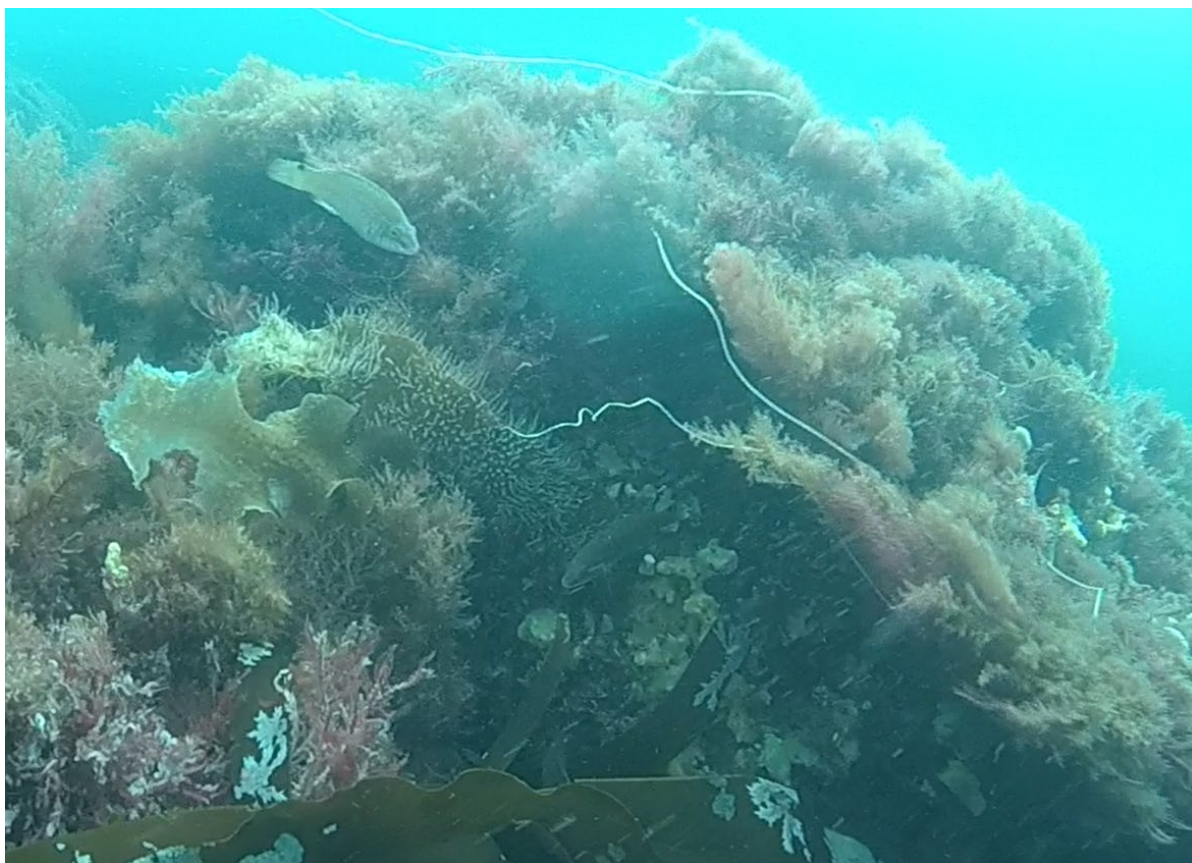


Anvendelse af et decision support værktøj til udpegning af områder med potentiale for naturgenopretning af stenrev i fire udvalgte danske farvande



Center for Marin
Naturgenopretning

Kolofon

Titel: Anvendelse af et decision support værktøj til udpegning af områder med potentiale for naturgenopretning af stenrev i fire udvalgte danske farvande

Forfattere: Peter A.U. Stæhr¹, Andreas M. Holbach¹, Karsten Dahl¹, Cordula Göke¹

¹Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet, sektion for marin biodiversitet og eksperimentel økologi.

Bedes citeret: Stæhr, P.A.U., Holbach, A.M., Dahl, K., Göke, C. (2025). Anvendelse af et decision support værktøj til udpegning af områder med potentiale for naturgenopretning af stenrev i fire udvalgte danske farvande. Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning.

Udgivet: April 2025

Faglig kvalitetskontrol: Jens Kjerulf Petersen

DCE-kvalitetskontrol: Anja Skjoldborg Hansen

Ekstern kommentering: Kommentarer fra Miljøstyrelsen er indarbejdet i rapporten. Kommentarerne kan tilgås ved henvendelse til center for marin naturgenopretning.

Finansieret af: Miljøministeriet

Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på centerets hjemmeside: [Publikationer fra centeret - Center for Marin Naturgenopretning](#)

Forsidefoto: Hatterbarn stenrev i Samsø Bælt, august 2023. Fotograf: Peter A.U. Stæhr.

Udgivet af:



Sammenfatning: Rapporten leverer en screening af betydningen af fysiske forhold, miljøforhold og historisk stenfiskeri for udpegning af områder som er overordnet egnede til genopretning af stenrev i fire områder udpeget af Miljøstyrelsen. Analysen er baseret på et decision support tool, som beskrives. Resultaterne kan efterfølgende anvendes til at identificere områder hvor opfølgende forundersøgelser med fordel kan gennemføres.

Indhold

Forord	5
Sammenfatning.....	5
1. Indledning	6
2. Metode	7
Overordnet udpegningsmetode	7
GIS model	8
3. Resultater	13
Sejrø bugt og Samsø bælt.....	13
Fysiske forhold (Practical suitability)	13
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)	14
Miljøforhold 2 (Fish suitability).....	14
Historiske forhold (Historical info suitability)	15
Samlet vurdering (Overall suitability).....	16
Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs).....	17
Sydfynske Øhav	18
Fysiske forhold (Practical suitability)	18
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)	19
Miljøforhold 2 (Fish suitability).....	20
Historiske forhold (Historical info suitability)	21
Samlet vurdering (Overall suitability).....	22
Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs).....	23
Storebælt	24
Fysiske forhold (Practical suitability)	24
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)	25
Miljøforhold 2 (Fish suitability).....	26
Historiske forhold (Historical info suitability)	27
Samlet vurdering (Overall suitability).....	28
Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs).....	29
Lillebælt.....	30
Fysiske forhold (Practical suitability)	30
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)	31
Miljøforhold 2 (Fish suitability).....	32
Historiske forhold (Historical info suitability)	33
Samlet vurdering (Overall suitability).....	34

	Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs).....	35
4.	Diskussion og anbefalinger	36
5.	Referencer	38

Forord

Miljøstyrelsen har bedt Center for Marin Naturgenopretning om at gennemføre en screening for områder egnet til marine naturgenopretningsindsatser i fire udvalgte havområder ved anvendelse af et udviklet decision support værktøj (beslutningsstøtteværktøj). Denne rapport gennemgår det udviklede værktøj og leverer materiale, som bidrager til, at MST kan udpege de mest egnede områder til genopretning af stenrev. Screeningen understøtter Miljøstyrelsen i arbejdet med Havnaturfonden.

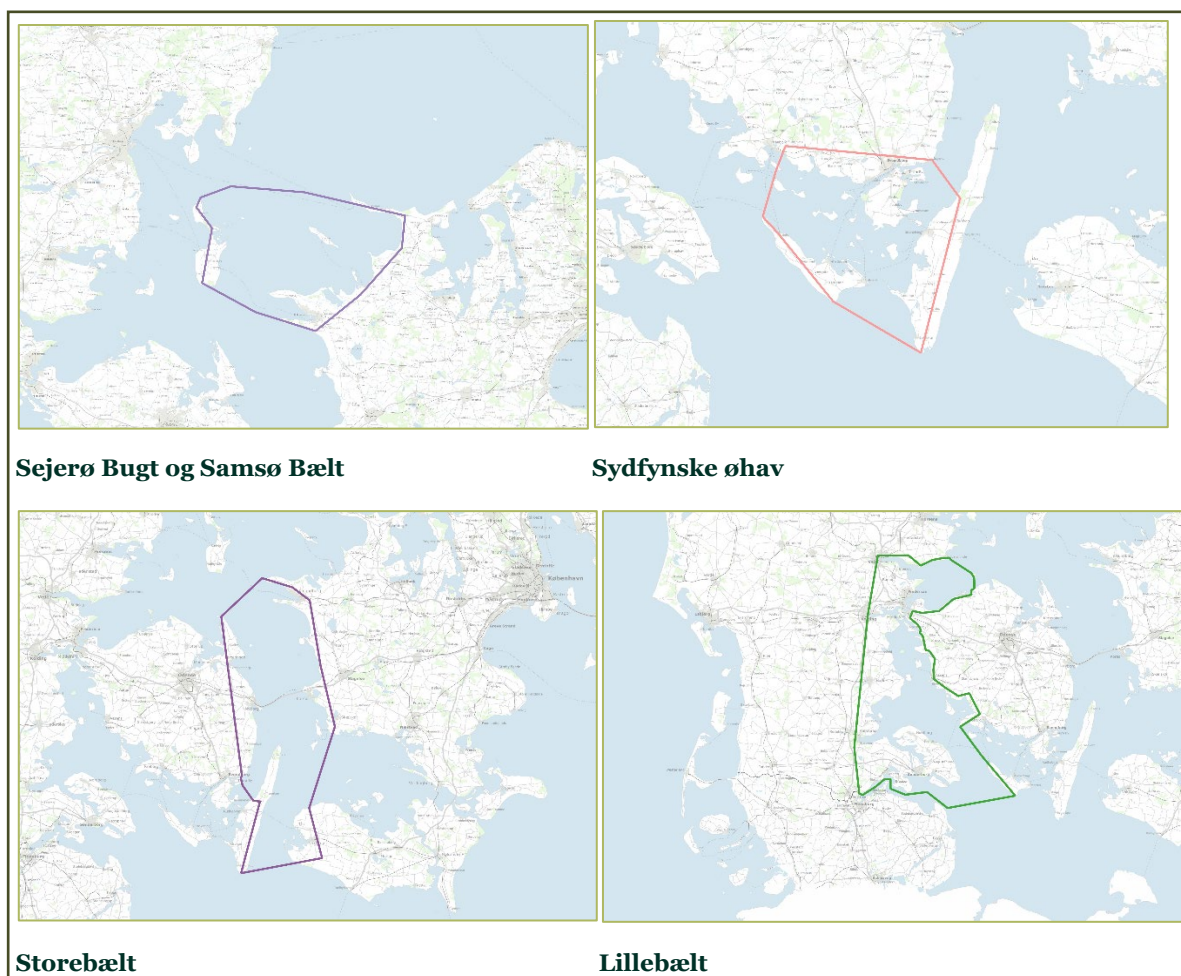
Sammenfatning

Miljøstyrelsen har foranlediget af Havnaturfonden, bedt Center for Marin Naturgenopretning om at lave en screening af relevante forhold af betydningen for udpegning af områder, som overordnet er egnet til genopretning af stenrev. Miljøstyrelsen har til analysen afgrænset fire områder omfattende (1) Sejrø Bugt og Samsø Bælt, (2) Det Sydfynske Øhav, (3) Storebælt og (4) Lillebælt. Analysen er baseret på et decision support værktøj (beslutningsstøtteværktøj) udviklet af centeret. Værktøjet omfatter en screening i fht en række fysiske forhold, miljøforhold og dokumenteret viden om historisk stenfiskeri. Rapporten gennemgår det anvendte værktøj, resultater fra analyser, og giver anbefalinger til den efterfølgende anvendelse af de producerede kort til at identificere lokalområder hvor opfølgende forundersøgelser med fordel kan gennemføres.

1. Indledning

Miljøstyrelsen (MST) har bedt Center for Marin Naturgenopretning (CMN) om assistance til at gennemføre en screening for områder egnet til marin naturgenopretning af stenrev i fire udvalgte havområder (se Figur 1):

- Sejrø Bugt og Samsø Bælt
- Sydfynske Øhav
- Storebælt
- Lillebælt



Figur 1. Afgrænsning af fire områder hvor MST ønsker en screening gennemført.

MST ønsker, at potentialet for indsatserne opdeles i kategorier i forhold til deres egnethed for naturgenopretning.

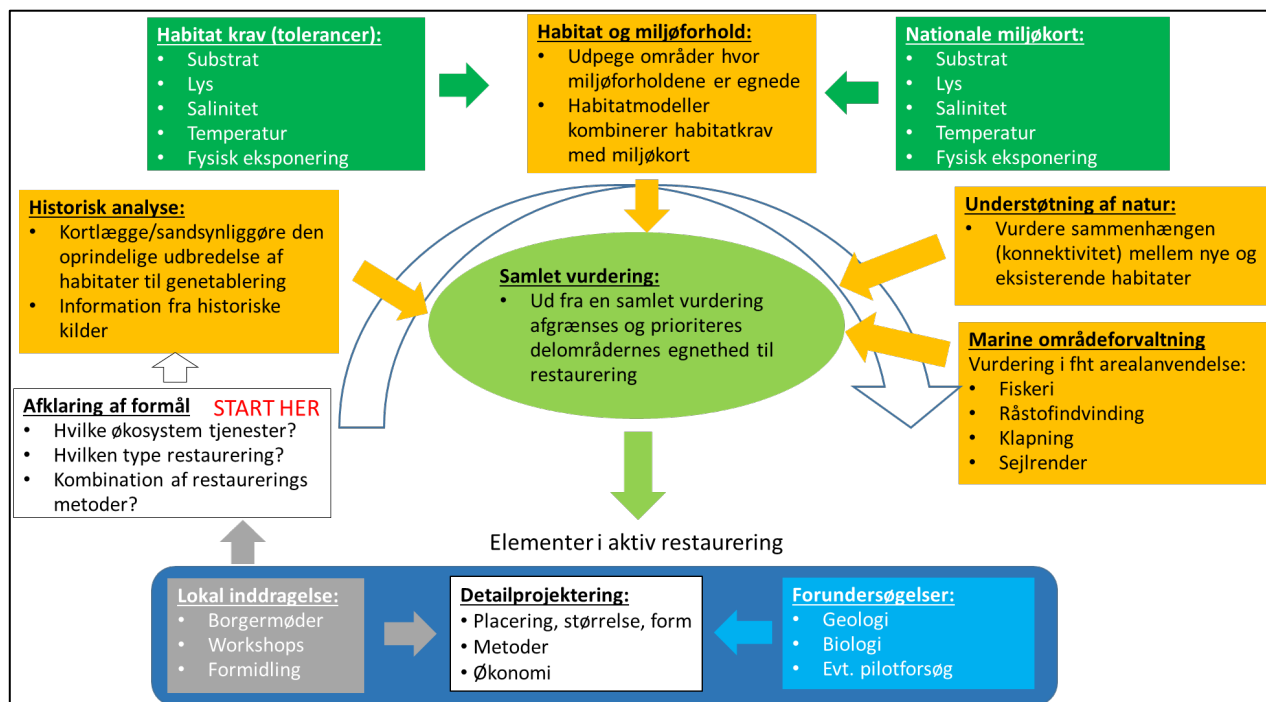
Rapportens formål er på den baggrund at gennemføre en overordnet screening for de fire udvalgte havområder for lokaliteter med potentiale til naturgenopretning af stenrev, ved at bruge et decision support værktøj udviklet i regi af CMN.

2. Metode

Overordnet udpegningsmetode

Screeningen gennemføres med et decision support værktøj udviklet af CMN. Værktøjet er stadig under udvikling og omfatter ind til videre kun stenrev.

Resultaterne fra screeningen kan kun anvendes som vejledende for den egentlige projektering som illustreret i figur 2 og uddybet i tabel 1.



