Miljø- og
Fødevareministeriet
Kystdirektoratet

Kommune med kystansvar

Modul 3

Eksempelsamling Kystbeskyttelses-metoder





Indledning

Grundlæggende kendskab til kysttekniske begreber og kystbeskyttelsesmetoder er et godt redskab både i behandlingen af enkeltstående ansøgninger fra borgerne og i forvaltningens arbejde med eventuelle kommunale fællesprojekter.

Dette undervisningsmateriale er tænkt som et sådant værktøj, der kan bruges aktivt i dialogen med ansøgere og rådgivere.

En ansøgt kystbeskyttelsesmetode skal vurderes i forhold til den konkrete kyststrækning og de kræfter i form af for eksempel vind og bølger, der påvirker den. Den foreslåede løsning skal desuden holdes op mod udfordringen med oversvømmelse, erosion eller en kombination af begge, hvad der skal beskyttes, og med hvilken tidshorisont. Der skal også tages stilling til, hvordan metoden påvirker nabostrækninger, adgangen til og langs kysten og kystlandskabet generelt. Samtidig er det naturligvis også vigtigt for eksempel at kende kommunens egen målsætning for kyststrækningen. Den ansøgte tekniske løsning skal altså indgå i den række af vurderinger og afvejninger, der tilsammen udgør behandlingen af en ansøgning efter kystbeskyttelsesloven.

For at demonstrere dette så realistisk som muligt, har vi i det følgende samlet en række eksempler på behandling af ansøgninger om etablering af diverse kystbeskyttelsesforanstaltninger. I behandlingen indgår afvejning af hensynene i kystbeskyttelsesloven. Der er tale om faktiske sager, som dog i visse tilfælde er tilpasset lidt af pædagogiske årsager.

Data om de enkelte kystbeskyttelsesforanstaltninger findes i de cases, hvor de er relevante. Teori om kysttekniske forhold som for eksempel sedimenttransport og bølgedynamik er ligeledes indbygget i de cases, hvor de er mest relevante. Disse informationer kan dog også findes ved opslag i den Wikipedia, som er tilknyttet case-samlingen.

”Kendskab til forholdene på kysten, afvejningen af hensynene i kystbeskyttelsesloven og kommunens målsætning er afgørende for valget af kystbeskyttelsesmetode. ”



Formål med undervisningsmaterialet

Udfordringerne med oversvømmelse, kystnedbrydning og stigende vandstande vokser i disse år, og ansvaret for kystbeskyttelse hører naturligt til i kommunernes helhedsorienterede klimaplanlægning.

Vi har udarbejdet dette undervisningsmateriale, fordi opgaven med at forvalte kystbeskyttelse i Danmark overgik fra Kystdirektoratet til kommunerne i september 2018.

Formålet med dette materiale er dels at besvare spørgsmål, som denne nye opgave naturligt giver anledning til, dels at vise vej til en række hjælpeværktøjer.

Emner og fokus er fastlagt på baggrund af de ønsker, som vi har fået fra kommunerne på møder rundt om i landet. Dette modul hedder ”Kystbeskyttelsesmetoder”. Det er Modul 3 i undervisningsforløbet ”Kommune med kystansvar”.

Download PDF: ”Modul 1: Forvaltning af kystbeskyttelsesloven”
Læs som i Paper: ”Modul 1: Forvaltning af kystbeskyttelsesloven”

Download PDF: ”Modul 2: Kommunale fællesprojekter”
Læs som iPaper: ”Modul 2: Kommunale fællesprojekter”

Det overordnede formål med materialet i Modul 3 er at understøtte medarbejdere, som behandler kystbeskyttelsessager i de kommunale forvaltninger. Det er målsætningen, at dette materiale kan være et nyttigt værktøj i en generel dialog med ansøgere og rådgivere om kystbeskyttelsesmetoder.

De enkelte cases tager udgangspunkt i faktuelle sager, som vi har behandlet i Kystdirektoratet. Dog er enkelte af sagerne ændret lidt, for at gøre dem mere velegnede som undervisningsmateriale.

Hver case repræsenterer en typisk problematik og hver sag indeholder foruden case-beskrivelse og løsningsforslag skema med afvejning af hensynene i kystbeskyttelsesloven.



