Nordkystens Fremtid

Tillægsnotat til Bilag 7 Natura 2000-konsekvensvurdering

Dato: .6 maj 2026

Indhold

1. Indledning 3

2. Indhold i dette notat 4

3. Alternativer til projektforslaget i Natura 2000-konsekvensvurdering 4

3.1. Begrundelse for fravalg af alternativ D 4

3.1.1. Konklusion 5

3.2. Andre alternativer: Kombinationsløsninger 5

3.2.1. Konklusion 6

4. Opdateret vurdering af skadens omfang for projektforslaget 7

4.1. Alder af stenrev inden for aktiv dybde 8

4.2. Vurdering af skade på stenrev 9

4.3. Omfang af kompensation 10

5. Redegørelse for hvorfor de kompenserende stenrev ikke tildækkes 12

6. Forslag til overvågningsprogram 13

6.1. Baggrund 13

6.2. Forslag til overvågningsprogram 14

6.3. Metode 15

7. Referencer 16

1. Indledning

Som led i forberedelsen af kystbeskyttelsesprojektet "Nordkystens Fremtid" har Halsnæs, Helsingør og Gribskov Kommuner som bygherrer foranlediget udarbejdelsen af konsekvensvurdering af 20. februar 2025, jf. kysthabitatbekendtgørelsens § 4, stk. 2.

Som led i konsekvensvurderingen blev det vurderet, at gennemførelsen af projektet ville påføre Natura 2000-område nr. 195 skader på stenrev, som er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området, og at projektet derfor som udgangspunkt ikke kunne gennemføres, jf. kysthabitatbekendtgørelsens § 5, stk. 1. Gennemførelsen af projektet forudsætter således, at betingelserne for at fravige kysthabitatbekendtgørelsens § 5, stk. 1, er opfyldt, jf. kysthabitatbekendtgørelsens § 6, stk. 1.

Kysthabitatbekendtgørelsens § 6, stk. 1, foreskriver, at en fravigelse kan ske, når projektet skal gennemføres af hensyn til væsentlige samfundsmæssige interesser, og der ikke findes nogen alternativ løsning. På den baggrund blev fravigelsesredegørelse af 25. november 2024 udarbejdet. Alternative gennemførlige løsninger, som opfylder projektets formål, skal undergå en vurdering af, om alternativet er en mindre skadelig løsning for Natura 2000-området.

I fravigelsesredegørelsen er projektforslaget, fem alternativer, en kombinationsløsning og et referencescenarie (nulløsning) beskrevet og vurderet.

I Natura 2000-konsekvensvurderingen er der medtaget et alternativ (D), som består i strandfodring kun med ral langs hele kysten. Alternativ D blev i forbindelse med den tidligere vurdering vurderet som et muligt men ringere alternativ til projektforslaget, fordi fremgangsmåden ville påføre skade på flere naturtyper end projektforslaget, herunder de prioriterede naturtyper grå/grøn klit, klithede, kalkoverdrev og surt overdrev.

Det følger af kysthabitatbekendtgørelsens § 6, stk. 4, at en afgørelse om fravigelse træffes efter høring af miljøministeren – i praksis Miljøstyrelsen. Som led i dialogen med Miljøstyrelsen omkring høringen er det blevet klart, at alternativ D i lighed med alternativ A (med kun hård kystbeskyttelse) og en kombinationsløsning, hvor der strandfodres med sand og ral uden for Natura 2000-område nr. 195 og kun ral inden for Natura 2000-område nr. 195, ikke opfylder projektets formål, fordi der fortsat vil mangle sand på strækninger, der kun fodres med ral og nedstrøms. Alternativ D vil dermed ikke være en langsigtet og holdbar løsning med ensartet beskyttelse for hele Nordkysten, der imødegår klimaforandringerne, herunder usikkerheden forbundet hermed. Derudover er det ved markedsundersøgelser fastslået, at der ikke findes ral tilgængelig i de nødvendige mængder indenfor landets grænser, hvorfor alternativ D også af denne grund ikke kan anses som et gennemførligt alternativ.[1]

Nordkystens Fremtid har på den baggrund besluttet at fravælge alternativ D med den begrundelse, at alternativet hverken opfylder projektets formål eller kan anses som et gennemførligt alternativ.

Fravigelsesredegørelsen er tilrettet i lyset af denne ændrede vurdering. Ændringen indebærer således, at alternativ D ikke længere kun fravælges, fordi det er et mere skadeligt alternativ end projektforslaget,

[1] Det bemærkes, at det følger af EU-kommissionens meddelelse, Vurdering af planer og projekter i forbindelse med Natura 2000-lokaliteter – Metodisk vejledning om artikel 6, stk. 3 og 4, i habitatdirektivet 92/43/EØF, s. 52, at alternative placeringer til en havn på Tenerife blev fravalgt pga. bl.a. manglen på et stenbrud tæt på den planlagte placering.

men fordi det ikke anses som et gennemførligt alternativ, der kan opfylde projektets formål. Den primære konsekvens heraf er, at alternativ D på den baggrund ikke længere er omfattet af kravet om at blive underkastet en vurdering af skadevirkningen på Natura 2000-områder tilsvarende projektforslaget.

2. Indhold i dette notat

Dette notat udgør et tillæg til Natura 2000 konsekvensvurderingen med følgende indhold:

- En uddybet argumentation for fravalg af alternativer, herunder alternativ D (ren ralfodring), som tidligere har været behandlet som en mulig løsning, og som tidligere også indgik i kombinationsløsningen med fodring med enten sand eller ral på forskellige fodringsstrækninger. Det fremgår af afsnit 3.

- Uddybet argumentation for beregning af skadens omfang og kompensationsfaktor. Her redegøres for, hvilke stenrev der tildækkes og hvorfor de kompenserende stenrev ikke tildækkes. Det fremgår af afsnit 4 og 5.

- Input til et overvågningsprogram for stenrevet, som kystmyndighederne kan bruge som grundlag for vilkår om overvågning fremgår af afsnit 6.

På baggrund af den uddybede argumentation og ændrede vurdering opdateres fravigelsesredegørelsen.

3. Alternativer til projektforslaget i Natura 2000-konsekvensvurdering

Som det fremgår af indledningen, er det blevet klarlagt at alternativ D, strandfodring med ral alene, ikke kan anses som et gennemførligt alternativ til projektforslaget. Der skal derfor ses bort fra tidligere beskrivelser og vurderinger af alternativ D i Natura 2000-konsekvensvurderingen.