Figur 2. Oversigt over elementer, som CMN anbefaler, indgår i en samlet vurdering af områder egnet til marin naturgenopretning, samt elementer som indgår i udarbejdelse af en detailprojektering. Fra Stæhr et al. (2023). Orange farver er grundelementerne i analysen som understøttes af tilgængelige data og fastsatte kravværdier (mørkegrøn) bidrager til den samlede vurdering (lysegrøn). Den nederste blå bjælke, omfatter aktiviteter som ligger udenfor screeningen.

De centrale elementer i vurderingen (historisk analyse, miljøanalyse, understøtning af natur og marin områdeforvaltning) bidrager til en overordnet samlet vurdering af områdets egnethed til marin naturgenopretning. Denne vurdering omtales i det følgende som en screening.

Denne rapport omfatter kun screeningsprocessen vha. vores decision support værktøj. Den efterfølgende proces vil bidrage med viden, som gør det muligt for MST at planlægge efterfølgende konkrete detailprojekteringer i de udvalgte områder (se Tabel 1).

Tabel 1. Overblik over det forventede forløb i udpegning (screening), og efterfølgende forundersøgelser, detailprojektering, myndighedsgodkendelse, etablering og afsluttende dokumentation af et stenrevsprojekt (fra Dahl et al. 2024). Denne rapport anvender et decision support værktøj som bidrager til afklaring af elementerne markeret med rødt. Vurderingen af andre interesser vil i et mindre omfang blive belyst i rapporten, da værktøjet endnu ikke er fuldt udviklet ift. dette.

Faser	Aktiviteter	Relativt tidsforløb					
		1	2	3	4	5	6
1: Screening	Afklaring af formål						
	Afgrænsning af screeningsområde						
	Fysiske forhold						
	Miljøforhold						
	Historisk analyse						
	Andre interesser						
2: Forundersøgelser	Samlet første vurdering						
	Substratforhold						
	Biologisk baseline						
	Kulturarvs undersøgelse						
3: Detailprojektering	Materialevalg						
	Georef detailplan						
4: Myndighedsgodkendelse	Kystdirektoratet						
5: Etablering	Indkøb, transport ect.						
	Markering						
6: Dokumentation	Søopmåling mv.						
	Monitering						

GIS model

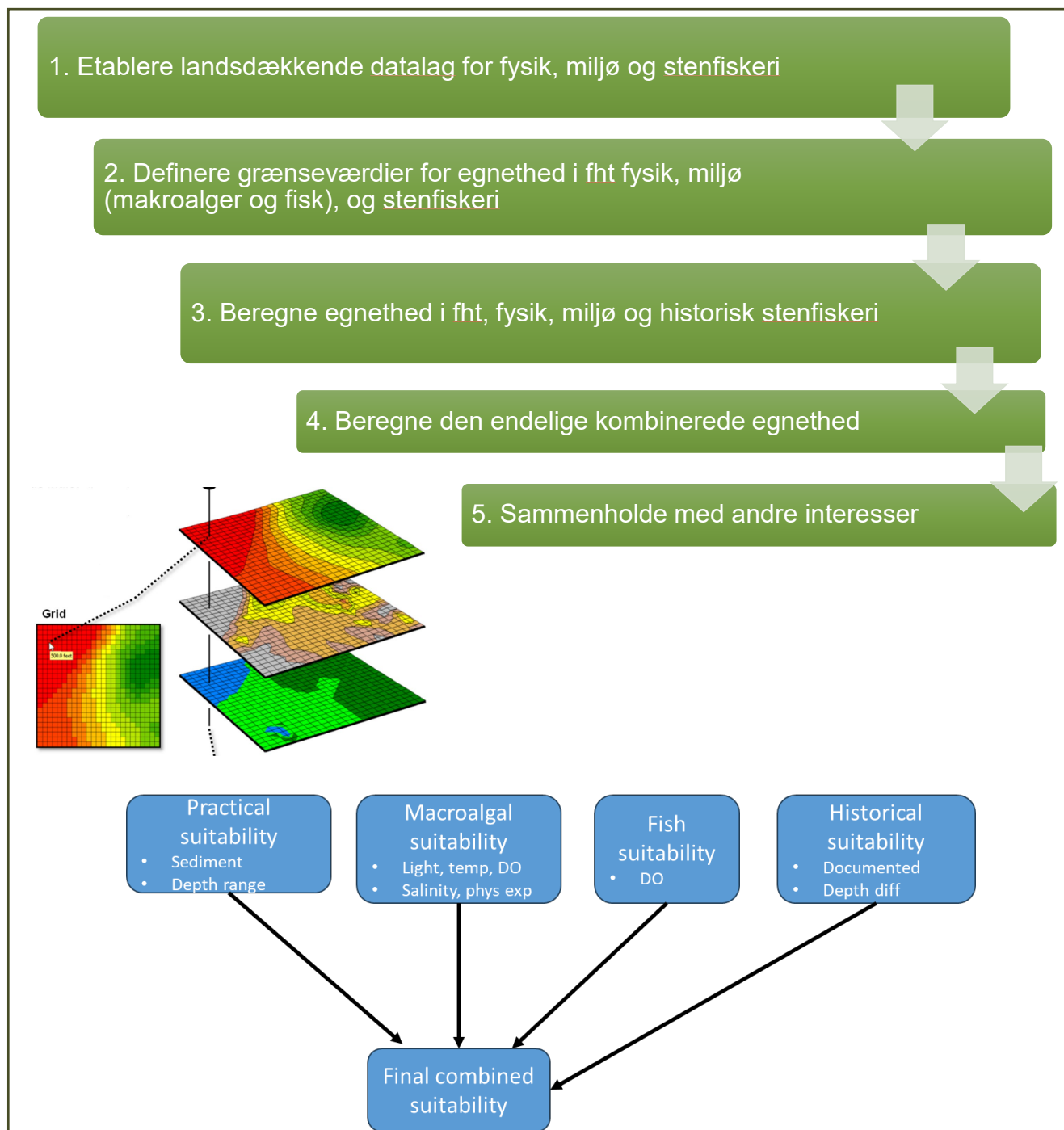
Det anvendte decision support tool, er baseret på et GIS model (Figur 3), som anvender landsdækkende kort for en række fysiske forhold, miljøforhold og historiske data for stenfiskeri. Kortlagene har en rumlig opløsning på 50x50 m. Til hvert kort anvendes en simpel matematisk algoritme (boks 1), som omsætter kortværdierne til indeks-værdier i intervallet 0 til 1. Hvor 0 indikerer uegnet og 1 fuldt ud egnet til naturgenopretning af stenrev. Indeksværdierne fremgår af tabellerne 2, 3, 4 og 5).

Practical_suitability = Sediment_index * depth_index
Macroalga_suitability = Iz_Index * Tmax_index * Smin_index* DO_index* Fmax_index
Fish_suitability = DO_index
Historical_info_suitability = Stone_fishing_index
Overall_suitability = Practical_index * Makroalga_index * Fish_index * Historical_index

Boks 1. Matematiske algoritmer som anvendes i decision support værktøjet.

Princippet bag GIS modellen er, at hvis en af kriterierne ikke er opfyldt (indeks = 0), så er området i en given pixel uegnet (one out – all out). Den nuværende udgave af GIS modellen vægter alle indeks-lagene ens. Tilgangen er tidligere anvendt i en habitatmodel for ålegræs (Stæhr et al. 2019).

De kort, som anvendes i analysen, er beskrevet i Stæhr et al. (2024a). I samme rapport fremgår de faglige overvejelser omkring valg af indekssværdier vist i tabel 2-5.



Figur 3. Struktur og informationsflow af screeningsværktøjet. Ved at kombinere landsdækkende kortlag med værdier for egnethed, produceres indeksskort for fysiske, miljø og historiske data som tilsammen bidrager til et kort over den samlede egnethed (final combined suitability) som kan bruges til at prioritere og udvælge de mest egnede områder til genopretning af stenrev. Vurderingen af betydningen af andre interesser er pt ikke fuldt udviklet i decision support værktøjet.

Det nuværende decision support værktøj screener kun for områdernes egnethed til genetablering af stenrev som understøtter udvikling af flerårige makroalger og fiskesamfund. Dette afgrænser generelt områderne til relativt lave dybder (her sat til maksimum 10 m). Denne dybde repræsenterer erfaringsmæssigt også ca. den maksimumdybde som der er fisket sten fra. Hvis man i et område kan finde dokumentation for stenfiskeri på større dybder, og ønsker at fremme stenrev domineret af fastsiddende fauna, vil det være relevant at udvide dybden, og inddrage andre, fauna relaterede miljøkrav.

Tabel 2. Indeks-værdier anvendt til at vurdere om de fysiske forhold (Sedimenttype, vanddybde, afstand fra kysten) er egnede (Practical suitability). I den nuværende modelkørsel er alle afstandsintervallerne sat til 1, for at screene for alle arealer indenfor det valgte dybdeinterval.

Parameter	Range	Suitability
Sediment type	Gravel & coarse sand	0
	Mud and sandy mud	0
	Muddy sand	0
	Quaternary clay & silt	0
	Sand	0
	Sedimentary rock	1
	Till/diamicton	1
Water depth (m)	0-7	1
	7-10	0,5
	>15	0
Distance from shore (km)	<=1	1
	1-10	1
	>10	1

Tabel 3. Indeks-værdier anvendt til at vurdere om miljøforholdene er egnede til etablering af fler-årige makroalger (Makroalgal suitability).

Parameter	Range	Suitability
Light at bottom (Iz)	0-10	0
($\mu\text{mol E}$)	10-60	0,5
	>60	1
Temperature (Tmax)	≤ 20	1
($^{\circ}\text{C}$)	20-25	0,5
	>25	0
Salinity (Smin)	≤ 5	0
(psu)	5-7	0,5
	>7	1
Oxygen (DO)	$\leq 0,05$	1
Frequency of	0,05-0,25	0,5
<2 mg/L	>0,25	0
Relative exposure (Fmax)	≤ 25	1
(0-100%)	25-40	0,5
	>40	0

Tabel 4. Indeks-værdier anvendt til at vurdere om etablering af stenrev er velegnet til at understøtte lokale fiskebestande (Fish suitability).

Parameter	Range	Suitability
Oxygen	≥ 50	1
(% sat)	<50	0

Tabel 5. Indeks-værdier anvendt til at vurdere egnethed ift. viden om historisk stenfiskeri (Historical info suitability).

Parameter	Range	Suitability
Stonefishing	≤ 500	1
Within distance (m)	500-1000	0,5
	>1000	0

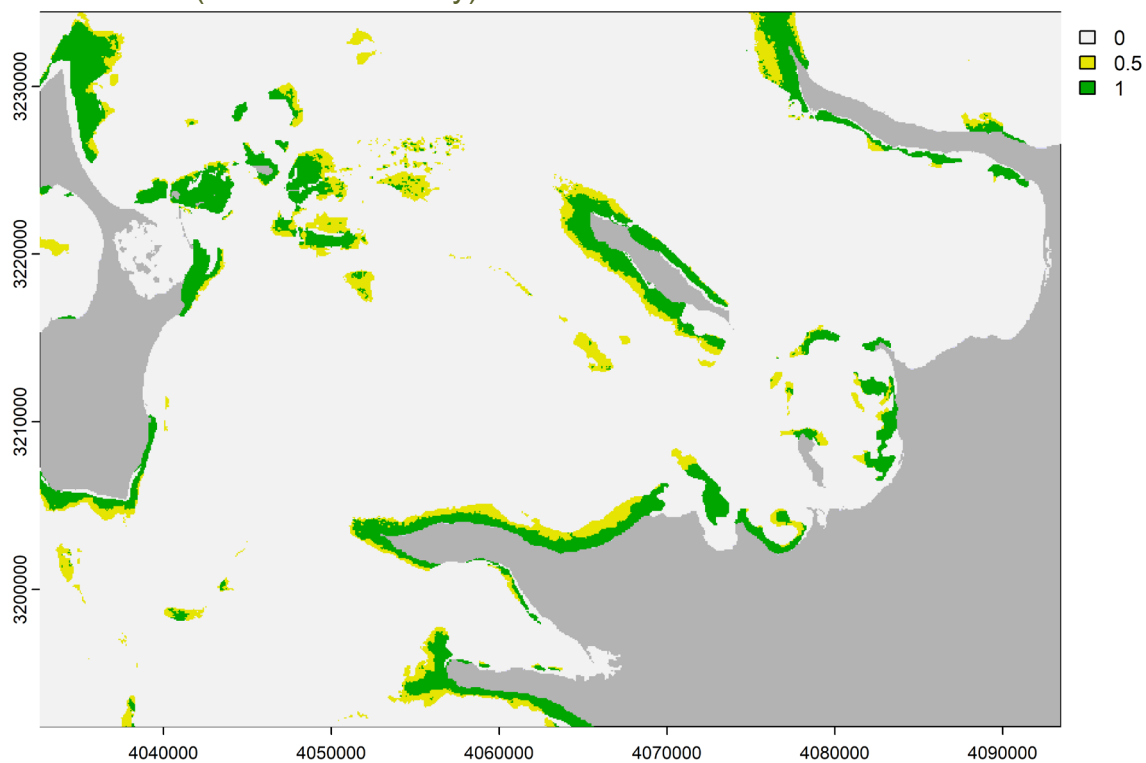
Decision support værktøjet er udviklet af Aarhus Universitet som et produkt under CMN. Det er et R-baseret GIS værktøj, som pt kun har fokus på stenrev. Det er planlagt at raffinere værktøjet yderligere samt udvide værktøjet til også at omfatte ålegræs og biogene rev.

Værktøjet køres af alle med en batch file i free ware programmet R. Scenarier genereres med simpelt tekstbaseret input. Konfigurationen af værktøjet gør at man nemt kan ændre på indeksværdier (tabellerne 2 – 5).

3. Resultater

Sejrø bugt og Samsø bælt

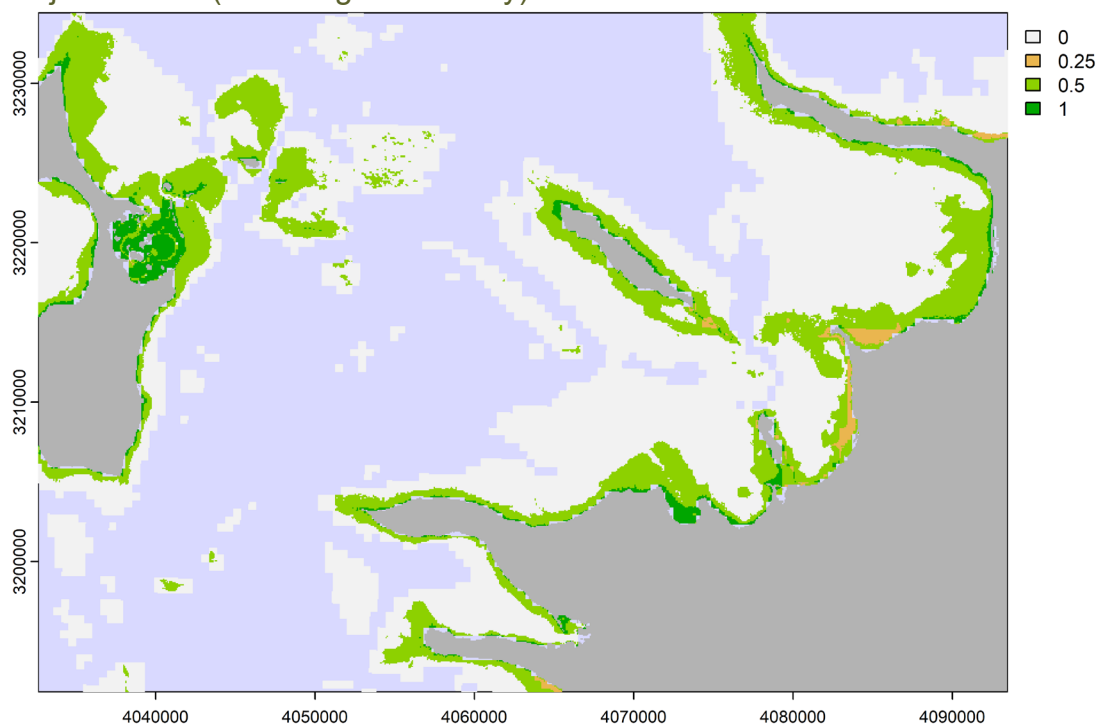
Fysiske forhold (Practical suitability)



Figur 4. Den fysiske egnethed af kystnære områder i Sejrø Bugt og Samsø bælt for genetablering af stenrev, vurderet ift. sedimenttyper og dybdeinterval.