Indhold

Indledning	**3**
Formål med undervisningsmaterialet	**5**
Oversvømmelse på kyst med moderat eksponering	**8**
Erosion på kyst med stor eksponering	**14**
Oversvømmelse på kyst med høj eksponering	**20**
Erosion på kyst med moderat eksponering	**26**
Oversvømmelse på kyst med lav eksponering	**32**
Erosion på kyst med moderat eksponering	**38**
Erosion på kyst med stor eksponering	**44**
Erosion på kyst med lav eksponering	**48**
Erosion på kyst med meget stor eksponering	**54**
Erosion på en kyst med lav eksponering	**60**
Erosion på en kyst med stor eksponering	**66**
Wikipedia: Kystbeskyttelsesmetoder	

Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Oversvømmelse på kyst med m

Sunddraget, Struer
Ansøgt løsning: Tilbagetrukket dige



Figur 1: Ortofoto, før projekt. Rød linje markerer strækningen, der er ansøgt på

Basisscenariet

Der ansøges om et kystbeskyttelsesprojekt i et sommerhusområde bestående af 75 sommerhuse, som har været ramt af oversvømmelse adskillige gange. Fra området er der flere adgange til stranden, og der er en parkeringsplads i den nordlige del af området. Området ligger i den vestlige del af Limfjorden og ud til Nissum Bredning. Dette er en kyst med moderat eksponering. Der er ingen kystbeskyttelse på strækingen i dag. Det primære grundvandsspejl i området ligger lige under terræn, og der står derfor ofte vand i området.

I ansøgningen beskrives udover det konkrete projekt også to alternative løsninger til kystbeskyttelse. Et af alternativerne er en spunsløsning og terrænregulering på dele af stækningen. Alternativet er fravalgt pga. økonomi og praktiske vanskeligheder i at etablere spunsen i et område med højtstående grundvandsspejl samt anlæggets indflydelse på grundvandsføringen. Det andet alternativ er et fremskudt dige kombineret med en skråningsbeskyttelse af sten på digets forskråning. Denne løsning blev fravalgt, da den ville have en landskabsmæssig stor påvirkning. Desuden ville adgangen langs kysten på sigt forsvinde, medmindre der foretages en kompenserende sandfodring.

Grundvandet kan påvirkes af havvandstanden
Læs mere

oderat eksponering



Figur 2: Projektscenarie - tilbagetrukket dige, hvor det er muligt

Projektscenariet
Det konkrete projekt er et tilbagetrukket dige.

For at håndtere risikoen i forbindelse med oversvømmelse opbygges diget, så det har en topkote 2,7 m DVR90. Kronebredden er 1,3 m. Hældning på for- og bagskråning, som henholdsvis er skråningen mod havet og baglandet, er 1:3. Bredden af diget bliver ca. 12,7 m. Kernen af diget består af lerholdigt materiale, som afsluttes med et muldlag og tilsås med græs.

Beskrivelse af risiko
Siden år 2000 har området været oversvømmet seks gange. Der er ca. 75 sommerhuse og forskellige forsyningsledninger i området, og de tidligere oversvømmelser har haft store økonomiske konsekvenser for ejerne af fast ejendom og forsyningsselskaberne.

Terrænet varierer mellem 1,8 og 2,5 m DVR90. Ansøger har beskrevet faren ud fra højvandsstatistikken fra Lemvig 2017, hvor en 50- og 100-års vandstand henholdsvis er 192 og 197 cm.

”En 100 års vandstand betyder en vandstand, der har 1 % sandsynlighed for at blive nået eller overgået per år”

Vandstande, sikkerhed og middeltidshændelser
Læs mere

Designprojektet tager udgangspunkt i en designvandstand på +1,92 m DVR90, hvilket er 50 års vandstanden for Lemvig målestation ifølge Kystdirektoratets Højvandsstatistik 2017.

Der tages altså ikke udgangspunkt i de faktisk målte vandstande i projektområdet, og sådanne er ikke præsenteret i ansøgningen. Der findes muligvis ikke målinger fra området.

Det er muligt, at placeringen af projektområdet i det sydøstligste hjørne af Nissum Bredning har medført store opstuvninger af vand ved projektområdet under de ekstreme stormfloder med kraftige vestlige vinde. Det er derfor muligt at designvandstandene undervurderes en smule.

