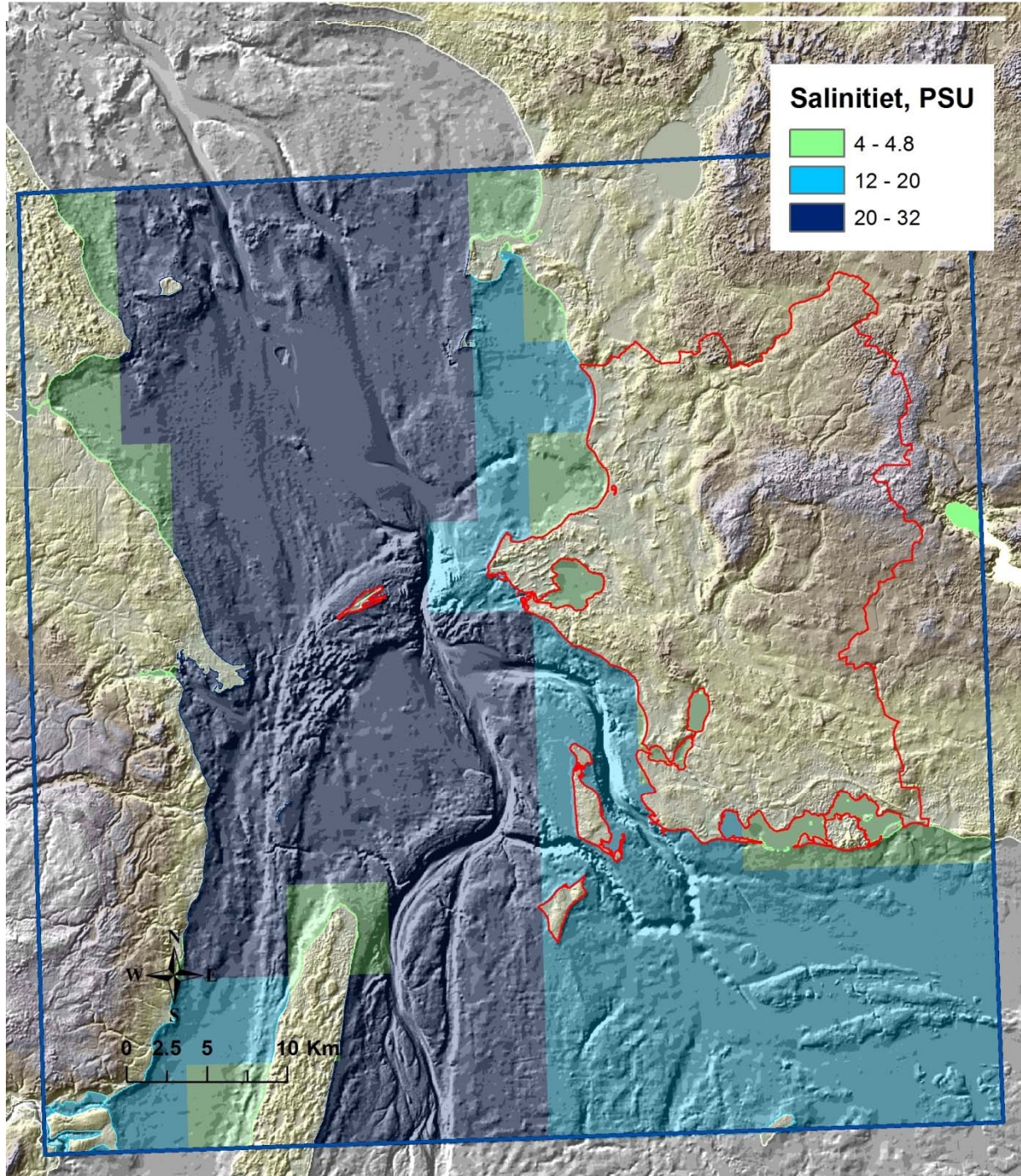


**Figur 5**

Kort over sediment-typer i SØ Storebælt. Sedimenttypen ”till” angivet med brun farve på kortet er et velegnet substrat til placering af stenrev.