Dette ændrer ikke på den overordnede konklusion om, at projektforslaget er den mindst skadende løsning.

Herunder fremgår en nærmere begrundelse for, hvorfor alternativ D ikke lever op til projektets formål, og dermed ikke er relevant at medtage i Natura 2000-konsekvensvurderingen.

3.1. Begrundelse for fravalg af alternativ D

Alternativ D omfatter strandfodring med ral alene langs alle fodringsstrækninger for at beskytte den eksisterende hårde kystbeskyttelse og de bagvedliggende ejendomme. Ralfodringen genopbygger stranden lokalt men tilfører ikke sand til systemet, hvilket betyder, at den langsgående sedimenttransport reduceres markant.

Da ral transporteres meget langsomt og ikke bidrager til sedimenttilførsel til nabostrækningerne, vil der opstå forøget erosion nedstrøms, særligt på mellemstrækningerne, hvor der ikke fodres. Her vil kystlinjen fortsat rykke tilbage, fordi mellemstrækningerne ikke længere modtager sediment fra de tilstødende fodringsstrækninger.

Alternativ D skaber derfor ikke en helhedsorienteret eller langsigtet løsning, idet beskyttelsen kun virker lokalt, mens erosionen forskydes til andre dele af Nordkysten. Dette strider imod projektets formål om at etablere en helhedsorienteret, langsigtet og holdbar beskyttelse for hele kyststrækningen.

Ifølge kystbeskyttelsesloven skal der kompenseres for den sedimentmængde, som ralfodringen holder tilbage. Da ral ikke tilfører sand til systemet, vil alternativ D kræve betydelige kompenserende sandfodringer – både initialt og som vedligehold – for at undgå negative påvirkninger nedstrøms. Alternativet kommer dermed tæt på projektforslaget og kan ikke gennemføres uden samtidig sandfodring.

Derudover vil kystprofilet foran ralfodringen, hvis der ikke kompenseres med sand, gradvist blive stejlere, fordi systemet ikke tilføres tilstrækkeligt sediment. Det øger bølgepåvirkningen og medfører, at behovet for forstærkningen af de hårde kystbeskyttelsesanlæg er større end i projektforslaget.

Nordkysten består naturligt af sandstrande. Alternativ D vil ikke medføre genskabelse af kystlandskabet med de brede, beskyttende sandstrande, som er nødvendige for at opretholde en naturlig sedimentbalance langs kysten. I stedet vil strandfodring med ral medføre, at kystens udseende og karakter ændrer sig markant, hvilket ikke er i tråd med ønsket om at bevare områdets nuværende naturpræg.

Samlet set lever alternativ D ikke op til kravene om en helhedsorienteret og langsigtet kystbeskyttelse, idet løsningen kun virker lokalt, forværrer erosionen nedstrøms og ikke genskaber den naturlige sanddominerede kyst. Derfor fravælges alternativ D.

Desuden er ral en begrænset ressource og det er usikkert, om der kan skaffes så stor en mængde til projektet, at alternativ D kan gennemføres (WSP, 2022).

3.1.1. Konklusion

Alternativ D er fravalgt, da løsningen ikke lever op til projektets formål om at skabe en helhedsorienteret, langsigtet og holdbar beskyttelse af hele Nordkysten. Det er ikke en helhedsorienteret løsning at strandfodre med ral på fodringsstrækningerne, da det kun løser problemer lokalt og skaber nye udfordringer andre steder langs kysten. En sådan tilgang vil ikke sikre en langsigtet og holdbar beskyttelse for hele Nordkysten. Strandfodring med ral løser ikke problemet med sandunderskud langs store dele af kysten. I stedet opstår nye problemer, især læsideerosion, hvor erosionen flyttes længere ned ad kysten. Derfor er alternativ D fravalgt og er ikke længere et alternativ, som opfylder projektets formål, og det er derfor ikke relevant at medtage det i Natura 2000-konsekvensvurderingen.

Der skal derfor ses bort fra beskrivelser og vurderinger af alternativ D i Natura 2000-konsekvensvurderingen. Alternativ E, der udelukkende omfatter strandfodring med sand, er herefter det eneste alternativ, der opfylder projektets formål.

Konklusionen af Natura 2000-konsekvensvurderingen er fortsat, at det er projektforslaget, der er den mindst skadende løsning.

3.2. Andre alternativer: Kombinationsløsninger

Det er i projektet afdækket, om det er muligt at finde yderligere alternativer, som opfylder projektets formål med mindre skade på Natura 2000-områder i form af kombinationsløsninger med forskellige løsninger i og udenfor Natura 2000-område nr. 195. Der er specifikt set på en kombinationsløsning, hvor der strandfodres med sand og ral uden for Natura 2000-område nr. 195 og kun anlægges skråningsbeskyttelse eller kun strandfodres med ral inden for Natura 2000-område nr. 195.

Den valgte løsning (projektforslaget) er i sig selv en kombinationsløsning, hvor ral og sand er en del af løsningen langs alle fodringsstrækninger sammen med etablering eller udbygning af skråningsbeskyttelse.

En kombinationsløsning indeholdende alternativ D, hvor der kun strandfodres med ral i Natura 2000-området, vil ikke tilføre sand til kystsystemet, og dermed ikke løse det eksisterende problem med sedimentunderskud. Dette vil medføre øget nedstrøms erosion, da ral ikke bidrager til den naturlige langstransport af materiale langs Nordkysten. En sådan løsning beskytter derfor kun lokalt, mens erosionen forværres på de efterfølgende strækninger, hvilket er i modstrid med projektets formål om en sammenhængende og langtidsholdbar kystbeskyttelse på tværs af hele Nordkysten.

Ligeledes vil en kombinationsløsning indeholdende alternativ A, hvor der kun etableres eller udbygges skråningsbeskyttelse i Natura 2000-området, fastholde kystlinjen og dermed reducere den naturlige erosion af skrænterne, som i dag bidrager med sediment til kystsystemet. Dette vil yderligere forstærke det allerede betydelige sedimentunderskud, hvilket skaber nye nedstrøms-påvirkninger i stedet for at løse de eksisterende problemer.

Begge kombinationsløsninger vil således kræve kompenserende sandfodringer jf. kystbeskyttelsesloven for at undgå forringelse af nabostrækninger, da de ændrer sedimentbalancen i systemet. Herved vil løsningerne i praksis nærme sig projektforslaget, uden at levere de kysttekniske eller naturfaglige fordele ved kombinationen af sand og ral, som projektet leverer.