Værd at vide om højvandsstatistik og vandstandsmålerstationer
Læs mere

Uanset de forventede højvandstande er området tidligere blevet oversvømmet af mere eller mindre "ordinære" storme, og det er derfor højst sandsynligt, at området bliver oversvømmet igen, hvis ikke beskyttes.

Som en del af projektet indgår også grøfter og et pumpesystem til at bortlede regn- og grundvand. I den forbindelse tages der højde for en 1-års nedbørshændelse, samtidigt med 50-års vandstanden. Denne kombination af hændelser er foretaget ud fra et fagligt skøn af ansøger. Der er i ansøgningen ikke beskrevet nogen kombineret statistik for sandsynligheden af sammenfaldet mellem disse kombinerede hændelser. At lave en beregning af den reelle kombinerede sandsynlighed for to sammenfaldende hændelser er utroligt krævende i forhold til data for området, og kan være omfattende i tid og arbejde. Derfor er det ofte tilstrækkeligt med et fagligt skøn.

Kombinerede hændelser
Læs mere

Beskrivelse af tidsperspektiv

Projektets designlevetid er 50 år ifølge ansøgningen. Diget kan på sigt forhøjes. Der er medtaget et klimatillæg på 0,25 m, som er den forventede havvandsstigning 30 år frem i tiden. Der ses kun 30 år frem i tiden, da vandstande i Sunddraget i fremtiden er stærkt afhængige af Thyborøn Kanals udvikling, som på ansøgningstidspunktet er meget usikker. Naturligt udvides Thyborøn Kanal, hvilket vil resultere i højere vandstande i Limfjorden. Der er dog flere projekter under overvejelse for at indsnævre kanalen. I stedet vurderer rådgiveren, at man bør revurdere digehøjden inden for de næste 10 år baseret på ny viden om havvandsstigning og Thyborøn Kanals udvikling.

50 år er en typisk designlevetid for mindre kystbeskyttelsesanlæg. Man bør dog ved beslutningen om designlevetid overveje den ønskede sikkerhed for anlægget set over hele dets levetid. Sikkerheden er normalt angivet relativt til en tidsperiode. Designes et dige til

Sikkerhed ud fra en levetidsbetragtning
Læs mere

at have 50 års sikkerhed, betyder det reelt, at det designes til vandstande, der har 2 procent sandsynlighed for at blive nået eller overskredet per år (se boks 1). Sandsynligheden for, at højere vandstande vil forekomme i løbet af hele digets levetid, vil dog være meget større, da levetiden typisk er flere årtier og ikke bare ét år.

Det ansøgte dige designes til en 50 års vandstand/sikkerhed og 50 års levetid. Det betyder, at man i løbet af de 50 års levetid kun vil have 36 procent sandsynlighed for, at diget udelukkende udsættes for vandstande, det er designet til at modstå.

De 64 procent sandsynlighed for, at diget i sin levetid udsættes for vandstande, der er højere end dem, det er designet til, udgøres af:

- Omkring 37 procent sandsynlighed for, at diget i sin levetid udsættes for ét år med højere vandstande, end det er designet til
- Omkring 19 procent sandsynlighed for, at det vil blive udsat for to forskellige år med højere vandstande, end det er designet til
- Omkring 8 procent sandsynlighed for, at diget i tre eller flere forskellige år udsættes for højere vandstande, end det er designet til

Beskrivelse af målsætning og håndtering af risiko

I forbindelse med kommunens vurdering af projektet indgår kommunens målsætning om, at adgangen langs stranden skal bevares, og at naturbeskyttede områder ikke skal påvirkes væsentligt. Derfor har kommunen stillet krav om, at diget på det meste af strækningen placeres tilbagetrukket. Dette vil også minimere digets højde, da den forventede bølgehøjde vil være mindre, når diget er trukket tilbage.

I forhold til beskyttelsen af området er målsætningen at beskytte mod en 50 års hændelse i 2050. Der tages højde for klimaforandringer, lokale landsænkninger, sætninger og bølgeoverskyl.