## 2.3 Salinitet

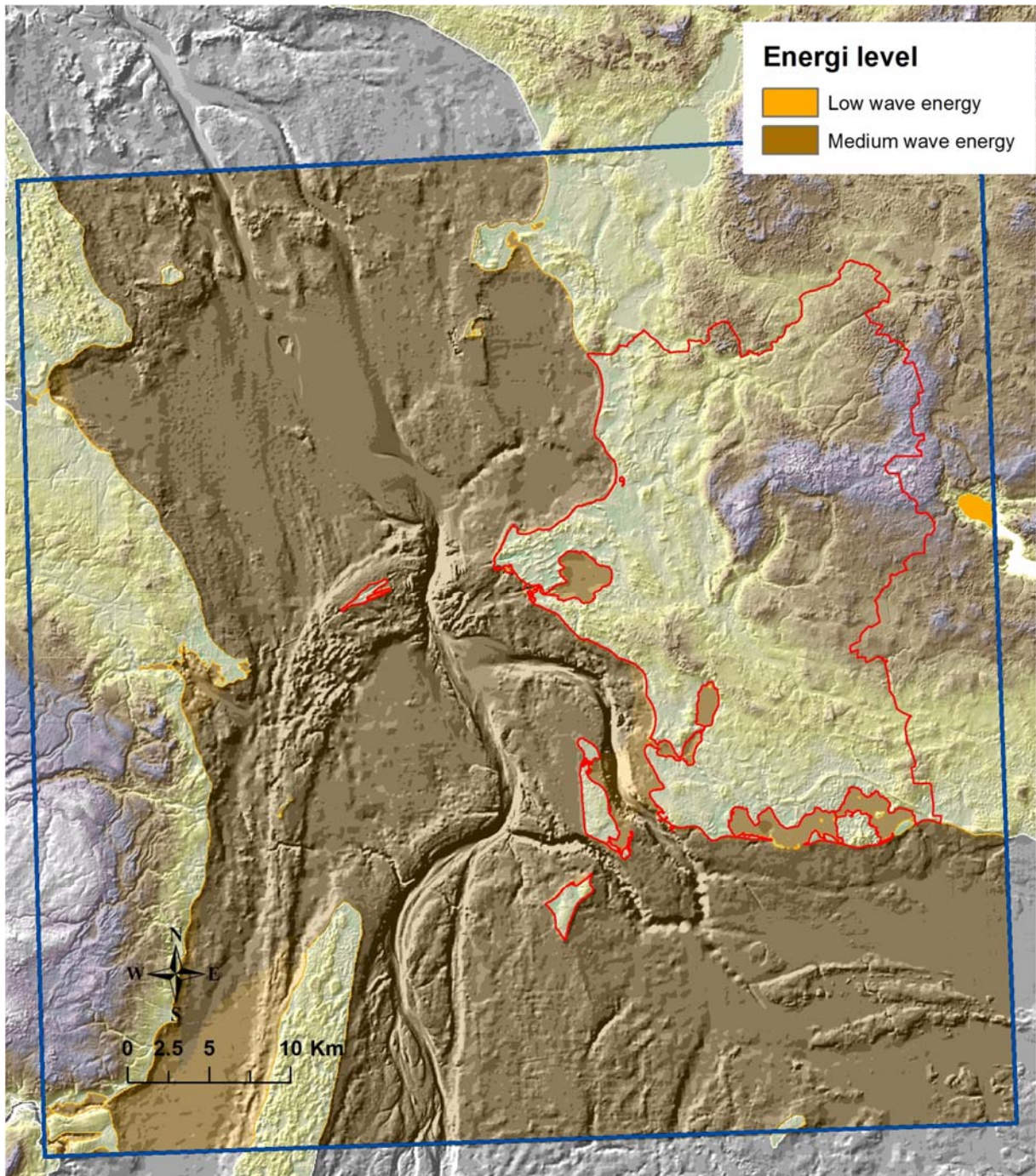
I Storebælt findes forskellige saltgradierter med den største saltkoncentration (20-32 psu) midt i farvandet, og lavere salinitet (12-20) langs kysterne (fig. 6). Saliniteten inden for dette interval, vil ikke have nogen afgørende strukturerende effekt.