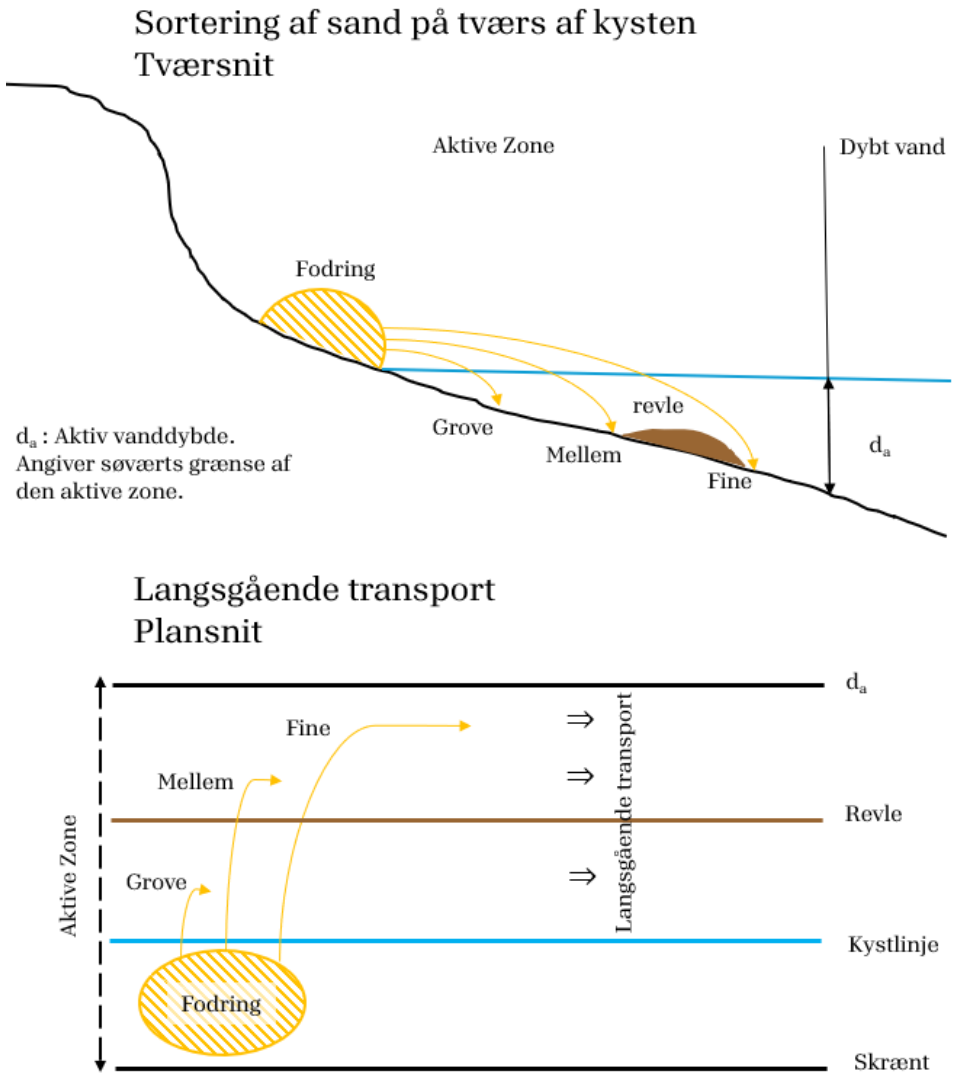
Der sker desuden en naturlig materialevandring fra vest mod øst langs Nordkysten, hvilket betyder, at al strandfodring med sand vest for Natura 2000-område nr. 195 også i en kombinationsløsning med tiden vil blive transporteret til Natura 2000-området og tildække stenrev.

3.2.1. Konklusion

Samlet set lever de forskellige kombinationsløsninger i og udenfor Natura 2000-område nr. 195 ikke op til projektets formål om at skabe en helhedsorienteret, langsigtet og holdbar beskyttelse af hele Nordkysten. De løser problemer lokalt, men skaber nye problemer på andre strækninger og opretholder eller forværrer det sedimentunderskud, som projektet skal afhjælpe.

4. Opdateret vurdering af skadens omfang for projektforslaget

Ved strandfodring med sand lægges fodringssandet primært på stranden, hvorfra det af bølger og strøm med tiden sorteres på tværs af kysten samtidigt med, at det føres langs med kysten som illustreret på Figur 1. Sorteringen gør at den grove del af sandet fortrinsvis bliver på stranden, mens den mellemste og fineste fraktion bringes ud på større vanddybder (inden for den aktive dybde[2]), hvor sandet indledningsvis vil dække stenrev og påvirke eksisterende sandbanker langs fodringsstrækningerne. En del af sandet vil løbende blive transporteret fra vest mod øst langs fodringsstrækningerne og dermed videre fra rev og sandbanker, som sandet har påvirket og hen til andre strækninger. Da sandet kun kan være et sted ad gangen, vil transporten naturligt medføre, at stenrev blotlægges igen, efterhånden som sandet transporteres videre. Det svarer til de naturlige processer, der sker langs med Nordkysten i dag, hvor rev tildækkes og blotlægges, og sandbanker opstår og forsvinder i den aktive kystzone som følge af de varierende sedimenttransportforhold langs kysten.



Figur 1. Illustration af hvordan sandet efter fodring sorteres og transporteres ud i profilet og på tværs af kysten.

[2] Det er inden for den aktive dybde, at sandtransporten langs kysten forekommer.

Skadens omfang, afhængighed og samspil med de naturlige dynamiske processer i kystområdet er ydeliger uddybet nedenfor og de efterfølgende afsnit.

Ved beregningerne i Natura 2000-konsekvensvurderingen er det samlede areal af stenrev, som vil blive tildækket af sand på både fodringsstrækningerne og mellemstrækningerne, opgjort. Den viste tabel herunder er kopi af Tabel 8.4 i Natura 2000-konsekvensvurderingen.

Tabel 8.4: Den samlede arealmæssige påvirkning af habitatnaturtypen rev (1170) og sandbanke (1110) som følge af initialsandfodringen og vedligeholdelsesfodringer hvert 5 år for projektforslaget. % angiver arealets omfang i forhold til den samlede kortlægning i Natura 2000-område nr. 195 (3.513 ha rev og 2.828 ha sandbanke). Arealer angivet i ha. Tal er afrundet. Derfor kan summen af de afrundede værdier afvige fra den angivne totale tildækning 0-50 år i alt.