Tilbagetrukket dige
se animation

Principperne for opbygningen af et dige
Læs mere

Sådan vedligeholdes et dige
Læs mere

Klimaforandringer
Læs mere

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Opsummering

Det forventes, at der vil kunne opnås tilladelse til kystbeskyttelsesprojektet, som ligger på en kyst med moderat eksponering. Projektet vil reducere risikoen for området ved at reducere faren for oversvømmelse, da der etableres et tilbagetrukket dige. Dimensioneringen af diget er fastlagt på baggrund af højvandsstatistikken, bølgeforhold, klimatillæg, sætning samt et ekstra lille tillæg for usikkerheder.

To andre alternativer til projektet blev fremlagt, i form af henholdsvis en tilbagetrukket spunsvæg og et fremskudt dige. Spunsvæggen blev fravalgt på grund af etableringsvanskeligheder ved højtstående grundvand. At diget etableres tilbagetrukket tilgodeser på en fornuftig måde hensynene i Kystbeskyttelsesloven, hvad angår både tekniske, naturlige og miljømæssige hensyn samt den fortsatte færdsel og rekreative benyttelse af kysten.



Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Erosion på kyst med stor ekspo

Hov, Odder
Ansøgt løsning: Lovliggørelse samt forstærkning og forlængelse af skråningsbeskyttelse
Alternativ løsning: lovliggørelse samt forstærkning og forlængelse af skråningsbeskyttelse med ko



Figur 1: Ortofoto Rød linje markerer strækningen, der er ansøgt på

Basisscenariet

Projektområdet er beliggende ved Hov på en østvendt kyst ud mod Kattegat. Sedimenttransporten er sydgående. Kysten kan karakteriseres som en kyst med megen bebyggelse.

Nord for projektstrækningen er kysten påvirket af passiv kystbeskyttelse i form af adskillige høfder samt en udløbsledning, der er sikret med sten. 350 m syd for projektstrækningen ligger Hov Havn (kke vist på ortofotoet). Området mellem projektstrækningen og havnen har et naturligt præg og er uden kystbeskyttelse. Selve projektstrækningen er beskyttet af en skråningsbeskyttelse af sten, som ønskes lovliggjort i forbindelse med det ansøgte projekt.

Efter etablering af den eksisterende skråningsbeskyttelse er der på projektstrækningen ikke længere mulighed for adgang til og langs stranden, idet stranden er blevet meget smal eller helt fraværende. Oven for skråningsbeskyttelsen løber en sti langs med kysten. Stien er en del af et længere stisystem og skal i forbindelse med det ansøgte projekt renoveres og udvides.

Nærmeste Natura 2000-område ligger 700 m i sydlig retning. I havet omkring projektområdet findes bilag IV-arten, marsvin. Området mellem projektstrækningen og havnen er udpeget som § 3-beskyttet natur i form af overdrev. Der er ikke beskyttede naturtyper på selve projektstrækningen.

nering

ompenserende fodring



Figur 2: Projektscenarie, grøn linje markerer strækningen med skråningsbeskyttelse

Projektscenariet

Der søges om tilladelse til forstærkning og forlængelse af en eksisterende skråningsbeskyttelse af sten, som er etableret uden tilladelse og derfor skal lovliggøres som led i projektet. Den ansøgte skråningsbeskyttelse er 130 m lang og funderes på fiberdug med dæksten i tre lag. Skråningsbeskyttelsens topkote varierer fra 1,2 m DVR90 til 1,7 m DVR90. Skråningsbeskyttelsen etableres i erosionssikker dybde.

Sedimentbudget
Læs mere



Figur 3: Alternativ løsning med sandfodring. Den grønne linje viser skråningsbeskyttelse. Den orange linje viser sandfodring

Alternative løsninger

Sammen med den ansøgte skråningsbeskyttelse bør der foretages kompenserende sandfodring svarende til minimum den naturlige erosion i hele det aktive kystprofil. Fodringen kan foretages som en initialfodring med efterfølgende vedligeholdelsesfodringer. Sandfodring vil medføre, at forstejling af kystprofilet og læsideerosion undgås. Derudover opnås en bredere forstrand, hvilket bl.a. betyder, at bølgerne bryder længere ude i profilet.