**Figur 6**  
Kort over saliniteten af bundvandet.

## 2.4 Eksposering

Energi-niveau, eller graden af eksposering for bølgeslag, er mere eller mindre ens i hele området og oversiger ikke kategorien ”medium” nogen steder (fig. 7), hvorved ødelæggelse af makroalgers væv og fastsiddende organismer ikke forventes at finde sted. Således er hele området i forhold til denne parameter velegnede til etablering af stenrev.



**Figur 7**  
Kort over graden af eksposering.

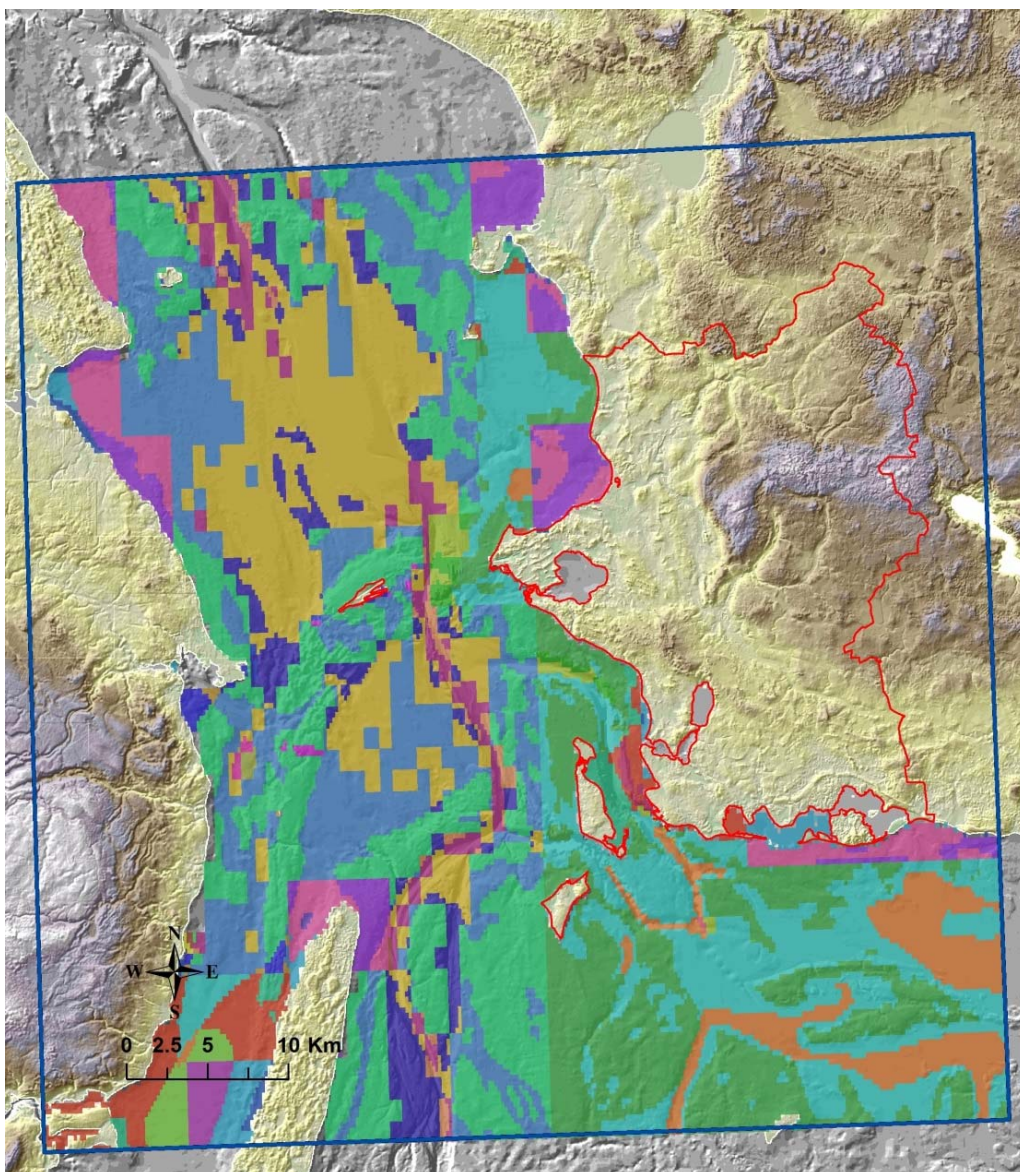


### 3. Resultater og diskussion

Samles de forskellige datalag i et og samme billede, fås et samlet overblik over, hvor der forefindes potentielt egnede områder for etablering af stenrev. Fig. 8 (og 9) viser de forskellige former for 'marine landskaber' i de sydlige dele af Storebælt. Selv om det umiddelbart er svært at aflæse, kan det konkluderes at der findes potentielt egnede områder umiddelbart nord for broen, samt syd for Korsør nord og ned til Espe/Vester bøgebjerg, samt nord for Agersø.

Habitat model		
1,151	1,155	1,154
1,255	2,151	2,154
2,155	2,254	2,255