Figuren indikerer, at der er mange kystnære områder, som er egnede til udlægning af store sten.

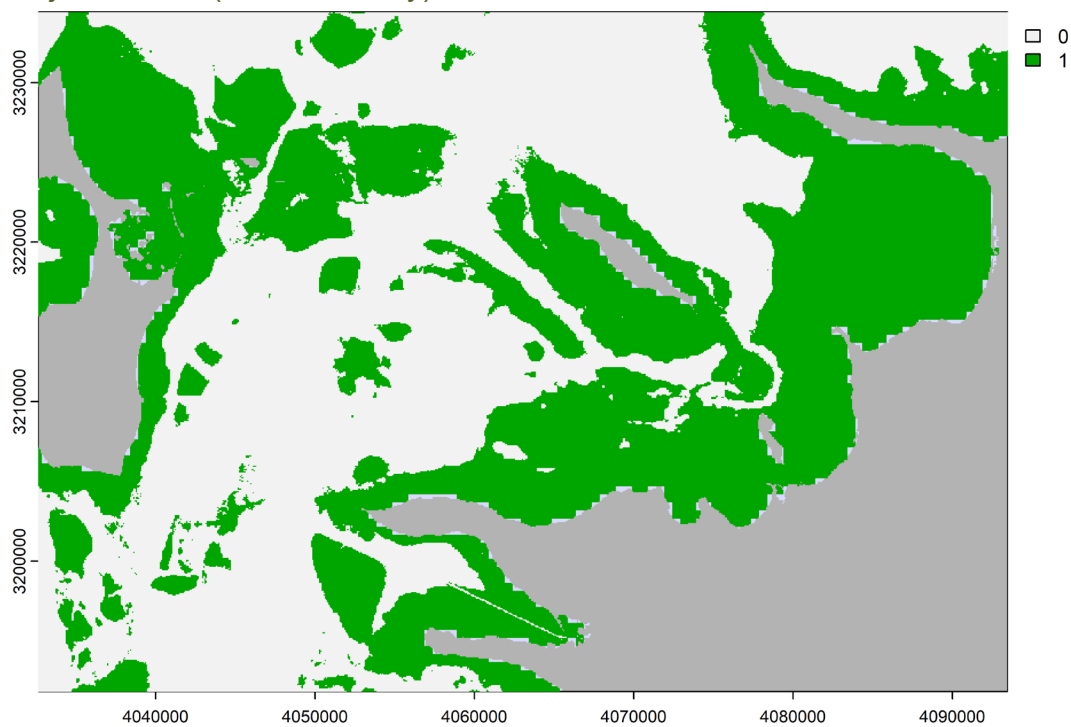
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)



Figur 5. Egnethed af kystnære områder for udvikling af flerårige makroalger i Sejrø Bugt og Samsø bælt.

Miljøanalysen indikerer, at flerårige makroalger vil kunne trives langs alle kyststrækninger, særligt på helt lavt vand.

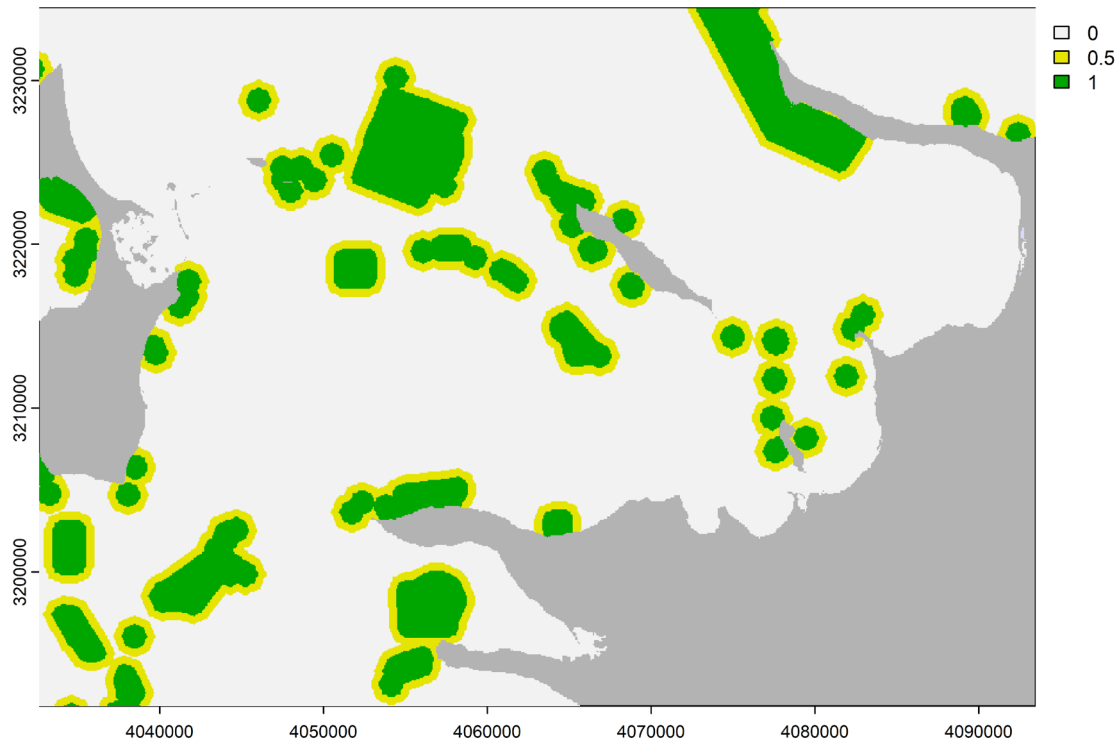
Miljøforhold 2 (Fish suitability)



Figur 6. Egnethed af de kystnære områder for fiskebestande i Sejrø Bugt og Samsø bælt.

Analysen viser, at alle områder i dybdeintervallet 0-10 er egnede ift. fisk.

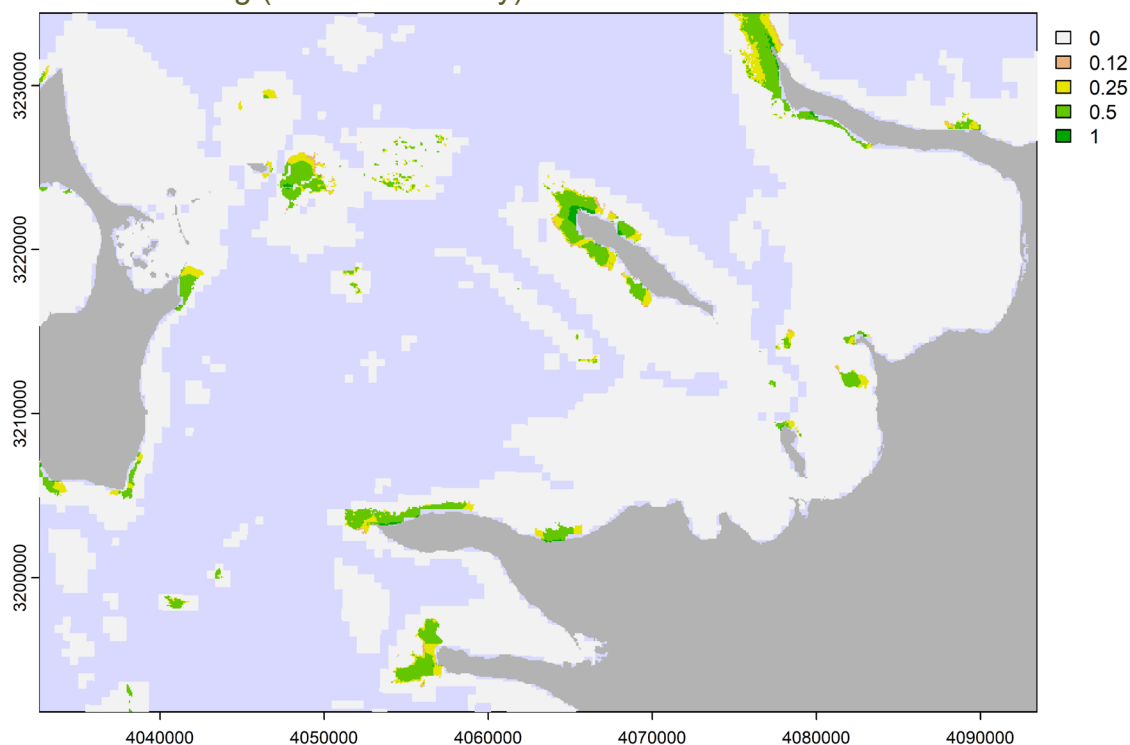
Historiske forhold (Historical info suitability)



Figur 7. Historisk dokumentation for stenfiskeri i Sejrø Bugt og Samsø bælt.

Figuren viser, at der er mange lokalområder med solid historisk dokumentation for stenfiskeri. En stor del af disse ligger dog i de mere åbne dele af farvandet, hvor miljøforholdene ikke er velegnede for makroalger, og hvor de fysiske forhold (dybder større end 10 m, og sediment typer) ikke er egnede til at genetablere stenrev med makroalger.

Samlet vurdering (Overall suitability)

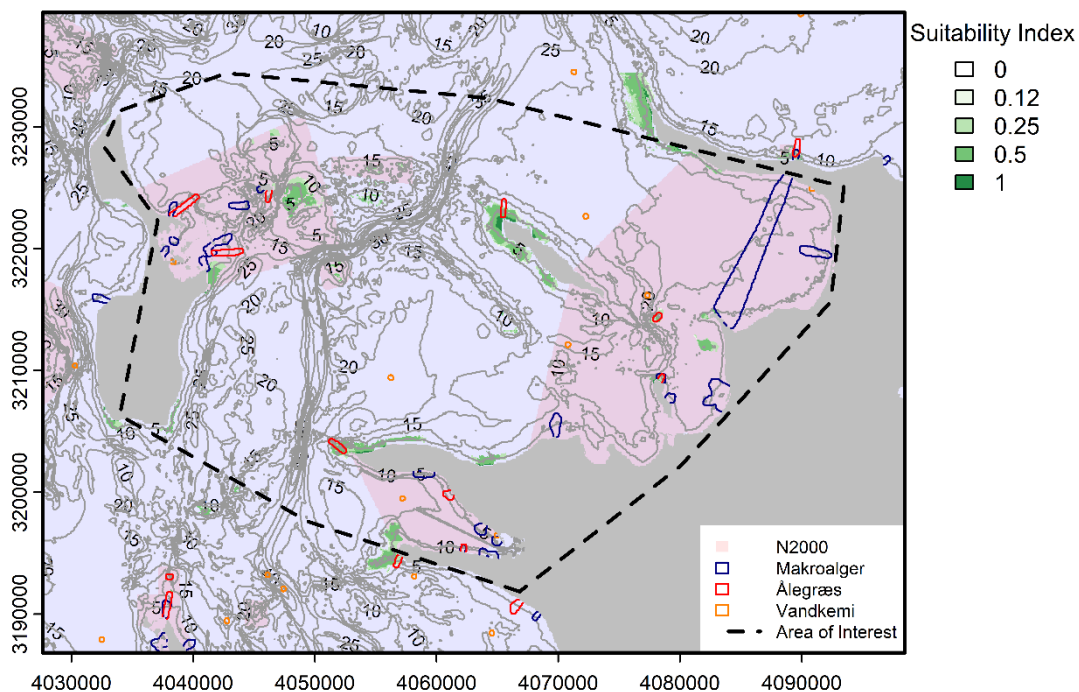


Figur 8. Den samlede egnethed for stenrev i Sejrø Bugt og Samsø bælt.

Ved at kombinere viden om fysiske-, miljø- og historiske forhold i en GIS model (se beregninger i Boks 1) fremgår det af figur 8, at der er mange områder, som opnår en middelhøj egnethed (indeks = 0.5), og kun få områder som har høj egnethed (indeks = 1). Blå/grå farve indikerer områder som er dybere end 10 m og som ikke er medtaget i analysen. De fleste større sammenhængende egnede områder ligger i umiddelbar nærhed af kyststrækninger. Der er dog flere mindre områder i de dybere dele med middel og høj egnethed.

Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs)

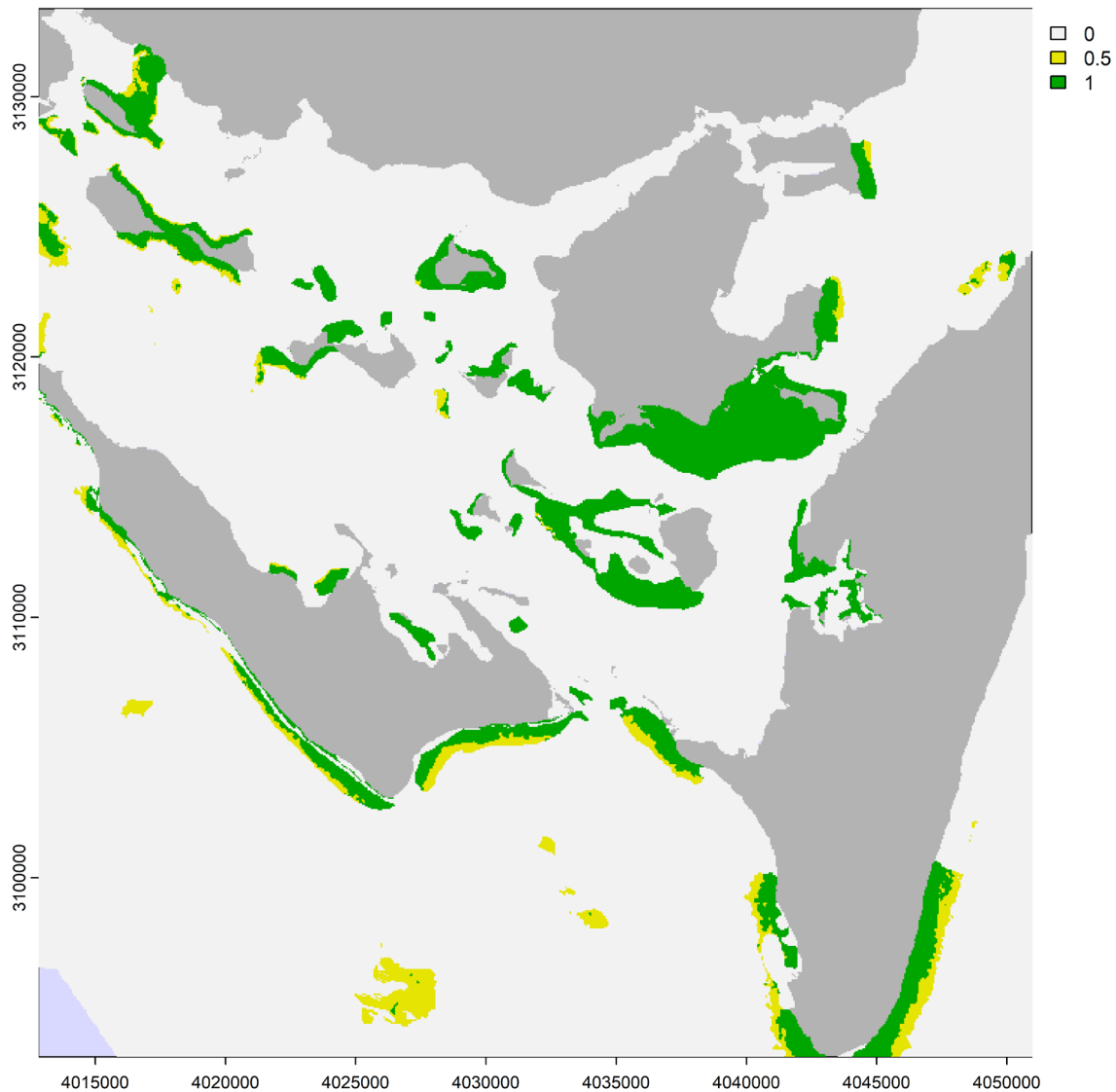
Til at støtte udvælgelsen af de mange potentielt egnede områder til genopretning af stenrev i området har vi lavet et kort, som viser placeringen af NOVANA transekter for ålegræs og kystnære stenrev samt vandkemistationer. Kortet fremhæver desuden dybdekonturerne og placeringen af Natura 2000-områder (N2000 områder) og angiver afgrænsningen af undersøgelsesområdet.