Naturtype	Strækning	Tildækket ved projektstart	Tildækket 0-5 år	Tildækket 5-10 år	Tildækket 10-25 år	Tildækket 25-50 år	Tildækket 0-50 år i alt
Stenrev (1170)	I alt (ha)	35,7	0,6	0,5	2,7	6,3	45,8
	I alt (% af kortlagt)	1,0 %	0,02 %	0,02 %	0,1 %	0,2 %	1,3 %
Sandbanke (1110)	I alt (ha)	23,5	0,5	0,5	2,3	5,5	32,4
	I alt (% af kortlagt)	0,8 %	0,02 %	0,02 %	0,08 %	0,2 %	1,1 %

Af Tabel 8.4 fremgår det, at projektforslaget samlet over 50 år vil medføre, at i alt 45,8 ha stenrev, beliggende inden for den aktive zone, begrænset søværts af den aktive vanddybde (se definition på Figur 1), vil blive påvirket med tildækning af sand. Påvirkningen af stenrevene sker ikke samtidigt, men gradvist i takt med, at det tilførte sand mobiliseres og transporteres fra stranden ud i kystprofilet som følge af bølge- og strømforhold. Beregninger, der er udført som del af projektet, viser, at den langsgående sedimenttransport og variationen i sedimenttransporten langs kysten samlet set forventes at være nogenlunde uændret efter gennemførelse af projektforslaget. Det indebærer, at selvom der tilføres mere sand til systemet, er det fortsat bølge- og strømforholdene, der i praksis sætter en øvre grænse for, hvor meget materiale der kan transporteres langs kysten. Den langsgående transport vil dermed fortsat være domineret af den eksisterende netto-transport fra vest mod øst, og det strandfodrede sand vil derfor kun gradvist blive flyttet videre langs kysten og nå mellemstrækningerne over tid. Stenrevene på mellemstrækningerne forventes derfor først at blive tildækket efter en årrække.

Beregninger viser endvidere, at sedimenttransporten varierer betydeligt både fra år til år og mellem sæsoner inden for samme år. Dette understreger, at kysten er et dynamisk system, hvor strandens bredde, sandmængden på stranden og erosionens omfang naturligt varierer både geografisk og over tid. Strandens placering og bredde vil også fremadrettet rykke frem og tilbage over årene. Mellem vedligeholdelsesfodringerne (hvert 5. år) vil der derfor fortsat ske en gradvis erosion af stranden.

4.1. Alder af stenrev inden for aktiv dybde

Der er udført en analyse af forholdet mellem stenbund og sandbund inden for aktiv dybde i Natura 2000-område nr. 195 (Bilag 14 i Miljøkonsekvensvurderingen "Nordkystens Fremtid Analyse af

strandfodringens påvirkning af habitatnatur langs Nordkysten"). Analysen viser, at det samlede areal af henholdsvis stenbund og sandbund er nogenlunde konstant over tid, og der ses ikke nogen tydelig udvikling mod større forekomst af den ene bundtype frem for den anden.

I MST's kortlægning af habitatnaturtyperne rev og sandbanke er der inden for den aktive dybde kortlagt 113 ha rev og 313 ha sandbanke (Miljøstyrelsen, 2021). Arealet af havbunden inden for aktiv dybde er ca. 473 ha, så ca. 90 % af havbunden er kortlagt som enten rev eller sandbanke.

Analysen i Bilag 14 viser, at i perioden 2012-2022 er størrelsen af områder med permanent stenbund 47,8 ha (10 % af havbunden inden for aktiv dybde), og størrelsen af områder med permanent sandbund er 255,5 ha (54 % af havbunden inden for aktiv dybde). I perioden 2012-2022 var der i gennemsnit 122 ha stenbund inden for den aktive zone, og de 47,8 ha permanent stenbund svarer derfor til, at 39,0 % af stenbunden konstant er stenbund igennem hele perioden på 11 år. For det resterende stenbundsareal ændres udbredelsen af de blotlagte stenrev fra år til år som følge af sandets bevægelser. Analysen viser, at for lidt under halvdelen af arealet med stenbund (40-45 %) varierer udbredelsen af de blotlagte stenrev fra et analyseår til det næste, og det er derfor stenrev i et tidligt successionsstadie. Fordeling af alder af stenrev fremgår af Tabel 4.1, hvor stenrev i alderen 2-10 år er beregnet som restarealet op til 100 %.

Tabel 4.1: Fordeling af alder af stenrev inden for aktiv dybde.

Alderskategori for stenrev	0-2 år	2-10 år	> 10 år
Stenrev inden for aktiv dybde	42,5 %	18,5 %	39,0 %

Analysen viser, at der er årlige variationer af i hvilke områder, der er stenbund og sandbund, men ikke stor variation i forholdet mellem det samlede areal sandbund og stenbund fra år til år. Det vil med andre ord sige, at det samlede areal med stenbund er konstant, men områderne, hvor der er blottet stenbund, varierer fra år til år.

De kystnære stenrev befinder sig til gengæld i et særdeles dynamisk miljø, hvor bølger og strøm konstant påvirker forholdene. Derfor udvikles der sjældent et stabilt klimakssamfund på disse rev, da forholdene hele tiden ændrer sig. Stenene flyttes rundt, og makroalger samt muslinger bliver ofte brækket af eller løsrevet fra underlaget. Dvs. selvom stenrevenes alder er over 10 år, er det ikke givet, at stenrevene har et stabilt klimakssamfund.

Det bemærkes, at analysen er baseret på forårsluftfoto og således udgør et øjebliksbillede af bundforholdene på samme årstid i en årrække. Bundens karakter, herunder udbredelsen af blotlagt og tildækket stenrev, varierer imidlertid hen over sæsonen og fra sæson til sæson som følge af ændringer i bølge- og strømforhold. Under mere energirige forhold kan sand mobiliseres og omfordeles fra stranden og ud på revlerne, mens sandet under mere rolige forhold vil blive transporteret ind på stranden igen. Stranden er derfor ofte bredere om sommeren end om vinteren. Denne variation i løbet af et år kan medføre midlertidig tildækning eller eksponering af stenrev i andre områder end dem, der fremgår af forårsluftfotoet. Aldersanalysen af stenrevene inkluderer ikke denne sæsonmæssige variation, som alt andet lige ville flytte aldersfordelingen i tabellen mod de lavere alderskategorier. Af denne grund opfattes fordelingen i tabellen som et konservativt estimat på stenrevene aldersfordeling.