Farver der indikerer et potentielt velegnet område at etablere et stenrev på.

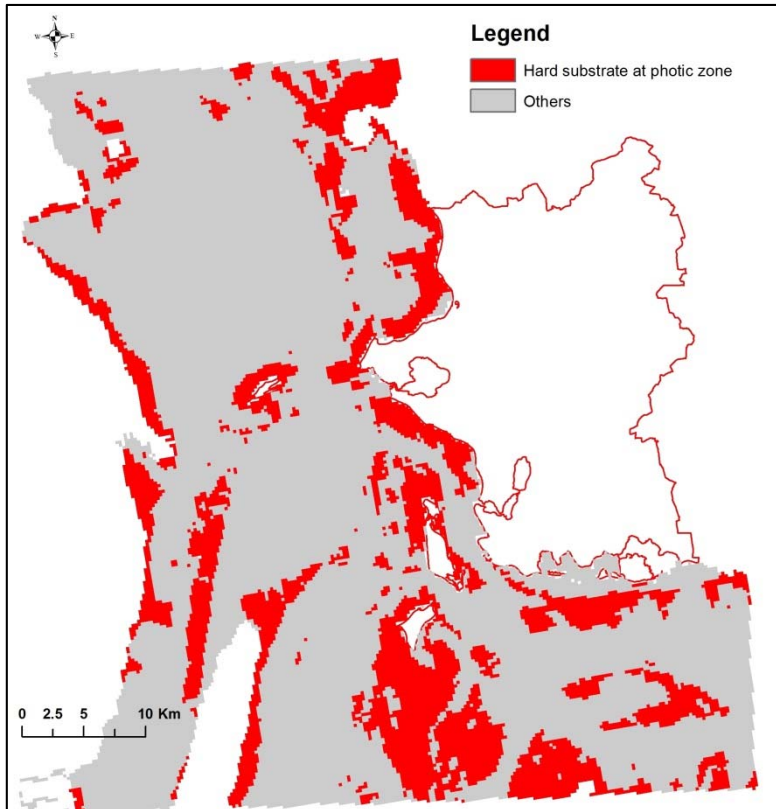


**Figur 8**

Kombinationskort af samtlige af de tidligere kort, der illustrerer kombinationer af de gennemgåede parametre. For egnede områder, se figur 9.

## 4. Konklusioner og anbefalinger

De gennemførte analyser – baseret på økologisk relevante fysiske og kemiske data, har ført til udarbejdelse af et såkaldt 'broads-scale' habitatkort (Fig. 8) for de benthiske habitater i den sydøstlige Storebælt. På baggrund af dette er de områder, som er relevante for genopretning af stenrev, altså områder med bl.a. hård bund, gode lysforhold og lav eksponering, identificeret (Fig. 9).



**Figur 9**

Potentielt velegnede områder for stenrev i det sydøstlige Storebælt. Denne figur er identisk med Fig. 8, men fokuserer alene på de potentielt egnede områder.

Det fremgår af ovenstående figur, at der potentielt er mange områder, der kunne være relevante i forbindelse med en eventuel fremtidig genetablering af stenrev inden for Slagelse Kommune.