Figur 9. Den samlede egnethed for stenrev i Sejrø Bugt og Samsø bælt. Kortet viser også omrids af det ønskede screeningsområde, N2000 habitatområderne samt placering af NOVANA transekter for monitoring af ålegræs og kystnære stenrev og vandkemistationer.

Sydfynske Øhav

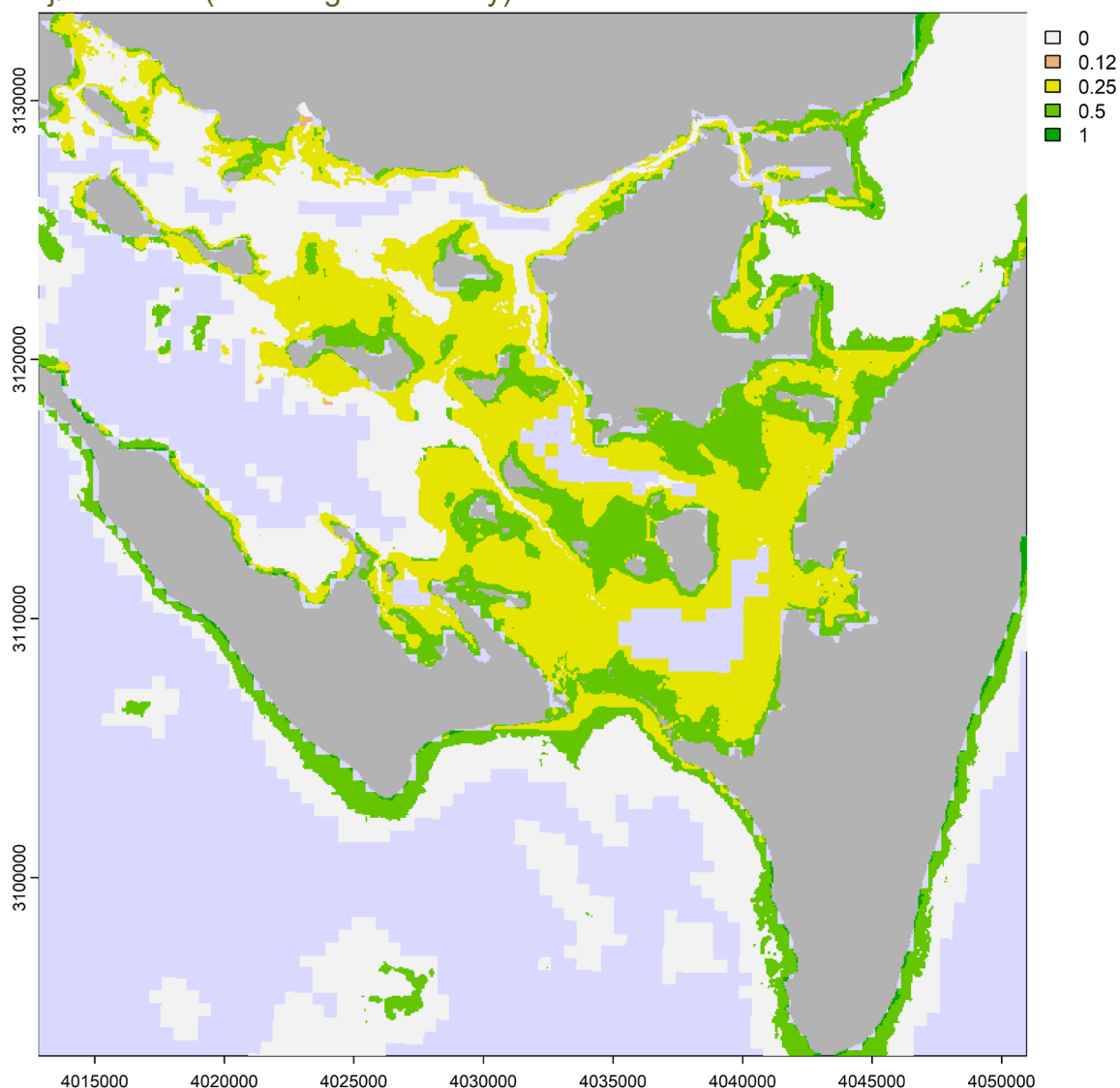
Fysiske forhold (Practical suitability)



Figur 10. Den fysiske egnethed af kystnære områder i det Sydfynske Øhav for genetablering af stenrev, vurderet ift. sedimenttyper og dybdeinterval.

Sedimentkortene indikerer, at der er mange kystnære områder som er egnede til udlægning af store sten indenfor det valgte dybdeinterval.

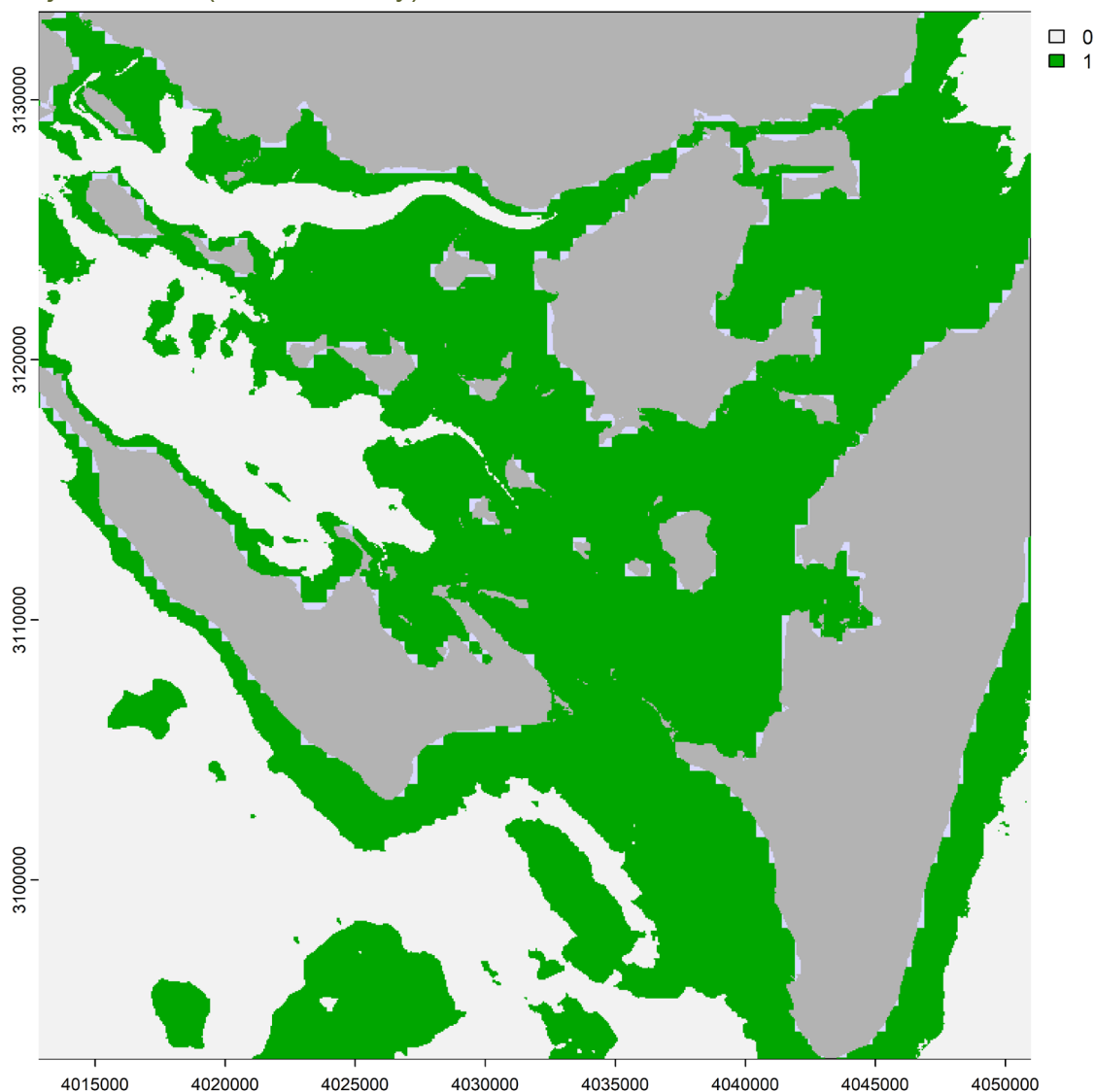
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)



Figur 11. Egnethed af kystnære områder for udvikling af flerårige makroalger i det Sydfynske Øhav.

Miljøanalysen for makroalger (Figur 11) indikerer, at flerårige makroalger forventes at kunne trives langs de fleste kyststrækninger i det Sydfynske Øhav. Egnetheden er dog generelt lav langs Fyns Sydvestlige kyststrækning.

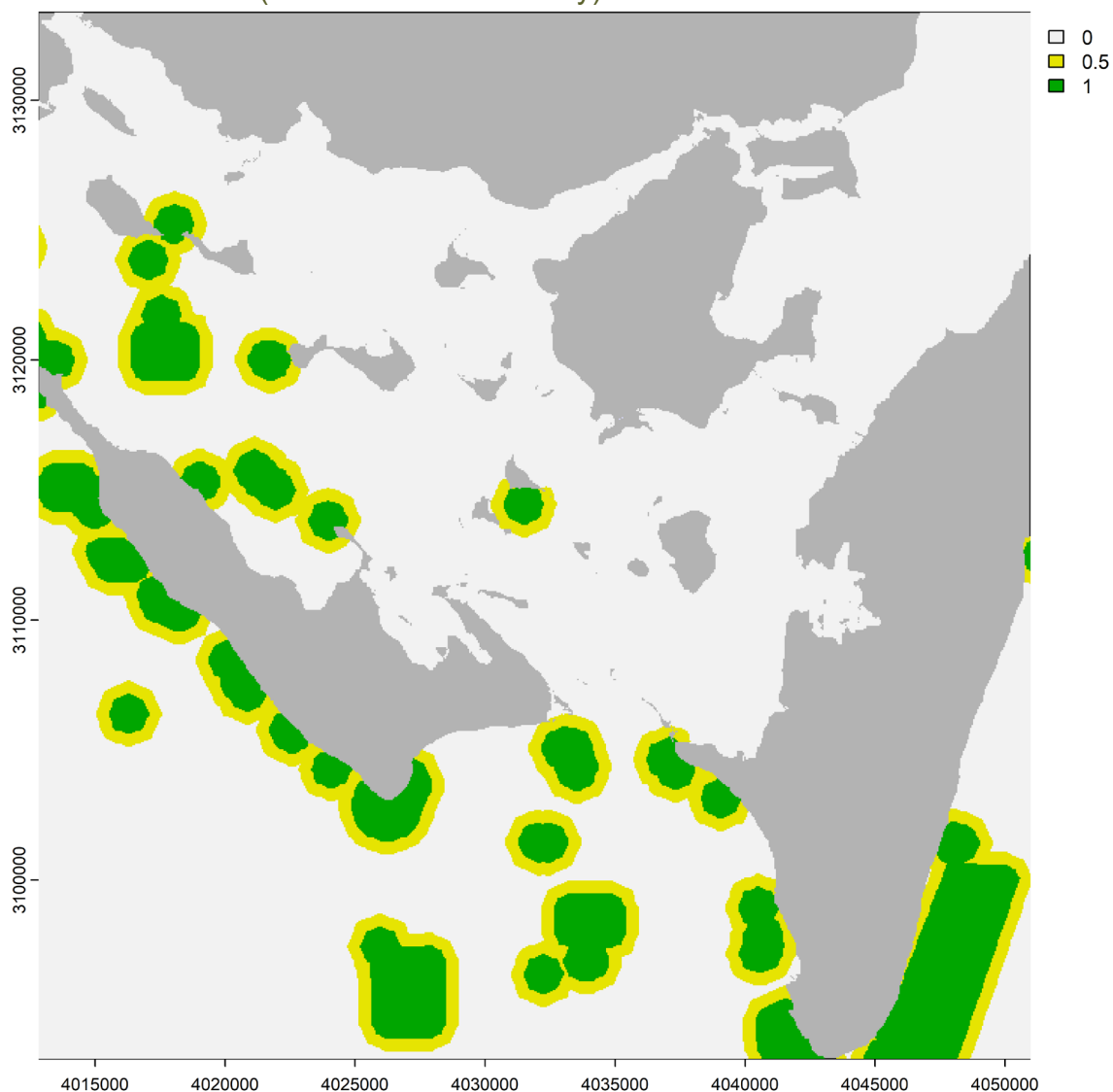
Miljøforhold 2 (Fish suitability)



Figur 12. Egnethed af de kystnære områder for fiskebestande knyttet til stenrev i det Sydfynske Øhav.

Analysen viser, at de fleste områder i dybdeintervallet 0-10 er egnede til fisk i det Sydfynske Øhav (Figur 12). Der er dog områder mellem Fyn og Ærø som ikke opfylder kravet om mindst 50% iltmætning.