4.2. Vurdering af skade på stenrev

Det fremgår af Tabel 8.4, at projektforslaget vil medføre, at i alt 45,8 ha stenrev på et tidspunkt vil blive tildækket med sand i løbet af 50 år. Påvirkningen af hele arealet vil ikke ske samtidig. Ved at

sammenholde påvirkningen med alder af stenrev kan det påvirkede areal fordeles på alderskategorier af stenrev, se Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Beregning af alder af påvirket rev i forhold til projektets samlede påvirkning over 50 år og opgørelse af skadet areal.

Alder af rev	Fordeling	Påvirket rev (ha)	Vurdering af skade	Skade på rev (ha)
0-2 år	42,5%	19,5	Ikke skade	0,0
2-10 år	18,5%	8,5	Skade	8,5
> 10 år	39,0%	17,9	Skade	17,9
I alt	100,0 %	45,8		**26,4**

Det vurderes, at projektforslaget vil skade de påvirkede stenrev i alderen over 10 år. Alderskategorien består af stenrev, der ikke eller meget sjældent tildækkes under eksisterende forhold, og projektforslaget forventes at tildække stenrevene i større omfang.

Som følge af projektforslaget forventes en del af de stenrev, der i dag er klassificeret i alderskategorien over 10 år, i perioder at blive tildækket oftere på grund af den øgede tilførsel af sand. Stenrevene vil dog fortsat være periodevist eksponeret, idet tildækning og blotlægning fortsat vil variere over tid på grund af den kontinuerlige sandtransport, der foregår både på tværs af kysten og langs med kysten. Herved vil disse rev i praksis kunne skifte til en lavere alders-/successionskategori.

Det vurderes, at projektforslaget vil skade påvirkede stenrev i alderen 2-10 år. Alderskategorien består af stenrev i blandet successionsstadie, der i dag nogle gange vil være tildækket. Projektforslaget vil medføre, at tildækningsfrekvens og varighed vil øges.

Stenrev i alderen 0-2 år er på et tidligt successionsstadie i et meget dynamisk miljø, hvor de i forvejen er udsat for skiftevis tildækning med sand og blotlægning. Påvirkningen fra projektforslaget vil svare til eksisterende forhold, og det vurderes derfor, at disse stenrev ikke skades. Det forventes, at arealet af stenrev 0-2 år bliver øget, da en del af arealet af de stenrev, der i dag er ældre, vil blive til stenrev på et tidligere successionsstadie, da sandet løbende transporteres i det dynamiske kystmiljø, så stenene skiftevis tildækkes og blotlægges.

Som det fremgår af Tabel 4.2 vurderes projektforslaget samlet set at skade 26,4 ha stenrev.

4.3. Omfang af kompensation

Der er velfunderet evidens for succesfuld etablering af nye stenrev. Studier af etablering af stenrev på nyt materiale viser, at de første organismer, såsom muslinger og makroalger, vil kunne begynde at kolonisere det nye habitat inden for få måneder (Møhlenberg et al., 2008). Processen med indvandring, succession og opbygning af biomasse svarende til et oprindelig "klimakssamfund" tilknyttet stenrev og hårdbundssubstrat forventes at tage 8-10 år (DTU Aqua, 2013). Det forventes derfor, at et klimakssamfund vil være udviklet maksimalt 10 år efter etablering af kompenserende stenrev.

Erstatningsforhold sættes normalt over 1:1, fordi det tager tid før god tilstand af ny natur opnås. Projektforslagets skade på stenrev i alderen over 10 år vil blive kompenseret i forholdet 1:2. Det dobbelte areal vil kompensere for den tid, det tager at opnå et klimakssamfund.

Projektforslagets skade på stenrev i alderen 2-10 år vil blive kompenseret i forholdet 1:1,21. Kompensationsforholdet er sat lavere end for alderskategorien over 10 år, fordi stenrev 2-10 år vurderes at være på

et lavere successionsniveau og allerede i dag bliver tildækket en gang imellem. Desuden vil en del af de eksisterende stenrev i alderskategorien over 10 år ikke blive permanent tildækket, men stenrevene vil ændres til alderskategorien mellem 2-10 år. De nye kompenserende stenrev vil ikke blive udsat for tildækning med sand, da de ligger uden for aktiv dybde, og dermed forventes de kompenserende stenrev at opnå et højere successionsniveau med bedre naturtilstand og højere biodiversitet.

I Tabel 4.3 ses opgørelse af kompensationsareal for projektforslaget.

Tabel 4.3: Beregning af kompensationsareal i forhold til projektets samlede påvirkning over 50 år.

Alder af rev	Areal af påvirket rev (ha)	Kompensationsfaktor	Kompensationsareal (ha)
0-2 år	19,5	0	0,0
2-10 år	8,5	1,21	10,3
> 10 år	17,8	2	35,7
I alt	45,8		46,0

Det ses af Tabel 8.4, at projektforslagets påvirkning stiger gradvis i løbet af projektets varighed. I Tabel 4.4 fremgår den samlede arealmæssige påvirkning af stenrev på udvalgte tidspunkter i løbet af projektets 50-årige varighed. Den øgede påvirkning over tid sker, fordi mængden af fodringsmateriale gradvis øges for at udbygge strandens højde i takt med havspejlsstigningerne, så det ønskede beskyttelsesniveau opretholdes igennem perioden. Desuden er angivet areal af skadet stenrev på de angivne tidspunkter beregnet på samme måde som i Tabel 4.2, og tilsvarende kompensationsareal som i Tabel 4.3.

Tabel 4.4: Den samlede arealmæssige påvirkning af stenrev igennem projektperioden på 50 år, og beregning af skadet areal svarende til Tabel 4.2 og kompensationsareal svarende til Tabel 4.3.

År fra projektstart	0	5	10	25	50
Påvirkning af stenrev (ha)	35,7	36,3	36,8	39,5	45,8
Skade på stenrev (ha)	20,5	20,9	21,2	22,7	26,4
Kompensation (ha)	35,8	36,4	36,9	39,7	46,0

Det forhold, at kompensationen er beregnet ud fra projektets samlede påvirkning over 50 år medfører, at en del af skaden er fuldt ud kompenseret, inden skaden indtræffer. Ved vurdering af projektforslagets skadevirkning efter 10 år, hvor det etablerede kompenserende stenrev forventes at have opnået klimaksamfund, fremgår det af Tabel 4.4, at det beregnede kompensationsareal er 36,9 ha. På den baggrund er det fastlagte kompensationsareal (på 46 ha) ca. 9 ha større. 10 år efter projektstart er areal af skadet rev 21,2 ha, og de kompenserende rev er fuldt udviklet med areal på 46 ha, hvilket svarer til en samlet kompensationsfaktor på 2,2 på dette tidspunkt.