Hvis Slagelse Kommune måtte ønske at gå videre og på sigt forsøge at omsætte visionen om genetablering af stenrev i den sydøstlige Storebælt til et konkret projekt med udlægning af sten og med varige økologiske effekter, anbefales det i det videre arbejde at fokusere på områder, der er:

- beliggende langs Sjællands vestkyst, altså fra Stignæs og nordover,
- hvortil sejladsforholdene er uproblematiske, og
- hvor der ikke er konflikter med aktiviteter på søterritoriet (sejlrender, akvakultur, fiskeri, etc.), og
- som har gode adgangsforhold, herunder parkeringsmuligheder,

Den ovenfor foreslåede fokusering ligger uden for rammerne af det her gennemførte projekt.

Fokuseringen kan som sådan ikke begrænses til en stringent faglig fokusering, idet der formentlig også er lokale interesser (friluftsliv, erhverv samt politiske), som bør tages i betragtning.

## 5. Referencer

- AL-HAMDANI, Z. K., J. REKER, J. O. LETH, A. REIJONEN, A. T. KOTILAINEN, AND G. E. DINESEN. 2007. Development of marine landscape maps for the Baltic Sea and the Kattegat using geophysical and hydrographical parameters. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*: 61–64.
- AL-HAMDANI, Z., AND J. REKER (EDS.). 2007. Towards marine landscapes in the Baltic Sea ecoregion. BALANCE Interim Report.
- ANON. 2011. Natura 2000-plan 2010-2015. Centrale Storebælt og Vresen. Natura 2000-område nr. 116 Habitatområde H100 Fuglebeskyttelsesområde F73 og F98.
- ANON. 2012. Habitatbeskrivelser, årgang 2010-12 Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer).
- DAHL, K., M. M. LARSEN, M. B. RASMUSSEN, J. H. ANDERSEN, J. K. PETERSEN, A. B. JOSEFSON, S. LUNDSTEEN, I. DAHLLÖF, AND T. CHRISTIANSEN. 2003a. Kvalitetsvurderingssystem for habitatdirektivets marine naturtyper: Fase 1: Identifikation af potentielle indikatorer og tilgængelige data.
- DAHL, K., S. LUNDSTEEN, AND S. A. HELMIG. 2003b. Stenrev - Havets Oaser. Danmarks Miljøundersøgelser, Gads Forlag.
- MØHLENBERG, F., AND J. H. ANDERSEN. 2013. Metode til og foreløbig screening af områder hvor etablering af stenrev kan anvendes som virkemiddel i vandplanlægningen. Naturstyrelsen.
- NIELSEN, B., M. L. SCHMEDES, J. B. JENSEN, Z. AL-HAMDANI, K. WECKSTRÖM, AND M. S. ANDERSEN. 2013. Marin habitatnaturtype-kortlægning 2012. Miljøministeriet - Naturstyrelsen, Naturstyrelsen.
- RUSSELL, G. 1985. Recent evolutionary changes in the algae of the baltic sea. *British Phycological Journal* 20: 87–104.
- STØTTRUP, J. G., C. STENBERG, G. E. DINESEN, H. T. CHRISTENSEN, AND K. WIELAND. 2013. Stenrev - Gennemgang af den biologiske og økologiske viden, der findes om stenrev og deres funktion i tempererede områder. DTU Aqua - Institut for Akvatiske Ressourcer .
- STÅL, J., L. PIHL, AND H. WENNHAGE. 2007. Food utilisation by coastal fish assemblages in rocky and soft bottoms on the Swedish west coast: Inference for identification of essential fish habitats. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 71: 593–607.

## Bilag 1 – Naturtypen 1170 Rev

Rev er områder i havet med hårde kompakte substrater på fast eller blød bund, som rager op fra havbunden på dybt eller lavt vand, således at revet er topografisk distinkt ved at adskille sig og rager op fra den omgivende havbund. Revets hårde substrat kan være enten af biologisk oprindelse - fx levende eller døde muslingskaller - eller være af geologisk oprindelse – f.eks. sten, kridt eller andet hårdt materiale. Revet kan eventuelt være blottet ved ebbe.