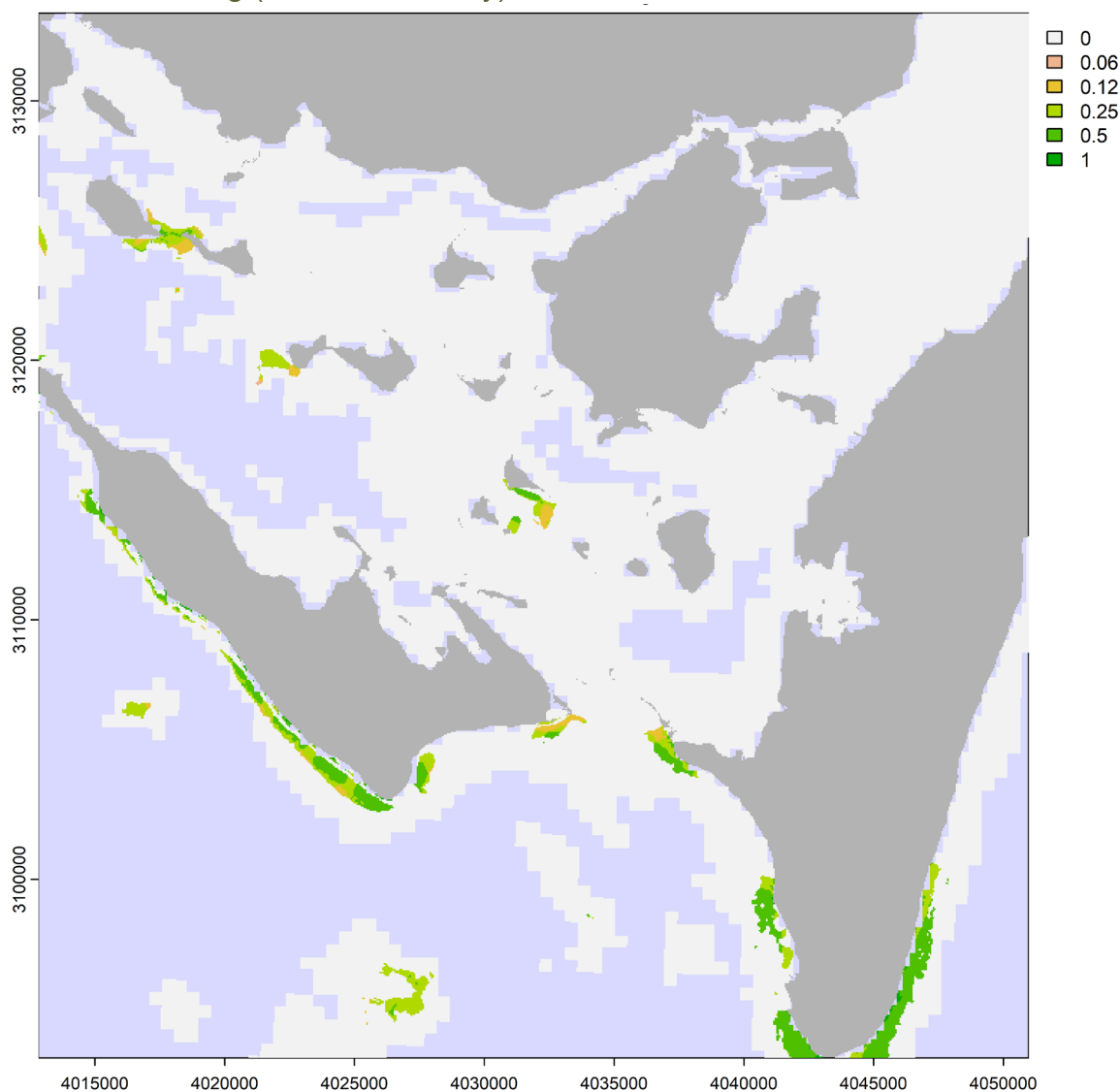
Historiske forhold (Historical info suitability)



Figur 13. Historisk dokumentation for stenfiskeri i det Sydfynske Øhav.

Der er mange lokalområder, hvor der er solid historisk dokumentation for stenfiskeri i det Sydfynske Øhav. De fleste ligger langs kysterne af Ærø og Langeland. Enkelte områder ligger væk fra kysten. Her er der bl.a. områder mellem Ærø og Fyn, hvor miljøforholdene til gengæld ikke indikerer egnethed ift. makroalger og fisk.

Samlet vurdering (Overall suitability)

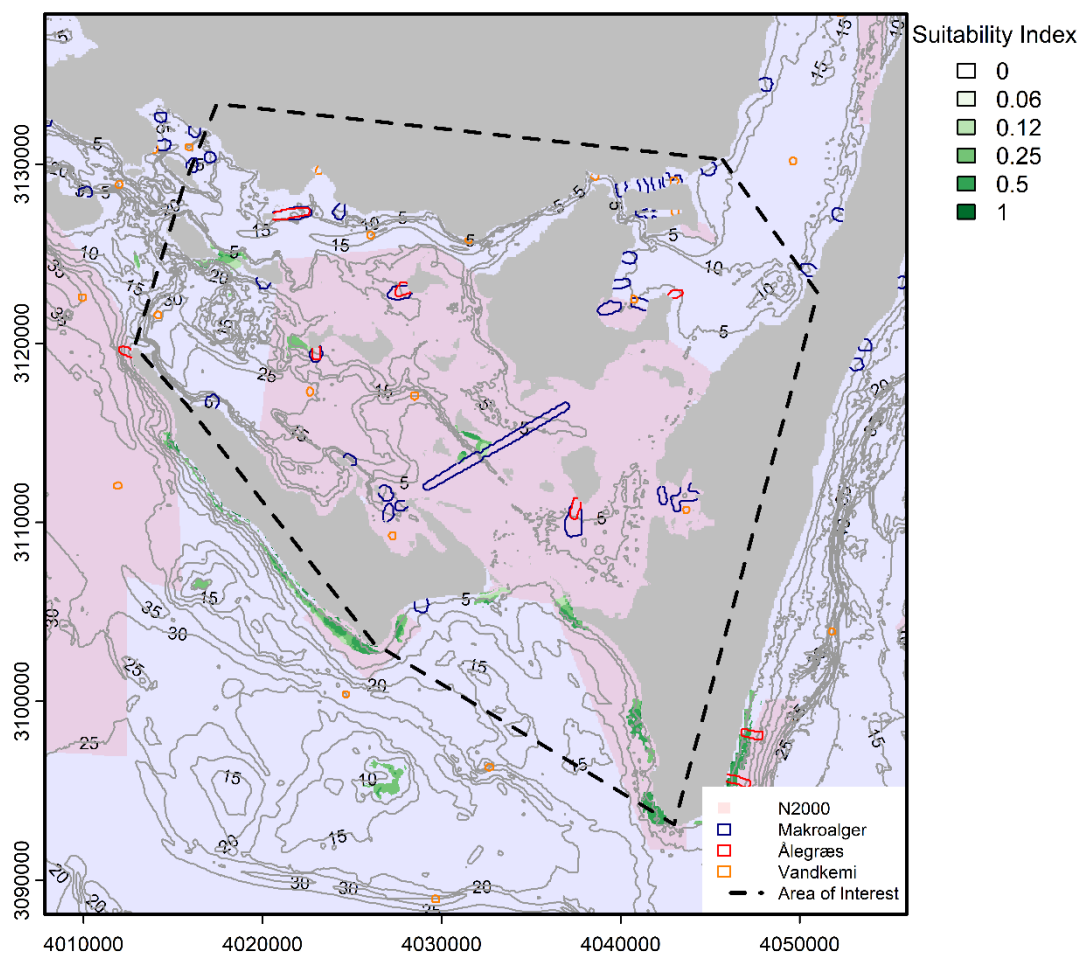


Figur 14. Den samlede egnethed for stenrev i det Sydfynske Øhav.

Ved at kombinere viden om fysiske-, miljø- og historiske forhold i en GIS model (se beregninger i Boks 1), fremgår det, at der er i det Sydfynske Øhav er en del områder, som opnår en middelgod egnethed (indeks = 0.5) og kun få meget små områder, som har høj egnethed (indeks = 1) (Figur 14). Blå/grå farve indikerer områder som er dybere end 10 m og som ikke er medtaget i analysen. De fleste større egnede sammenhængende områder ligger langs kysten på sydsiden af Ærø og Langeland. Der er kun enkelte egnede områder i farvandet mellem Ærø og Fyn.

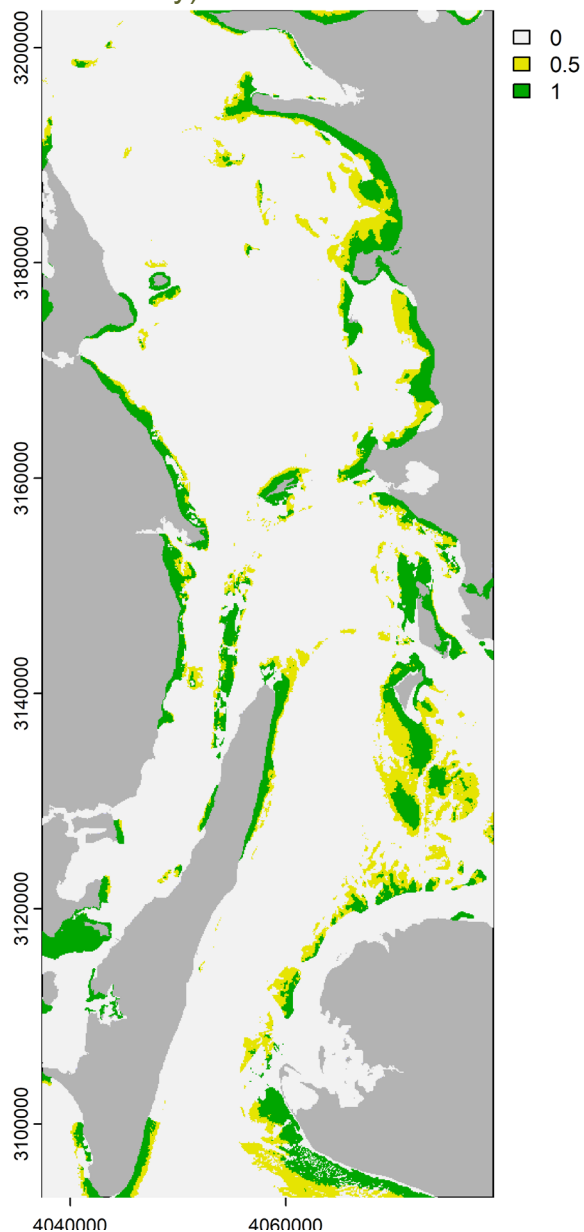
Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs)

Til at støtte udvælgelsen af de mange potentielt egnede områder til genopretning af stenrev i området har vi kombineret den samlede egnethed (Figur 14) med andre oplysninger (Figur 15). Disse omfatter placeringen af NOVANA transekter for ålegræs og kystnære stenrev samt vandkemistationer. Kortet fremhæver desuden dybdekonturerne og placeringen af N2000 områder og angiver afgrænsningen af undersøgelsesområdet.



Storebælt

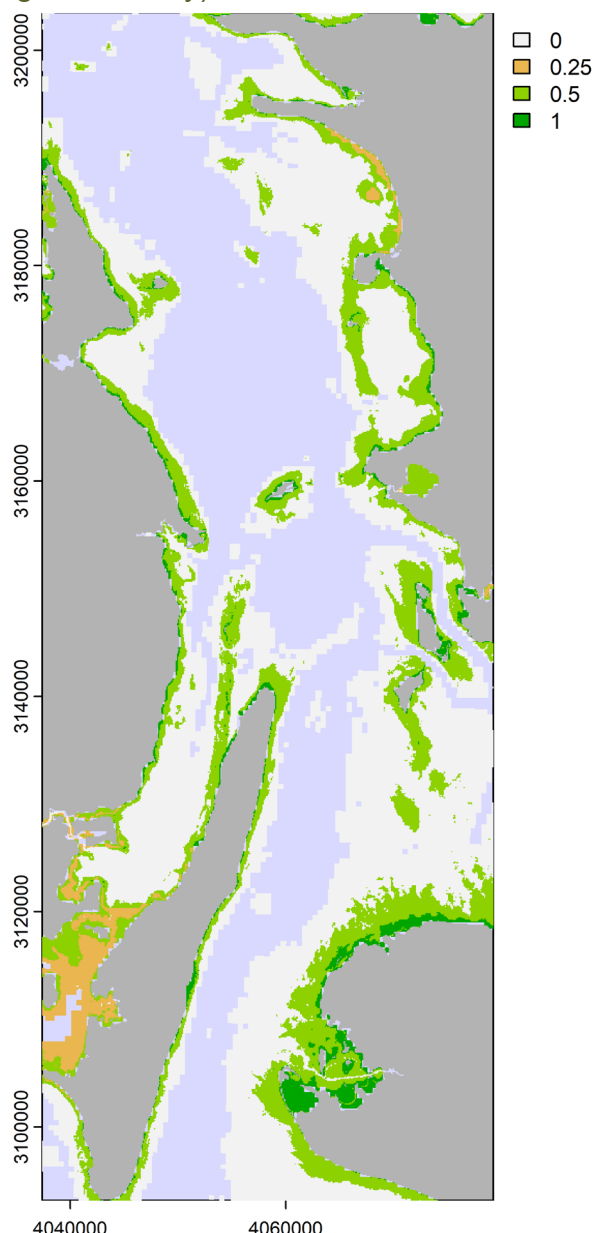
Fysiske forhold (Practical suitability)



Figur 16. Den fysiske egnethed af kystnære områder i Storebælt for genetablering af stenrev, vurderet ift. sedimenttyper og dybdeinterval.

Sedimentkortene indikerer, at der både er mange kystnære områder samt lavtliggende områder i de mere åbne og centrale dele af Storebælt, som er egnede til udlægning af store sten (Figur 16).

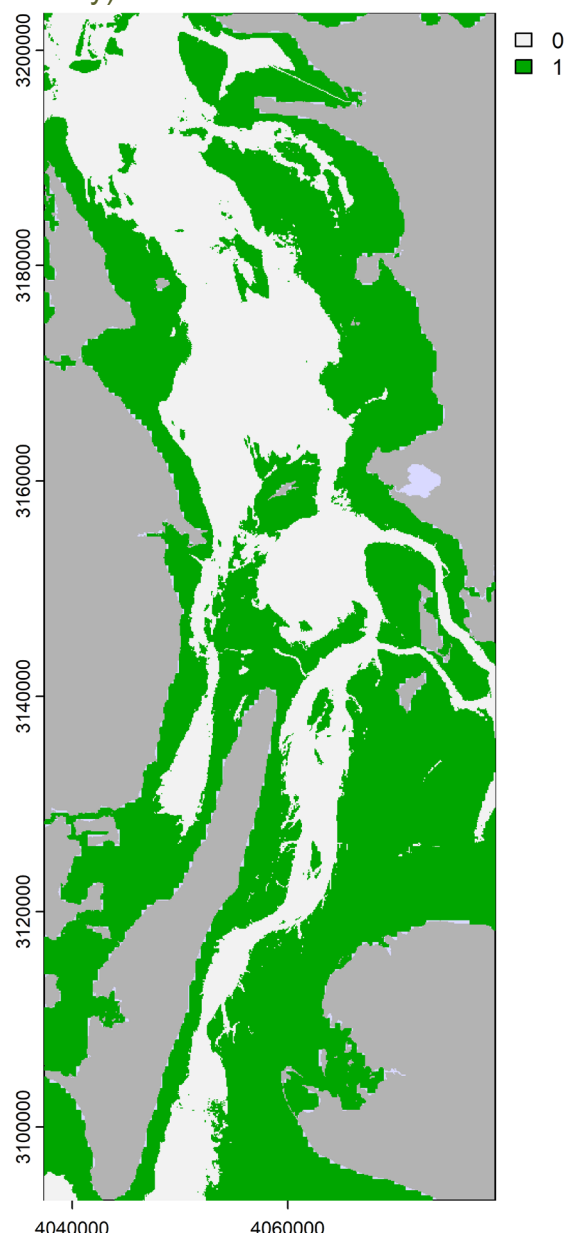
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)



Figur 17. Egnethed af kystnære områder for udvikling af flerårige makroalger i Storebælt.