Denne uddybede vurdering har ingen betydning for projektforslaget sammenlignet med alternativ E (strandfodring med sand), og projektforslaget vurderes fortsat at være det mindst skadende alternativ.

5. Redegørelse for hvorfor de kompenserende stenrev ikke tildækkes

De kompenserende stenrev, der anlægges i forbindelse med Nordkystens Fremtid, vil ikke blive tildækket i projektets varighed og vil være stabile, da de placeres uden for den aktive zone (aktiv dybde), hvor sandtransporten foregår. Stenrevene placeres på vanddybder inden for den fotiske zone[3]. Dette betyder samlet, at de nye stenrev befinder sig uden for områder, hvor sand og ral naturligt bevæger sig og dækker havbunden, og de bliver derfor ikke påvirket af hverken initialfodringen eller vedligeholdelsesfodringerne. Ved analyse af havbunden i efterforskningsområdet og kortlægninger fra projektet er det påvist, at de udvalgte arealer til kompenserende stenrev i dag ligger frit og ikke er underlagt tildækning, hvilket også vil gælde fremadrettet, selv efter strandfodringens vedligeholdelsesfodringer.

Aktiv dybde, som er det område ude i vandet, hvor sedimenttransporten foregår, kan teoretisk set flytte sig længere ud mod havet, når der strandfodres. Erfaringer og modelberegninger viser, at placeringen af den aktive dybde i praksis ofte ikke ændres væsentligt, da andre faktorer som revler og sandbanker også spiller en rolle for, hvor denne zone ligger. I projektet er placeringen af den aktive dybde fastlagt på baggrund af DHI's modellering af sedimenttransport (DHI, 2018), hvor der er anvendt gennemsnitlige data fra de seneste 20 år for at give det bedst mulige billede af forholdene efter strandfodring.

Når der tages højde for klimarelaterede havspejlstigninger, bliver strandfodringskoten hævet tilsvarende, så den aktive dybde forventes at forblive nogenlunde på samme sted gennem projektets varighed. Det er vigtigt at bemærke, at kysten er et dynamisk miljø, hvor den aktive dybde naturligt kan variere fra år til år og mellem sæsoner. Denne naturlige variation er ikke indregnet i vurderingerne, da det ikke er muligt at modellere præcist i en statisk analyse. Derfor er det valgt at basere konsekvensvurderingen på den gennemsnitlige placering af den aktive dybde for at sikre en robust vurdering af påvirkningen på stenrev og havbund.

Det vurderes, at de kompenserende stenrev ikke vil blive væsentligt påvirket af den kystnære sedimenttransport, selvom placeringen af den aktive dybde kan variere. Stenrevene etableres på moræneaflejringer, hvor der i dag kun forekommer et meget tyndt sandlag, og områderne er derfor i praksis fri for mobilt sediment. Dette er desuden en forudsætning for, at stenene kan udlægges direkte på havbunden og opnå tilstrækkelig bæreevne. Den sedimenttransport, der forekommer ved kanten af den aktive dybde, består overvejende af finkornet materiale. Større stormhændelser forventes at bidrage til at holde stenrevene blotlagte, idet den øgede hydrauliske modstand over stenbunden, giver anledning til øget turbulens og oprensning af fint sediment. Dette svarer til de forhold, der i dag observeres for eksisterende stenrev på denne dybde.

De nye stenrev vil være langt i udviklingen mod et klimakssamfund allerede ved den første vedligeholdelsesfodring efter 5 år og have opnået et klimakssamfund på tidspunktet for anden vedligeholdelsesfodring efter 10 år. Processen med indvandring, succession og opbygning af biomasse svarende til et oprindeligt "klimakssamfund" tilknyttet stenrev og hårdbundssubstrat forventes at tage 8-10 år (DTU Aqua, 2013). Da der er nærliggende områder med eksisterende stenrev, er rekrutteringsgrundlaget for opbygning af et stenrevssamfund i høj grad til stede i området, der er udpeget til kompenserende stenrev. Det vurderes, at de nye kompenserende stenrev vil ligge samme sted i hele projektets varighed og også langt ud i fremtiden uden af blive tildækket, og det giver sikkerhed for, at de kompenserende stenrev forbliver funktionelle og ikke påvirkes af projektets strandfodring eller den naturlige kystdynamik.

[3] Den fotiske zone er de vanddybder i en sø eller et hav, som modtager tilstrækkeligt lys til, at der kan foregå fotosyntese.

Overvågning af Hunderevet ved Hundested samt Als stenrev og Poseidon stenrev ved Middelgrund har vist, at der allerede ca. 6 måneder efter etableringen ses god etablering af makrolager og et rigt dyreliv (Hunderevet, 2021) (Als Stenrev, 2022) svarerende til de stenrev, som der skal kompenseres for. De kompenserende stenrev etableres mindst 6 måneder inden strandfodring i Natura 2000-område nr. 195 iværksættes, så arter tilknyttet stenrev kan sprede sig inden stenrev på fodringsstrækningerne tildækkes, og så de nye stenrev er funktionelle, inden strandfodringen medfører tildækning af stenrev.