Rev kan rumme en zonerings af forskellige bundtilknyttede samfund af alger og dyr foruden konkretioner og koraldannelser. Arealer med hårdt substrat dækket af et tyndt lag mobil sediment, f.eks. sand, klassificeres som type 1170 rev, så længe der hovedsagelig findes dyr og planter knyttet til hård bund på arealet. En række forskellige topografiske dannelser under vandet medtages som type 1170 rev, fx: Hydrotermiske habitater, lodrette klippevægge, stendynger, vandrette klippehylder, overhængende sten, søjler, rygge, toppe, skrånende eller flad klippe, kampestens- og stenrev. Som regel er der tale om sten, som er større end 64 mm i diameter. Eksempler på biogene 1170 rev er muslingebanker dannet af østers, blåmuslinger eller hestemuslinger.

Variationer i bl.a. saltholdighed og dybde giver de enkelte rev en stor variation af dyr og planter, som ofte er helt forskellig fra andre, selv nærliggende rev. Især den faldende saltholdighed ned gennem de danske farvande fra Kattegat over til Østersøen omkring Bornholm, er årsag til, at dyre- og plantelivet er meget forskelligt fra rev til rev.

Karakteristiske arter for rev omfatter planter og dyr listet i de to følgende afsnit. Det latinske navn, som fremgår af EU's Interpretation Manual, er angivet før listen af danske arter tilhørende det latinske taksonomiske niveau. F.eks. er alle arter indenfor slægten *Fucus* karakteristiske arter, ligesom alle arter indenfor ordenen *Ceramiales*.

Karakteristiske arter af planter er en række arter af havalger, herunder brunalger, rødalger og grønalger (nogle af arterne vokser på bladene af andre tangarter): *Fucus*: blæretang, savtang, langfrugtet og lav klørtang; *Laminaria*: fingertang, sukkertang og palmetang; *Cystoseira*: korntang; *Corallinaceae*: koralalge, skorpeformede kalkrødalger, koralgaffel, stenbladalge, koralskorpealge, kalkhindealge, kalkskorpealge, kalkpletalge.

*Ceramiceae*: vingetang, arter af havpryd, korssky, arter af rødsky og klotang, skeletbusk, rødfjer, havdun, fjertang, vintersky, sporekædesky, pudderkvastalge; *Rhodomelaceae*: juletræs-alge, tandtang, peber- tang, arter af ledtang, mørkfjer, ulvehaletang; *Ceramiales*: dusktang, havlyng, tungeblad og arter af ribbeblad; *Dictyotales*: bændelalge; *Siphonales*: plysalge, polygontråd; *Siphonocladales*: derbesiaalge.

Karakteristiske arter af dyr er nedennævnte revdannende eller -levende havbørsteorme, muslinger, koldtvandskoraller, havsvampe, søanemoner, mosdyr, polypper, søpunge, rurer, krebsdyr og fisk. De danske navne på dyrene følger ”Stenrev - havets oaser” udgivet af DMU/GAD i 2003. *Polychaeta i form af kalkrørsorme*: trekantorm, posthornsorm, Sabellaria spp., Serpula spp.; *Bivalvia*: hestemusling, blåmusling, vandremusling, østers, sadeløsters; *Koldtvandskoraller*: *Lophelia pertusa*; *Havsvampe*: brødkrummesvamp; *Anthozoa/Cnidaria*: dødningehånd, sønellike, stor søanemone; *Bryozoa*: glat og pigget hindemosdyr; *Hydroider*: cypressopolyp, grenet rørpolyp, lang klokkepolyp; *Ascidia*: stikkelsbærsøpung, stor lædersøpung; *Cirripedia*: stor rur, skæv rur, *scalpellum*; *Crustacea*: stankelbenskrabbe, skeletkrebs, taskekrabbe,

hummer, stor troldhummer; *Fiske*: torsk, havkarusse, savgylte, berggylte, topletet kutling, tangspræl, snippe, almindelig tangnål, stenbider, almindelig ulk, hårhvarre og ringbug.