Miljøanalysen indikerer, at flerårige makroalger forventes at kunne trives langs alle kyststrækninger (Figur 17). Størst egnethed er der dog på lavt vand, helt kystnært på begge sider af bæltet, samt langs flere af øerne i den sydlige del af Storebælt. Der er også flere lavvandede områder i den centrale del af Storebælt, som er egnede for makroalger.

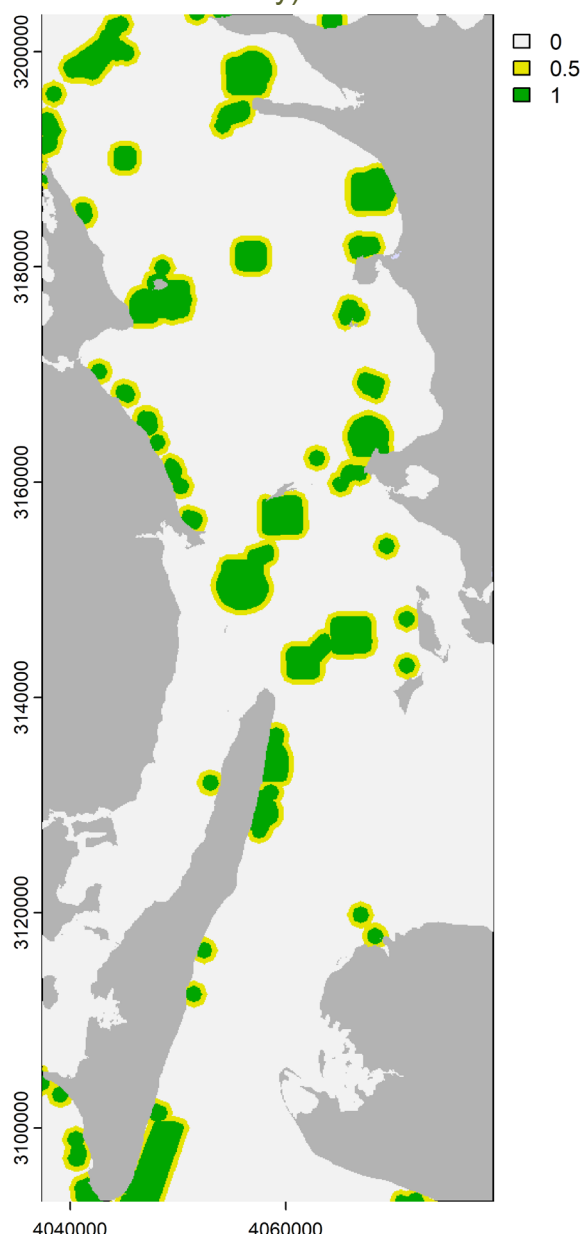
Miljøforhold 2 (Fish suitability)



Figur 18. Egnethed af de kystnære områder for fiskebestande knyttet til stenrev i Storebælt.

Analysen indikerer, at alle de lavtliggende kystnære områder i Storebælt er egnede til fisk (Figur 18). Der er dog flere centralt beliggende områder som ikke opfylder kravet om minimum 50% iltmætning.

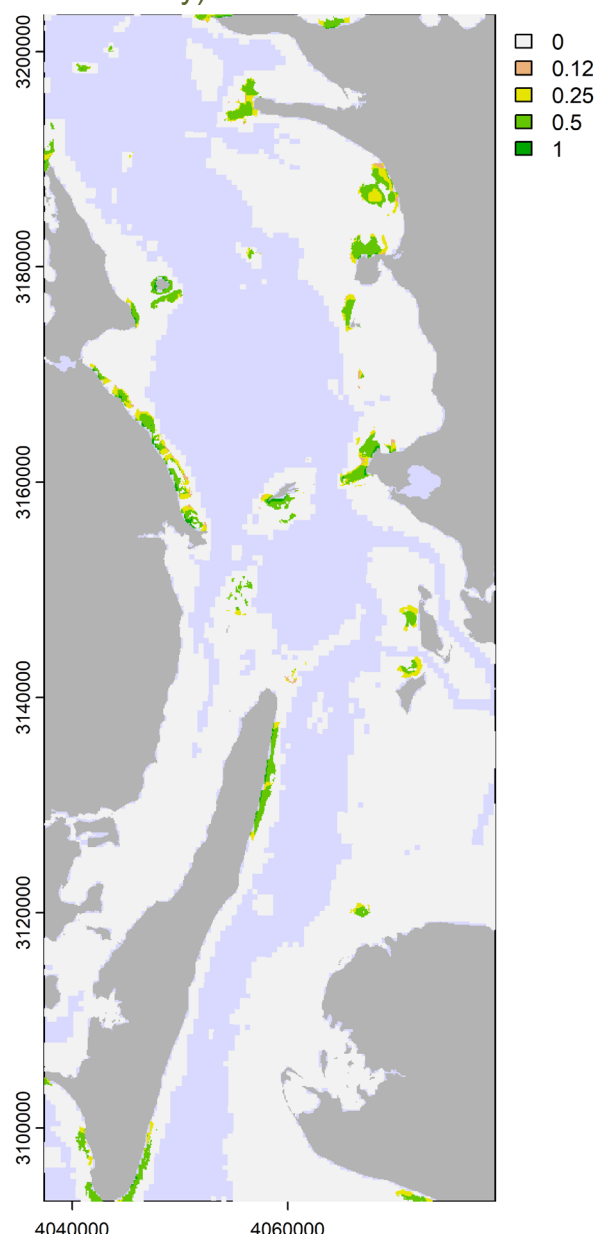
Historiske forhold (Historical info suitability)



Figur 19. Historisk dokumentation for stenfiskeri i Storebælt.

Der er mange lokalområder, hvor der er solid historisk dokumentation for stenfiskeri i Storebælt området (Figur 19). De kystnære egnede områder ligger primært langs Fyns NØ kyst og langs den nordlige og sydlige del af Langeland. I de mere åbne dele af Storebælt ligger desuden en del områder med dokumenteret stenfiskeri. Mange af disse ligger dog i områder, hvor miljøforholdene for makroalger og fisk ikke er velegnede, og hvor de fysiske forhold (dybder større end 10 m, og sediment typer) ikke er optimale til genetablering af stenrev.

Samlet vurdering (Overall suitability)

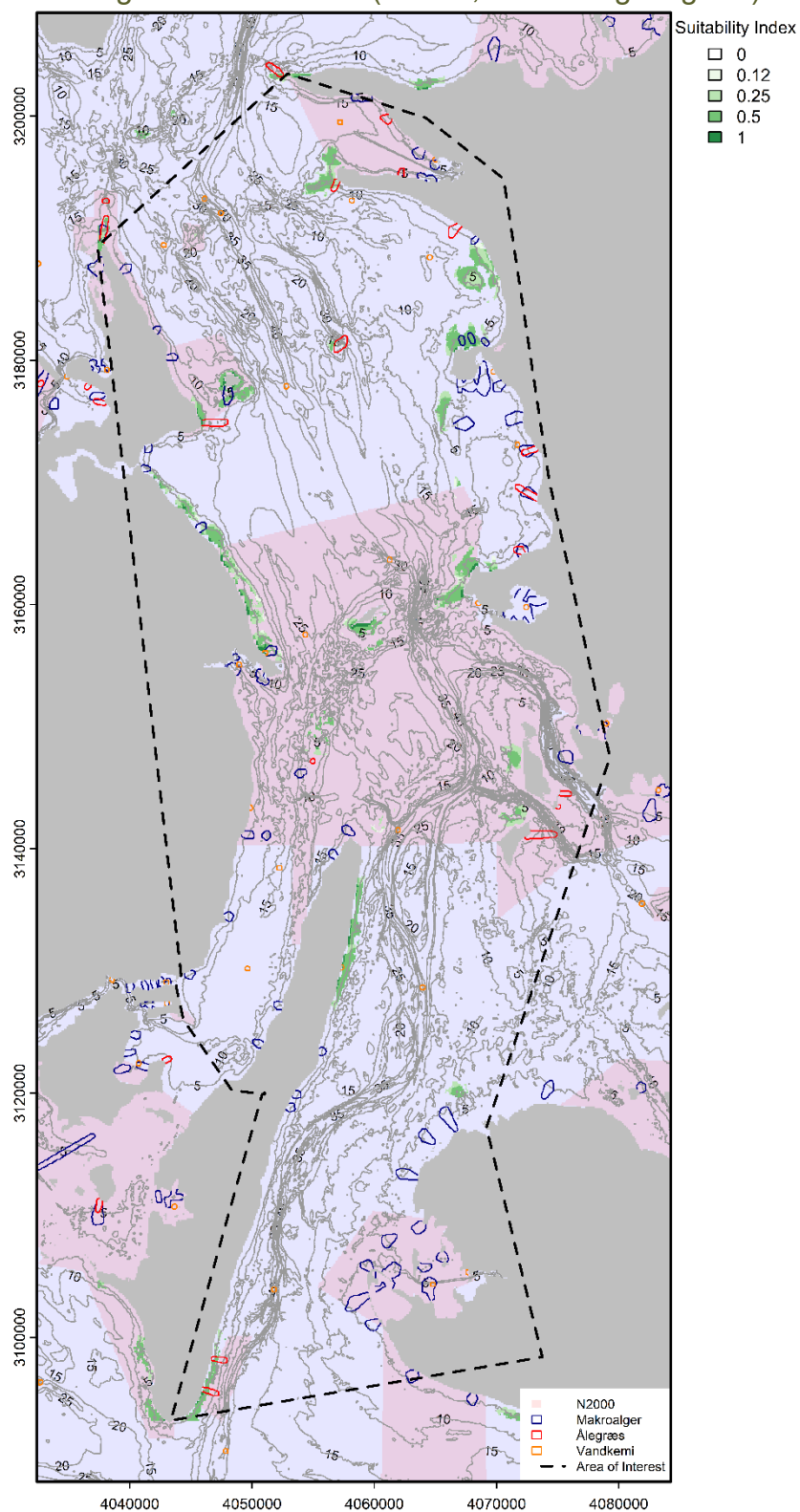


Figur 20. Den samlede egnethed for stenrev i Storebælt.

Ved at kombinere viden om fysiske-, miljø- og historiske forhold fremgår det, at der er en del områder, som opnår en middelgod egnethed (indeks = 0.5), og kun få områder som har høj egnethed (indeks = 1) (Figur 20). Blå/grå farve indikerer områder, som er dybere end 10 m og som ikke er medtaget i analysen. De fleste egnede større sammenhængende områder ligger i umiddelbar nærhed af kysten særligt på NØ- og sydsiden af Langeland og NØ-siden af Fyn. Der er desuden flere små områder i centrale lavvandede dele af Storebælt med middel og høj egnethed.

Til at støtte udvælgelsen af de mange potentielt egnede områder til genopretning af stenrev i Storebælt området har vi kombineret den samlede egnethed (Figur 20) med andre oplysninger (Figur 21). Disse omfatter placeringen af NOVANA transekter for ålegræs og kystnære stenrev samt vandkemistationer. Kortet fremhæver desuden dybdekonturerne og placeringen af N2000 områder og angiver afgrænsningen af undersøgelsesområdet.

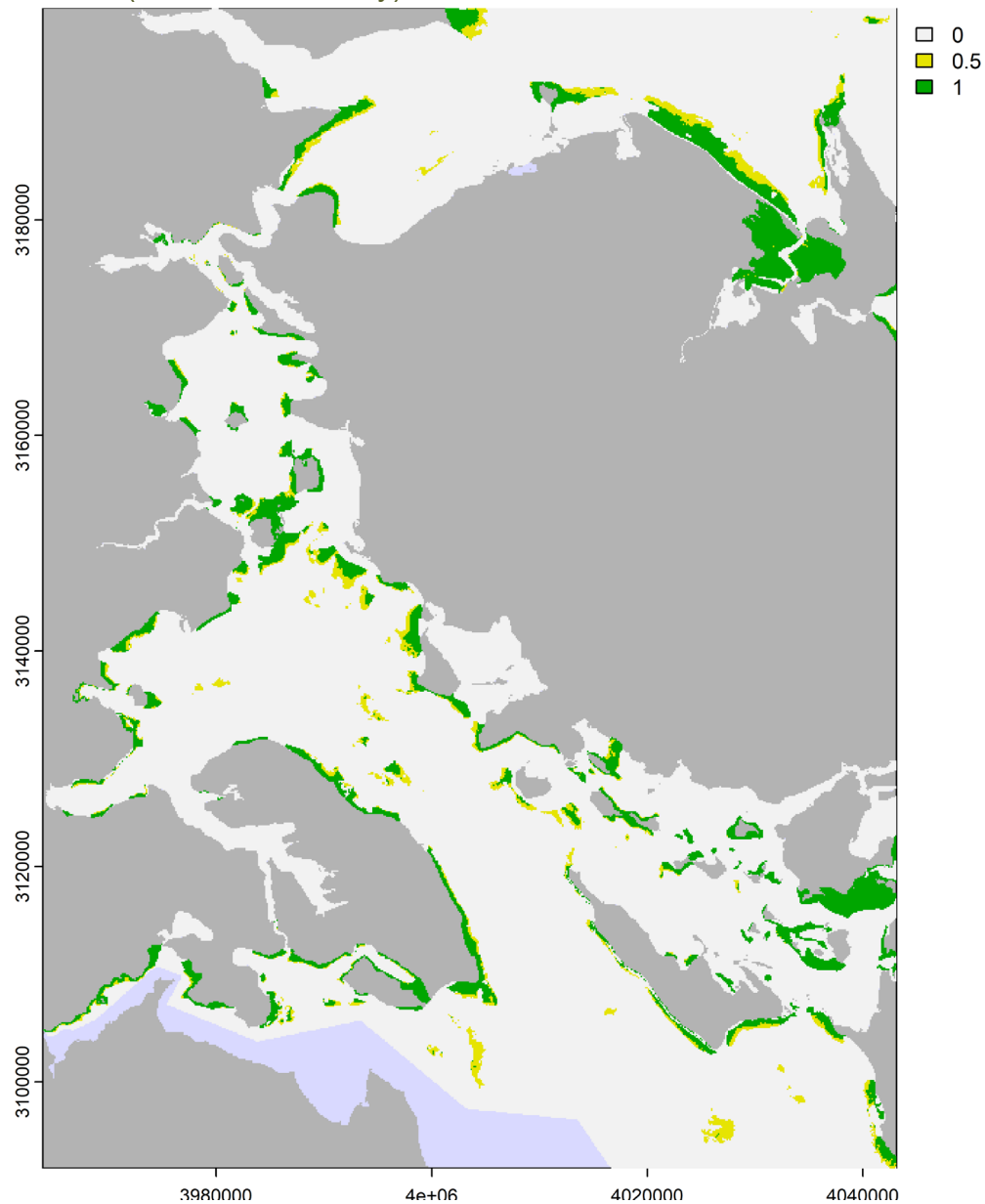
Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs)



Figur 21. Den samlede egnethed for stenrev i Storebælt. Kortet viser også omrids af det ønskede screeningsområde, N2000 habitatområderne samt placering af NOVANA transekter for monitorering af ålegræs og kystnære stenrev og vandkemistationer.