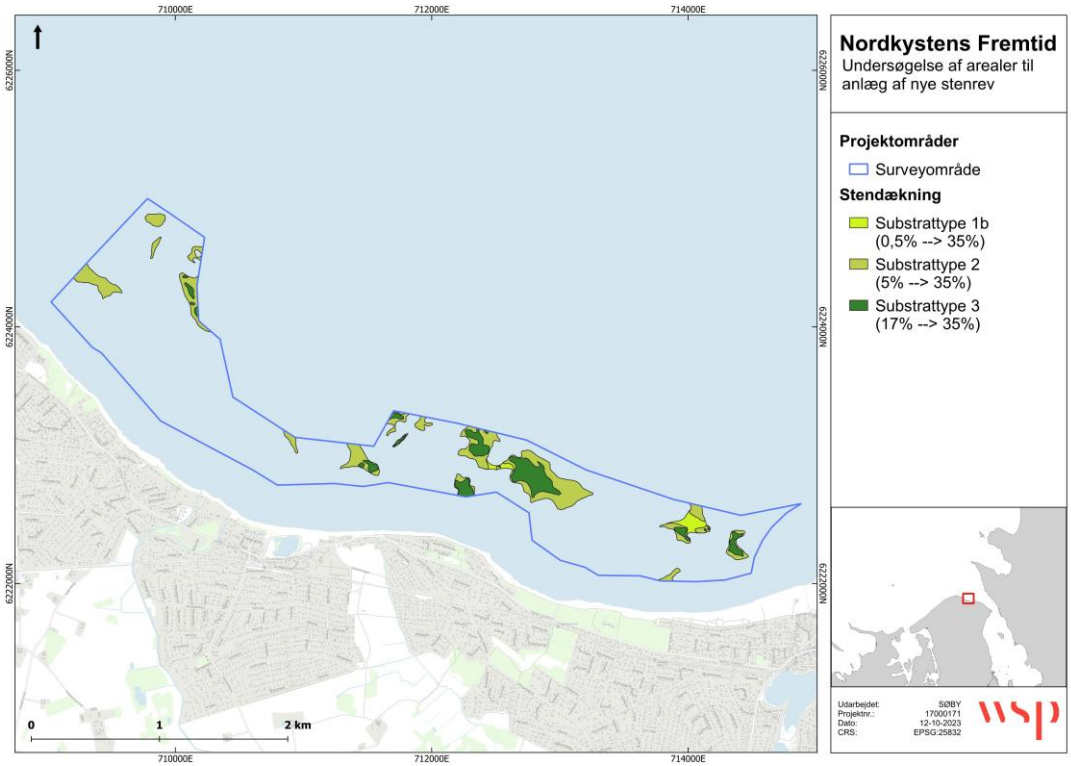
Samlet set er den bedste faglige vurdering, at de kompenserende stenrev forbliver blotlagt og stabile gennem hele projektets varighed og langt ud i fremtiden.

6. Forslag til overvågningsprogram

6.1. Baggrund

På baggrund af undersøgelser, herunder både geologisk og biologisk kortlægning af området, er de mest egnede steder til etablering af nye kompenserende stenrev identificeret. I denne proces er havbundens stabilitet og bæreevne både vurderet for at sikre, at de nye stenrev får optimale betingelser for at udvikle sig og forblive stabile over tid. Derudover er områder, hvor der allerede er observeret stenet substrat, blevet udvalgt, da disse steder har naturlige forudsætninger for at understøtte et revsamfund. Som resultat af denne kortlægning er der udpeget flere klart afgrænsede områder, hvor de i alt 46 ha kompenserende stenrev kan anlægges, se Figur 2.

Vanddybden i de udpegede områder varierer mellem 5 m i de kystnære områder op til 11 m i områderne længere fra kysten. Dette betyder, at de nye kompenserende stenrev vil ligge uden for den kystnære aktive zone (2-5 meters dybde), men stadig på så lavt vand, at tilstrækkeligt lys når igennem vandsøjlen.



Figur 2. Fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 46 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev.

Ved strandfodring lægges fodringssandet primært på stranden, hvorfra det med vind, strøm og bølger vil blive transporteret ud i kystprofilet. Indledningsvist gennemføres der en stor tilførsel af sand, så den målsatte højde af stranden opbygges langs fodringsstrækningerne (initialfodring). Derefter, gennemføres løbende vedligeholdelsesfodring med sand og ral hvert 5. år således, at der kompenseres for den mængde materiale, som den kystparallelle sedimenttransport flytter, og som havvandspejlsstigningen betinger. Vedligeholdelsesfodringerne vil med tiden opbygge hele kystprofilet ud til den aktive dybde i takt med havspejlsstigningen og reducere påvirkningen af den hårde kystbeskyttelse og skråningerne bagved.

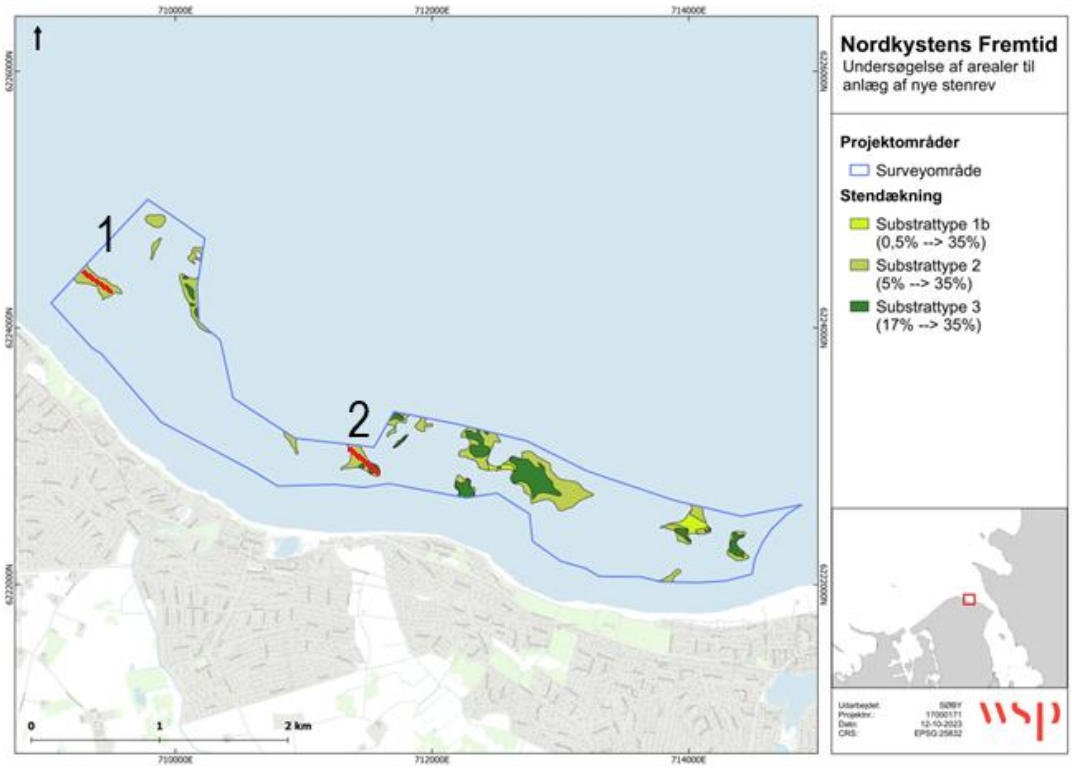
De stenrev, som tildækkes ved strandfodring, ligger i den kystnære aktive zone, hvor der er stor dynamik mellem sanddækket bund og hård bund, hvorimod de kompenserende rev etableres på dybder uden for den aktive zone (5-11 meters dybde) og længere fra kysten og vil derfor være stabile og ikke blive dækket af sand. Som nævnt er det, baseret på erfaringer fra andre steder, vurderet, at de biologiske forhold på de nye stenrev vil udvikle sig hurtigt, godt hjulpet af, at der er nærliggende og tilstødende stenrevsområder og dermed et godt rekrutteringsgrundlag for opbygning af et stenrevssamfund til stede.