Afgrænsning af et rev mod omgivende havbund går der, hvor det ikke længere kan erkendes, at der er tale om en opragende del af havbunden, eller hvor der ikke længere er præg af hårdt bundsubstrat. Opragende bund kan enten være på ”søkorts-skala” eller på mere lokal skala. Søkorts-skala gælder områder, som detaljerede dybdekort viser har lavere vand end omgivende hav – f.eks. som lavt vand, som rager ud fra land som klassiske rev, hvor skibe kan grundstøde. Opragende bund på lokal skala gælder hårdt geologisk eller biologisk materiale, som uden at være synligt på dybdekort alligevel, ved f.eks. side-scan undersøgelser eller anden teknik, kan erkendes at hæve sig over havbunden. For biogene 1170 rev, f.eks. muslingebanker, hæver strukturen sig ofte gradvis og måske kun 20-30 cm, således at kriteriet om opragende bund ikke er så relevant, som for andre typer rev.

Rev adskilles fra type 1110 sandbanker, som også er opragende dele af havbunden, ud fra hvilken type bund, dyr og planter, der findes. Disse to typer kan også forekomme i mosaik. I tvivlstilfælde i områder, der rummer en blanding af stabilt hårdt substrat med karakteristiske arter for rev, og sandet bund med karakteristiske arter for sandbanker, må man derfor vurdere den relative fordeling af typerne ud fra fordelingen af substrat eller karakteristiske arter. Generelt skal delarealer for at leve op til typen ”præges af” typens substrat eller karakteristiske arter, ved at disse elementer fylder mere end andre slags bund eller arter karakteristiske for andre naturtyper. I en mosaik af tre-fire slags substrattyper – f.eks. sten, grus, sand og mudder – kan en af typerne præge delarealet ved at forekomme på 25-33 % af bunden. Det er således kun i tilfældet med to typer i blanding, at 50% er et relevant kriterium.

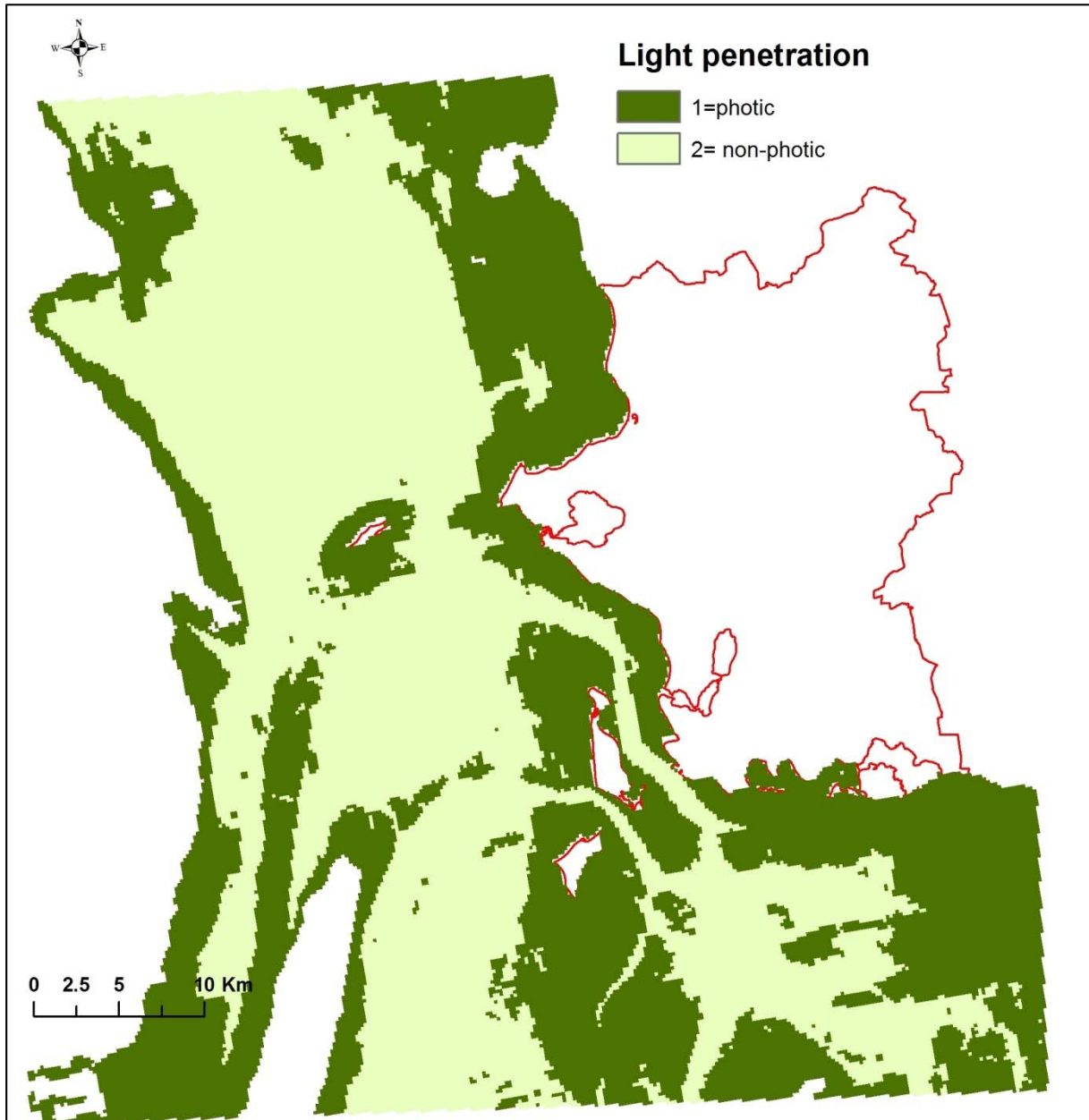
Rev, som ligger i type 1150 laguner er som regel små og opfattes som en del af variationsbredden for denne type. De henføres derfor ikke til type 1170 rev, mens rev, som ligger i type 1130 flodmundinger og 1160 bugter og vige, kan være af større betydning og i så fald henføres til type 1170 rev.