Lillebælt

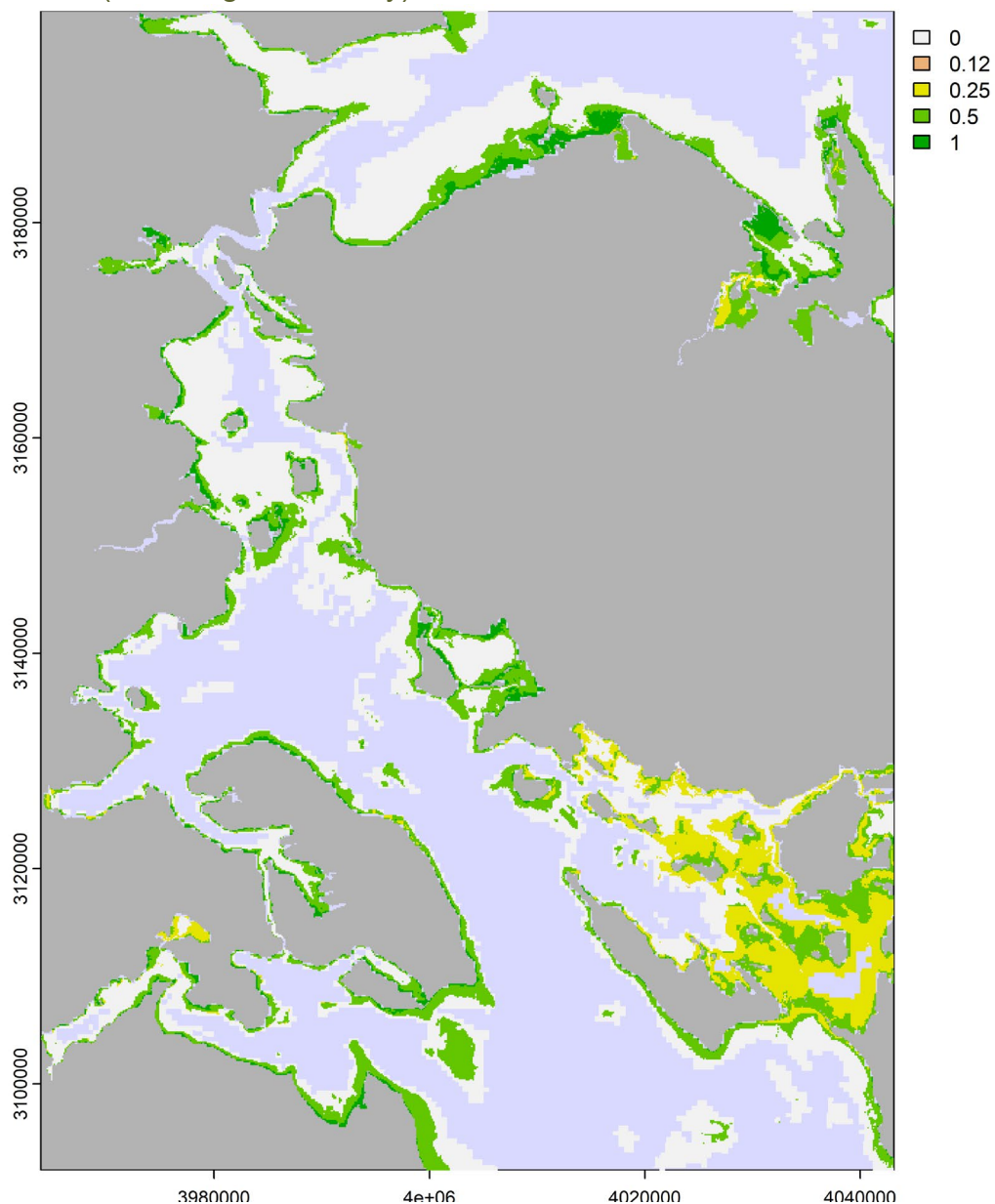
Fysiske forhold (Practical suitability)



Figur 22. Den fysiske egnethed af kystnære områder i Lillebælt for genetablering af stenrev, vurderet ift. sedimenttyper og dybdeinterval.

Figuren indikerer, at der er mange kystnære områder, som ift sedimenttyper og dybdeintervallet er egnede til udlægning af store sten.

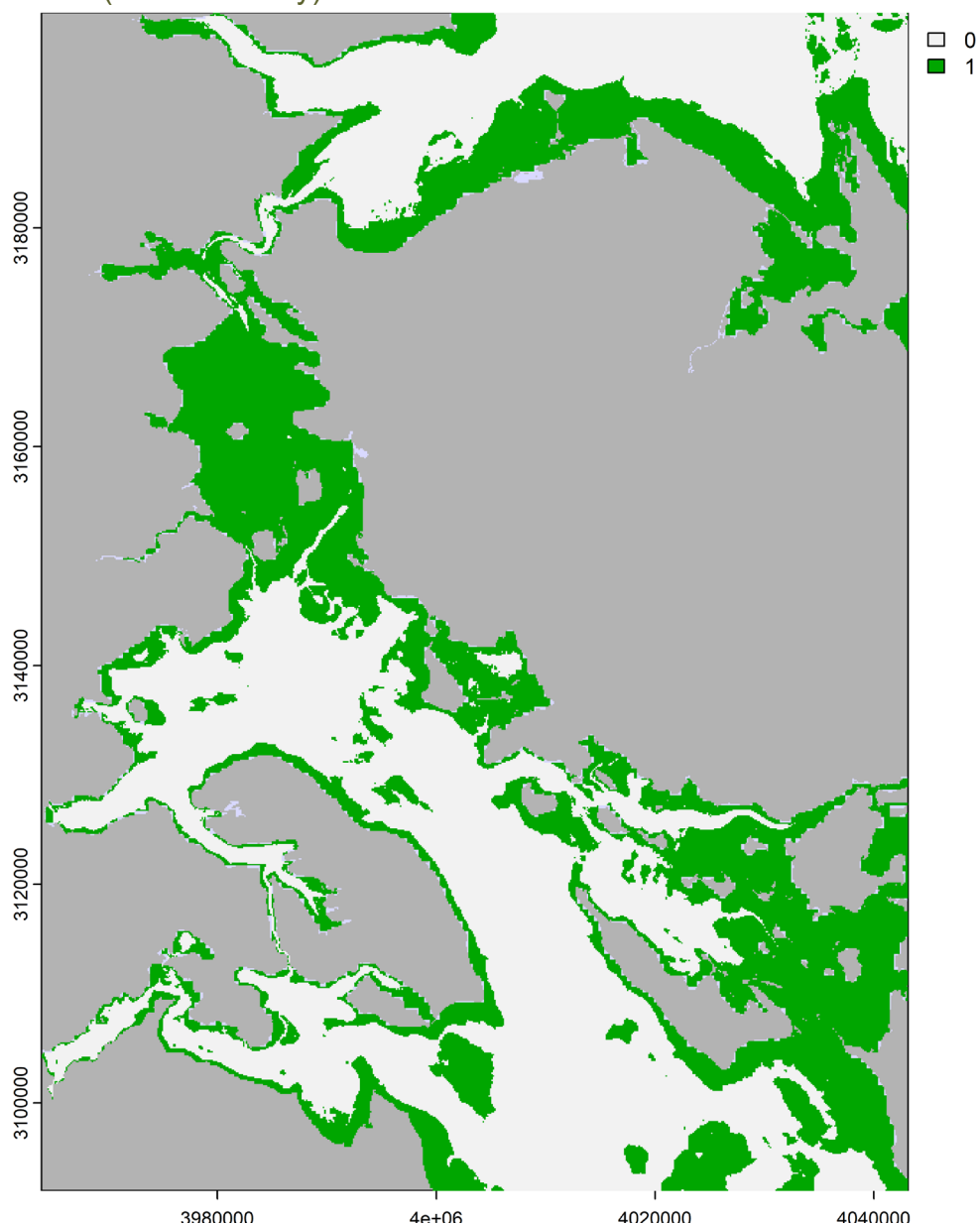
Miljøforhold 1 (Macroalgal suitability)



Figur 23. Egnethed af kystnære områder for udvikling af flerårige makroalger i Lillebælt.

Miljøanalysen indikerer, at flerårige makroalger vil kunne trives helt kystnært på lavt vand langs en del kyststrækninger. Blå/grå farve indikerer områder som er dybere end 10 m og som ikke er medtaget i analysen. Der er således en del områder lavere end 10 m dybde (hvide områder) som ikke er egnede for makroalger.

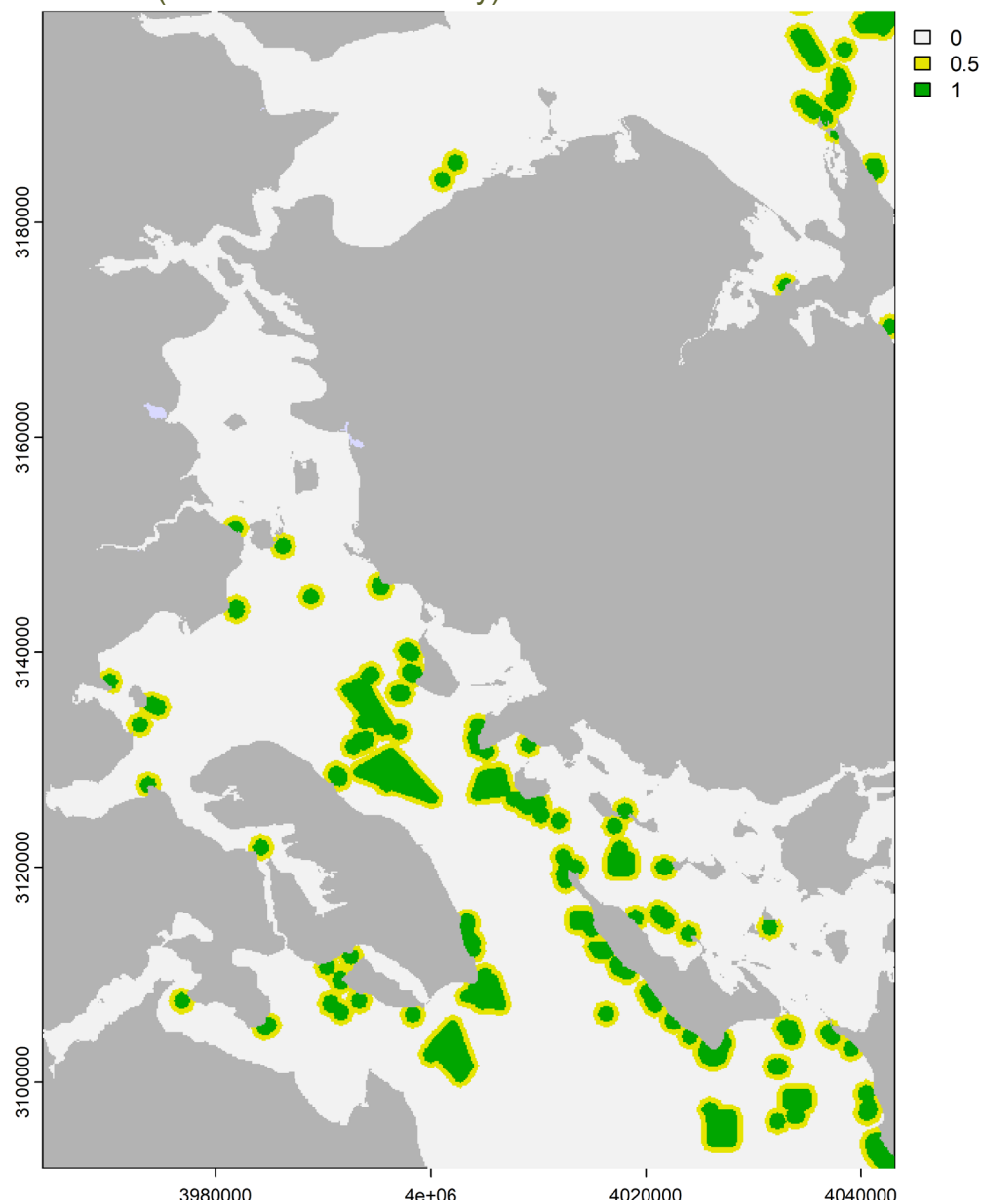
Miljøforhold 2 (Fish suitability)



Figur 24. Egnethed af de kystnære områder for fiskebestande i Lillebælt.

Analysen viser, at en stor del af de kystnære områder er egnede ift. fisk. De dybere liggende områder er derimod ikke egnede, da iltmætningen ligger under grænseværdien på 50% ilt. Disse områder er også ofte påvirkede af iltvind (Hansen & Rytter 2024).

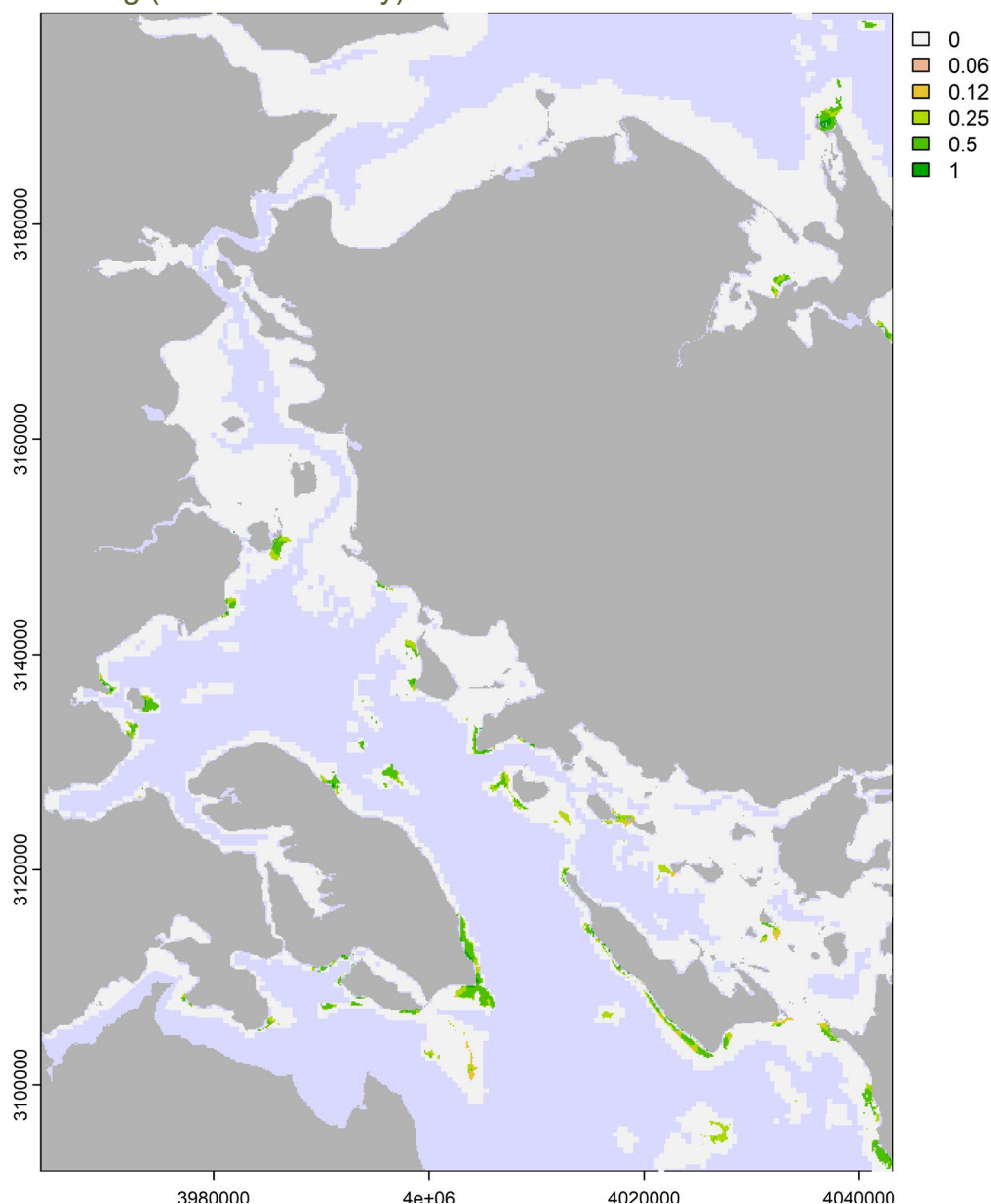
Historiske forhold (Historical info suitability)



Figur 25. Historisk dokumentation for stenfiskeri i Lillebælt.