Uden kompenserende fodring vil anlægget kun i en begrænset periode kunne reducere risikoen ved erosion, mens skråningsbeskyttelse med kompenserende fodring vil reducere risikoen ved erosion i hele projektets levetid på 30 år.

En tilladelse bør være tidsbegrænset i en periode svarende til projektets levetid. Ved tilladelsens udløb kan det revurderes, om kystbeskyttelsen fortsat lever op til målet om at reducere en risiko, eller der skal stilles nye vilkår om eksempelvis kompenserende fodring.

Hele den kompenserende fodringsmængde kan udlægges på én gang umiddelbart efter skråningsbeskyttelsens etablering, hvis der ikke fodres med den totale mængde på én gang, bør det sikres, at der senere foretages fodringer, der som minimum modsvarer den naturlige erosionsrate på strækningen.

Det kan i forbindelse med projektet overvejes, om der er behov for tildækning af skråningsbeskyttelsen for at reducere risikoen ved akut erosion, samt for at modvirke læsideerosion i forbindelse med storm. I så fald vil tildækningsmængden virke som en sandbuffer og skråningsbeskyttelsen vil være en bagstopper. Af hensyn til den kroniske erosion skal der skal fortsat udføres en kompenserende fodring ud for skråningsbeskyttelsen af sten. Yderligere kan det overvejes, hvorvidt problemet kan løses med sandfodring alene.

Det kan undersøges, om der til sandfodringen er mulighed for nyttiggørelse af sand fra en nærliggende havn.

Den bedste effekt af en fodring opnås, hvis der fodres på en længere strækning. Både fordi det er mest omkostningseffektivt og fordi det reducerer randeffekterne. Hvis der på en længere strækning med risiko ved erosion, kan det overvejes, om der er basis for et kommunalt fællesprojekt. Foruden udførelse af fodring kan de høfder der er placeret nord for projektstrækningen med fordel forkortes eller fjernes, så der opnåes en mere naturlig sedimenttransport.

Beskrivelse af risiko

Området er påvirket af en lille kronisk erosion og moderat akut erosion (Kystatlas, se under Erosionsatlas). Den naturlige erosionsrate i området er beregnet til ca. 0,3 m/år baseret på ortofotos fra 1995 til 2018 på en strækning, hvor der ikke er passiv kystbeskyttelse. Selvom der på strækningen er en forholdsvis begrænset kronisk erosion, kan kysten blive udsat for bølger, vindstuvning og høj vandstand, når der forekommer storm fra østlig retning. Der er i området en sydgående sedimenttransport, som er påvirket af høfder og en udløbsledning sikret med sten, som er placeret nord for projektstrækningen. Området er i underskud af sediment, idet der er etableret passive kystbeskyttelsesanlæg, som påvirker den naturlige sedimenttransport ved at fastholde kystens placering og tilbageholde sediment. Foran den eksisterende skråningsbeskyttelse er stranden forsvundet, og kystprofilet er forstejlet, hvilket øger bølgepåvirkningen på kysten og skråningsbeskyttelsen. De passive kystbeskyttelsesanlæg løser ikke erosionsproblemet på strækningen, idet der ikke tilføres sediment. Anlæggene omfordeler alene sedimentet.

Umiddelbart nord for havnen ses akkumulation af sediment i havnens luvside, hvilket skyldes, at havnen bremser sedimenttransporten langs kysten.

En 20-, 50- og 100-års middeltidshændelse for området er hhv. 150 cm, 158 cm og 163 cm Kystdirektoratets Højvandsstatistikker 2017.

Med projektet ønsker man, at beskytte en sti, som løber langs kysten. Hvis risikoen på strækningen ikke reduceres, vil stien blive ødelagt som følge af erosion. Stien, som er en del af et større stisystem i området, vil i forbindelse med projektet blive renoveret og udvidet. Der er ca. 1-2 m fra stien til skrænten, der hvor afstanden er mindst. Den mest kystnære bebyggelse ligger omkring 20 m fra skrænten.

Kronisk erosion
se animation

Kronisk erosion
Læs mere

Akut erosion
Læs mere

Tidsperspektiv

Ansøger ønsker at etablere kystbeskyttelse, der kan reducere risikoen ved erosion i 30 år. Efter 30 år forventes det, at der skal foretages en ny vurdering af risikoen samt behovet for kystbeskyttelse på strækningen.