I modsætning til sandbanker, type 1110, kan rev findes helt ind til land og være tørlagt ved ebbe, oftest som muslingebanker på vadeflader i Vadehavet eller i tilknytning til klint- eller klippekyster af type 1230. Det kan også være i tilknytning til havgrotter, type 8330.

I de danske farvande findes en lang række rev fra Nordsøen over det nordlige Kattegat og ned gennem bælteerne til Østersøen omkring Bornholm.

## Bilag 2 – Lysforhold

Eksempel på en ældre kortlægning af den fotiske zone (dybde) i de sydøstlige dele af Storebælt. Data stammer fra EUSeaMap 1-projektet.





## Rent vand – det er klart

NIVA Danmark er en nyetableret og uafhængig forsknings- og rådgivningsvirksomhed på vandmiljøområdet.

NIVA Danmark er et laboratorium i ordets klassiske betydning - et sted for øvelse, observation og testning. Særlig fokus har vi på forskningsbaseret gennemførelse af en række EU-direktiver, bl.a. vandrammedirektivet og havstrategidirektivet, og internationale konventioner (HELCOM, OSPAR og BDC). Vi rådgiver desuden relevante myndigheder og små og mellemstore virksomheder.

NIVA Danmark arbejder i vandløb, søer, fjorde og åbne havområder. Kerneområder er eutrofiering, miljøfarlige stoffer, biodiversitet, klimaforandringer, økosystemers sundhedstilstand samt effekter af menneskelige aktiviteter. Derfor udvikler vi indikatorer, overvågningsmetoder, værktøjer til tilstandsvurdering med et overordnet formål om at gennemføre analyser og synteseopgaver og bidrage til forsknings-baserede og bæredygtige løsninger på en lang række af de udfordringer vandmiljøet har.

NIVA Danmark er et lande-kontor under Norsk Institut for Vandforskning (NIVA). Vi har således en ressource-base på mere end 200 dedikerede forskere og eksperter.



Winghouse  
Ørestads Boulevard 73  
2300 København S  
Danmark  
Telefon: 88 96 96 70  
E-post: [post@niva-danmark.dk](mailto:post@niva-danmark.dk)  
CVR: 35431063  
[www.niva-danmark.dk](http://www.niva-danmark.dk)