Figuren viser, at der er mange lokalområder med solid historisk dokumentation for stenfiskeri, særligt langs kysterne i den sydlige del af Lillebælt.

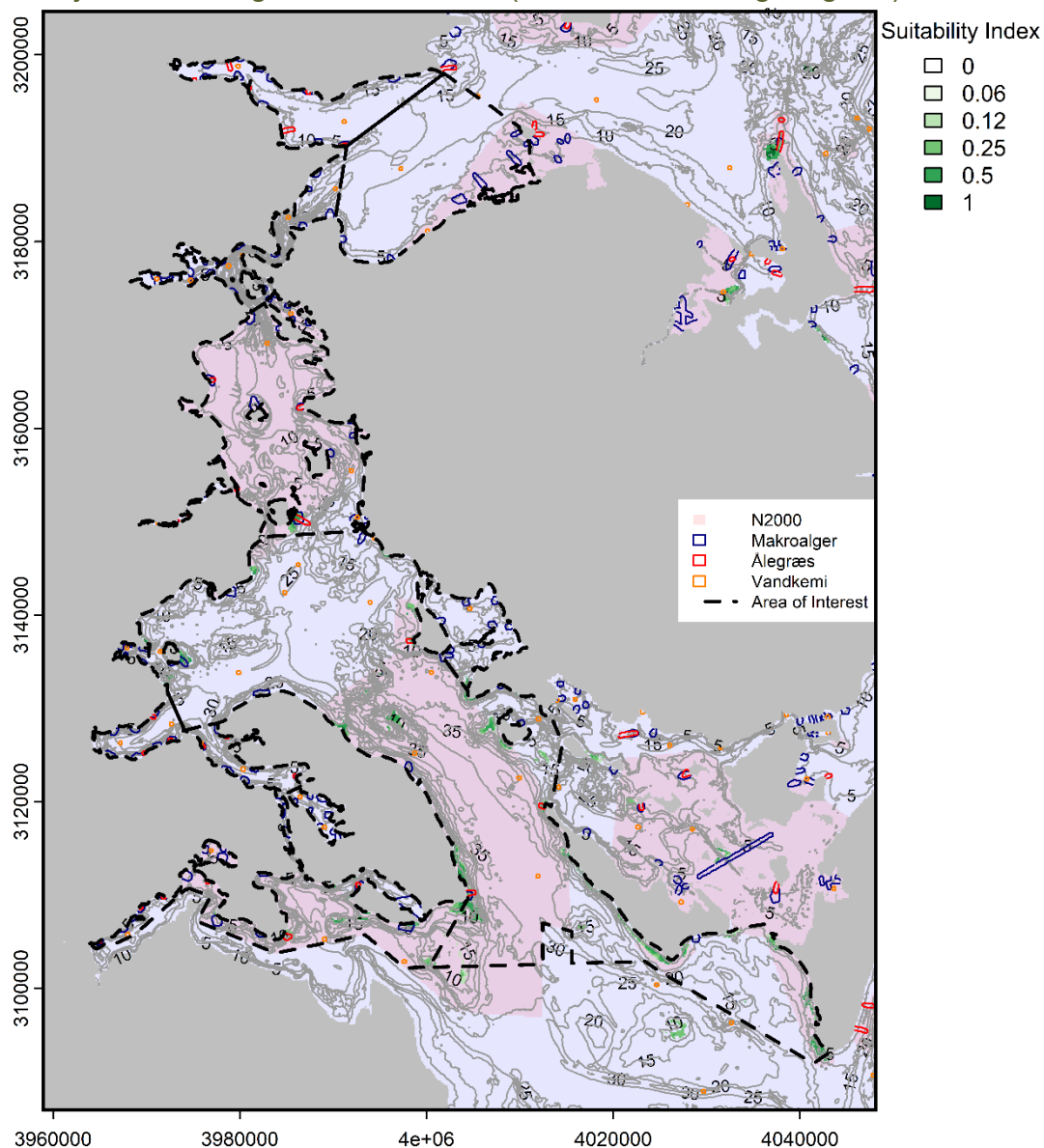
Samlet vurdering (Overall suitability)



Figur 26. Den samlede egnethed for stenrev i Lillebælt.

Ved at kombinere viden om fysiske-, miljø- og historiske forhold i en GIS model (se beregninger i Boks 1) fremgår det af figur 5, at der er mange områder, som opnår en middelgod egnethed (indeks = 0.5), og kun få områder som har høj egnethed (indeks = 1). Blå/grå farve indikerer områder som er dybere end 10 m. De hvide områder viser arealer hvor dybden er lavere end 10 m men hvor egnethed vurderes af være 0. De fleste større sammenhængende egnede områder således i helt kystnære områder i den sydlige del af Lillebælt.

Overvejelser omkring andre interesser (N2000, stenrev og ålegræs)



Figur 27. Den samlede egnethed for stenrev i Storebælt. Kortet viser også omrids af det ønskede screeningsområde, N2000 habitatområderne samt placering af NOVANA transekter for monitorering af ålegræs og kystnære stenrev og vandkemistationer.

4. Diskussion og anbefalinger

De producerede kort over den samlede egnethed (suitability) viser, at der er mange områder, som har en middelhøj egnethed (indeks ≥ 0.5) men få områder med høj egnethed (indeks = 1), hvor alle kriterier (fysiske forhold, miljøforhold og historisk dokumentation for stenfiskeri) er fuldt opfyldt. Den samlede vurdering af egnethed viser for alle fire områder (hhv. Sejrø Bugt og Samsø Bælt, Sydfynske Øhav, Storebælt og Lillebælt), at der er mange især helt kystnære lokaliteter, som har et højt potentiale for genopretning. Kortene giver dog ikke i sig selv en klar afgrænsning af lige præcist hvilke lokalområder, der bør fokuseres på.

Det er vigtigt at fremhæve, at det anvendte værktøj er baseret på mange kort som hver især har tilknyttede usikkerheder. Det bør fx fremhæves at sedimentkortene i mange områder er forbundet med stor usikkerhed. Dette gælder især sedimenttypen "Till" som omfatter glaciale aflejringer og kan bestå af sedimenttyper fra sand, ler, groft sand, ral og sten. Derfor skal den overordnede udpegning af områdernes potentiale anvendes med stor omtanke og den efterfølgende detailplanlægning bør involvere lokal viden om miljøforhold og andre interesser med henblik på udpegning af lokaliteter til genopretning af stenrev. Eftersom sediment forholdene er af stor betydning for den eksakte udpegning af områder til genopretning af stenrev, anbefales det at gennemføre en mere grundig sedimentkortlægning udpegede områder. Dette kan gøres på flere måder, herunder med undervandsoptagelser fra ROV, undervandsfotos, eller optimalt, ved anvendelse af Grøn LIDAR som kan levere kortlægning af sedimentet ned til ca. 10 m dybde, med en datatæthed på ca. 20 data punkter per m².

En vigtig forudsætning for den overordnede screening vha det anvendte decision support tool, er kortlag over det historiske stenfiskeri. I den præsenterede analyse indgik et kort over områder hvor der med stor sandsynlighed har foregået stenfiskeri (Petersen et al. 2024). Dette kort er baseret på forarbejderne til Bekendtgørelse 1082 af 1996, tidligere indrapporterede data fra stenfiskere og anden viden fra erhvervet i de sidste år af det aktive stenfiskeri. Eftersom disse data er behæftet med nogen usikkerhed, anvendte vi en bufferzone på op til 1 km omkring observationerne (se tabel 5). Det kan bestemt ikke udelukkes at der har foregået stenfiskeri i områder som pt ikke indgår i kortlaget over stenfiskeri. Det kan derfor anbefales at indsamle supplerende informationer – og dele disse med center for marin naturgenopretning, så kortlaget kan opdateres løbende. Et eksempel på indsamling af supplerende oplysninger, er inddragelse af historiske søkort, som vist i Dahl & Göke (2021) samt Stæhr et al. (2024b). Sidstnævnte omfatter en kvantitativ metode hvor historiske havdybder sammenholdes med nuværende. Denne metode er under udarbejdning og forventes p sigt at dække de fleste kystnære danske havområder.

Selv om hvert af de anvendte kort i analysen med det anvendte decision support værktøj, er angivet med en rumlig pixel opløsning på 50 x 50 m, så repræsenterer dette ikke en absolut præcision. Kortene er alle baseret på en ekstrapolering af målte observationer. Der eksisterer derfor i realiteten ikke præcise data for hver pixel. Denne grundlæggende usikkerhed gør, at udpegningen udelukkende skal anvendes til at prioritere og udpege områder til en efterfølgende mere grundig vurdering i form af en egentlig forundersøgelse (se Tabel 1 samt Dahl et al. 2024). Sådanne forundersøgelser bør optimalt foruden detaljerede opmålinger af havbundens sedimentforhold med akustiske metoder og evt Grøn LIDAR, omfatte video transekter vha ROV og biodiversitetsopgørelser baseret på dykkerobservationer. Dette er tidligere gennemført ifm. genopretning af stenrev ved Taarbæk rev (Dahl & Göke 2021, Dahl et al. 2022, WSP 2022, Stæhr et al. 2024a).

Et vigtigt element i en videre udpegning er afklaring af formålet med naturgenopretningsprojekterne (se figur 2). Hvis formålet eksempelvis primært er et naturunderstøttende projekt, så bør

dette prioriteres ift. udvælgelsen. Er der et specifikt formål om at fremme bestemte bestande, som fx torskefisk, kan man vælge fremhæve de områder, hvor egnethed for fisk er størst, og vægte miljøforhold for makroalger lavere. Men der kan også være en interesse i at placere et projekt ifm. et særligt lokalområde, så det understøtter inddragelse af lokale interessenter. Den ene prioritering udelukker ikke nødvendigvis den anden. Størrelsen af de ønskede projekter (økonomien), og typen af rev (fx ralrev eller huledannende rev) har også betydning for, hvor stort et område der skal genetableres.

If. den videre afgrænsning af egnede lokaliteter bør man inddrage en række yderligere overvejelser omkring den naturunderstøttende effekt af en mulig placering samt overvejelser omkring den marine områdeforvaltning, som kan indikere mulige interessekonflikter (beskrevet i Stæhr et al. 2023 og vist i Figur 2). Det anvendte værktøj leverer i sin nuværende form ikke en fuldstændig vurdering af disse forhold. Det naturunderstøttende element er dog delvist blevet belyst i form af vigtigheden af eksisterende habitat beskyttelse (N2000 områder) samt nærhed af eksisterende vegetation (her vist ved NOVANA vegetations transekter). N2000 områderne er fremhævet, da disse i nogle tilfælde kan være udpeget på grundlag af stenrev, og vil i så fald være omfattet af en vis grad af beskyttelse. Desuden er N2000, men også fx potentielle råstofområder og områder der undersøges i relation til anlægsprojekter meget mere detaljeret kortlagt mht. overfladesubstrater og de afledte naturtypekort hvor bla. stenrevsområder er afgrænset. En integrering/overlejring af disse mere detaljerede habitatkort vil foruden at bidrage med en større detaljegrad, forventeligt føre til en justering af scoren der her er anvendt på sedimentkortet (practical suitability), og derved kunne påvirke den endelige samlede vurdering af områdernes egnethed for genopretning af stenrev. At inddrage detaljerede kortlagte områder hvor stenede områder allerede er identificeret, vil samtidigt reducere behovet for en efterfølgende detaljeret akustisk opmåling.

Det bør fremhæves at det udviklede decision support tool gør det muligt at nærstudere særligt udvalgte områder for at afklare betydningen af de enkelte egnethedskort (fysisk, miljø, historisk dokumentation) som eventuelt måtte begrænse den beregnede egnethed i et lokalområde.

Center for marin naturgenopretning arbejder på en række opgraderinger af værktøjet, som vil fremme dets anvendelighed til vurdering af marine naturgenopretningsprojekter. Disse opgraderinger omfatter foruden øget brugervenlighed, en integrering/overlejring af naturtypekort og udvikling af decision support tools for andre habitater.

5. Referencer

- Dahl, K., Stæhr, P.A.U., Göke, C., Svendsen, J.C., Steinfurth, J.C.H., Jørgensen, T.B. (2024). Vejledning til naturgenopretning af stenrev. Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning. [stenrev-best-practice.pdf \(marinnatur.dk\)](#)
- Dahl, K. & Göke, C. (2021). Naturgenopretning af stenrev i Øresundsregionen – en identifikation af mulige lokaliteter. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Teknisk rapport nr. 200. <http://dce2.au.dk/pub/TR200.pdf>
- Dahl, K., Stæhr, P.A.U., Buur, H. & Göke, C. (2022). Biologiske undersøgelser på Taarbæk Rev. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 42 s. - Teknisk rapport nr. 255. <http://dce2.au.dk/pub/TR255.pdf>
- Göke, C. og Dahl, K. (2022). Reetablering af stenrev på Taarbæk Rev. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. - Teknisk rapport nr. 256 <http://dce2.au.dk/pub/TR256.pdf>
- Hansen, J.W. & Rytter, D. (2024). Iltsvind i danske farvande 1. juli – 28. august 2024. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 25 s. Rådgivningsnotat nr. 2024|47
- Stæhr, P.A., Göke, C., Holbach, A.M., Krause-Jensen, D., Timmermann, K., Upadhyay, S. and Ørberg, S.B. (2019). Habitat model of eelgrass in Danish coastal waters: development, validation and management perspectives. *Frontiers in Marine Science*. 6(175).
- Stæhr, P.A.U., Petersen, J.K., Flindt, M., Jørgensen, T.B., Dahl, K., Krause-Jensen, D., Markager, S., Timmermann, K., Svendsen, J.C., Nielsen, P., Bach, L.N. (2023). Overordnet vejledning for udpegning af områder til marin naturgenopretning. Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning. <https://marinnatur.dk/media/72368/overordnet-vejledning-for-udpegning-af-omraader-til-marin-naturgenopretning.pdf>
- Stæhr, P.A.U., Buur, H., Dahl, K., Bach, L., Winding, A., Sapkota, R. (2024a). Bentisk biodiversitet ved Taarbæk rev. Forundersøgelse ved dykker, haps og eDNA prøver. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 30 s. - Teknisk rapport nr. 304
- Stæhr, P.A.U., Holbach, A.M., Göke, C. (2024b). Udpegning af områder egnet til genetablering af stenrev. Vordingborg kommune. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 21 s. - Teknisk rapport nr. 326. TR326.pdf
- WSP (2022). Geologisk undersøgelse med henblik på reetablering af stenrev ved Taarbæk Rev. projekt nr.: 3672100232. Miljøstyrelsen.

Center for Marin Naturgenopretning ([Marin natur - Center for Marin Naturgenopretning](#)), er et samarbejde mellem Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience, DTU Aqua Institut for Akvatiske Ressourcer, Syddansk Universitet, Biologisk Institut, og Limfjordsrådet.



Centeret er finansieret af Miljøministeriet og Velux Fonden.



Centerets hovedformål er at fremme en vidensbaseret implementering af marin naturgenopretning, med henblik på at styrke marine økosystemers modstandsdygtighed, økologiske balance og en lang række økosystem tjenester i danske farvande.