6.2. Forslag til overvågningsprogram

Sand fra initialfodring og efterfølgende vedligeholdelsesfodringer hvert 5. år vil sprede sig langs kysten indenfor den aktive zone på grund af den kystparallelle sedimenttransport. For at dokumentere, at de nye kompenserende stenrev uden for den aktive zone ikke bliver tildækket eller påvirket af sand som følge af strandfodring, anbefales det, at udvalgte nye revområder tilses og overvåges i perioder efter både initialfodring og efterfølgende vedligeholdelsesfodringer.

Teoretisk set, er de mest sårbare af de nye kompenserende stenrev dem, der ligger tættest på kysten og er etableret på de laveste vanddybder, tæt på den aktive zone, hvor der er stor dynamik og sedimenttransport. På grund af dette anbefales det, at to til tre nye kompenserende stenrevsområder, som ligger i relativt lavt vand og tæt på kysten, udvælges til overvågning af potentielle effekter såsom tildækning med sand som følge af strandfodring.

Efter en gennemgang af placering og dybder af de forskellige områder, hvor de nye kompenserende stenrev etableres, foreslås det at fokusere overvågningen på to af de nye stenrevsområder. De områder, der foreslås (transekt 1 og transekt 2), ligger begge i relativt lav dybde (6-7 meter) og tæt på kyststrækninger, hvor strandfodring vil blive udført, se Figur 3.



Figur 3. Placering af 2 transekter (røde linjer) for overvågning de nye kompenserende stenrev.

Det anbefales af overvågningen af de to nye revområder bliver gennemført 2 år efter initialfodring (år 2) og igen 2 år efter den første vedligeholdelsesfodring (år 7). Det vurderes, at 2 år efter fodringen vil det tilførte sand til kystbeskyttelse have haft tid at fordele sig og opbygge kystprofilet ud til den aktive dybde og dermed have den største udbredelse ud fra kysten. Desuden vil de biologiske forhold på de nye rev have haft tid til at udvikle sig.

6.3. Metode

Det overordnede mål med overvågningen er at identificere potentielle påvirkninger af de nye kompenserende stenrev som følge af strandfodring samt følge den generelle udvikling af de biologiske forhold på de nye stenrev.

For at sikre høj nøjagtighed af resultater og dokumentation kan dette gøres ved at foretage visuel inspektion eller videofilmning af havbunden langs et fast transekt ved brug af dykkere (dykkerundersøgelse) eller en ROV (fjernstyret undervandsfartøj) på tværs af de udvalgte kompenserende stenrev. Disse inspektioner kan omfatte en beskrivelse af havbundens sedimentsammensætning og tegn på sedimenttransport langs revet, samt en beskrivelse af den samlede vegetationsdækning, artsbestemt dækning af makroalger og hårdbundsfauna (epifauna) identificeret ved en systematisk analyse af videomaterialet. Videosekvenserne forsynes med tidskoder, der synkroniseres med RTK-data, så hver observation i videomaterialet kan kobles til en præcis geografisk position.

Undersøgelserne udføres på dage med roligt vejr og god sigtdybde/klart vand. ROV-undersøgelserne resulterer i videoregistreringer af havbunden langs en ca. 2 m bred linje samt samtidig registrering af den aktuelle position for ROV'en i et GIS-kort. Optagelserne gennemgås, og der udarbejdes en relevant beskrivelse af hver transekt, hvor dækningsgrad, liste over arter og antal observerede arter registreres.

Det anbefales at bruge de tekniske retningslinjer for undersøgelser af makroalger i hårdbundsområder (DCE: TA-M12) samt undersøgelser af fauna på kystnær hårdbund (DCE: TA M17) som guideline for flora- og faunaundersøgelserne.

Inden for 1-2 år forventes det, at sandet fra initialfodringen og den efterfølgende vedligeholdelsesfodring vil sprede sig og opnå en form for ligevægt i kystprofilet, som opretholdes gennem den løbende tilførsel af sand ved vedligeholdelsesfodringer. Eventuelle påvirkninger af de nye kompenserende stenrev fra strandfodringen vil derfor vise sig i de første år efter initialfodringen og vedligeholdelsesfodringen. På den baggrund anbefales det, at resultaterne fra overvågningen af revområderne efter den første vedligeholdelsesfodring (år 7) bruges som en indikator for, om der kan forventes påvirkninger af de nye kompenserende stenrev i fremtiden. Herefter kan det vurderes, om der er behov for yderligere overvågning af de nye kompenserende stenrev.

7. Referencer

Als Stenrev. (2022). http://alsstenrev.dk/. Alsstenrev Forening / Sønderborg Kommune.

DHI. (2018). *Nordkystens fremtid - Myndighedsprojekt. Numerisk modellering. Fase2: Kystteknisk grundlag*.

DTU Aqua. (2013). Stenrev: Gennemgang af den biologiske og økologiske viden, der findes om stenrev og deres funktion i tempererede områder. *DTU Aqua-rapport 266-2013*. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

Hunderevet. (2021). *Youtube video: "Livet på Hunderevets første del sep 2021"*. Hentet fra https://www.youtube.com/watch?v=NXKCedVBuQs

Miljøstyrelsen. (2021). *Natura 2000-basisanalyse 2022-2027 Gilleleje Flak og Tragten Natura 2000-område nr. 195, Habitatmråde H171. Revideret udgave offentliggjort 21-02-2022*. Miljøministeriet.

Møhlenberg et al. (2008). Stenrev i Limfjorden: Fra naturgenopretning til supplerende virkemiddel. DHI rapport , 45 sider + bilag.

WSP. (2022). *Nordkystens Fremtid. Undersøgelse af ral til kystfodring*.