Målsætning og håndtering af risiko

Formålet med projektet er at opnå beskyttelse af en sti. Målsætningen i forhold til kystens udvikling er, at kystlinjens placering fastholdes, idet stien er beliggende meget kystnært, og der ikke er mulighed for at flytte stien landværts på grund af bebyggelsen. Det er desuden en målsætning, at naturens fri dynamik opretholdes (hensyn 3), at der fortsat er mulighed for rekreativ udnyttelse af området (hensyn 4), samt at adgang til og langs kysten opretholdes (hensyn 5).

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Opsummering

Målsætningen, om at reducere risikoen ved erosion over en periode på 30 år, indfries ikke ved det ansøgte projekt med skråningsbeskyttelse af sten. Skråningsbeskyttelsen af sten vil fastholde skrænten placering, men da det er en passiv kystbeskyttelsesmetode, vil det påvirke den naturlige kystdynamik og medføre læsideerosion og forstejling af kystprofilet. Dette vil have en negativ påvirkning på adgang til og langs kysten, samt mulighederne for rekreativ udnyttelse af kysten.

Det alternative projekt, med skråningsbeskyttelse af sten og kompenserende fodring, reducerer risikoen ved erosion i projektets levetid på 30 år. Skråningsbeskyttelsen vil fastholde skrænten placering. Det vil påvirke den naturlige kystdynamik, men fordi der foretages kompenserende fodring, vil man undgå læsideerosion og forstejlig af kystprofilet. Fodringen vil ligeledes tilgodese hensynet til adgangs til og langs kysten, samt mulighederne for rekreativ udnyttelse af kysten.

Kystdynamik og kystbeskyttelse Læs mere



Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Oversvømmelse på kyst med hø

Omø, Slagelse
Ansøgt løsning: Diger, højvandsmur og spuns



Figur 1: Basisscenarie

Basisscenariet

Projektet udføres på en ø med en mindre bymæssig bebyggelse. Området ligger ud til en kyst med høj eksponering. Centralt i projektområdet ligger en stor sø på 9 ha. Området blev oversvømmet i november 2006. Denne oversvømmelse resulterende i beskadigelse af flere af byens ejendomme.

øj eksponering



Figur 2: Projektscenariet – projektet består af flere metoder til reduktion af risikoen ved oversvømmelse

By med fare for oversvømmelse se animation

Sådan virker en højvandsmur se animation

Projektscenariet

For at forebygge fremtidige oversvømmelser ansøges der om højvandsbeskyttelse i form af diger, højvandsmur og spuns.

Beskyttelsen består dermed af flere metoder til forebyggelse af oversvømmelse. Der er taget højde for, hvordan løsningen passes ind i byen og i landskabet. Desuden er der på en delstrækning særlig beskyttet natur, som der skal tages hensyn til. På den strækning vælges en spuns.

Beskrivelse af risiko

Projektområdet ligger i et fladt landskab, der udgøres af havnen, byen samt naturområder bestående af strandeng og overdrev. Oversvømmelsen i 2006 medførte store skader på flere ejendomme og skabte en stor utryghed blandt øboerne. I november 2006 blev der ved den nærmeste måler (Korsør) registreret en vandstand på 1,58 m. En 20-, 50- og 100-års hændelse i området er henholdsvis 137 cm, 149 cm og 156 cm iflg. Højvandsstatistikken 2017. Dette understreger, at hændelsen i november 2006 var voldsom.

Terrænet i projektområdet ligger for størstedelen under kote +1,0 m DVR90 og det lave terræn strækker sig tæt ind mod litorinaskrænterne på øen.

Der er derfor en mærkbar risiko fra oversvømmelse.

Beskrivelse af tidsperspektiv

I projektet er de forventede vandstandsstigninger for de næste 50 år tilføjet designhøjden, for at tage højde for klimaforandringer. Dette er typisk for ansøgninger om kystbeskyttelse. I ansøgningen er der ikke en overvejelse om den samlede sikkerhed over anlæggets designlevetid, hvilket ellers kan være fordelagtigt i designfasen, hvor man bør finde den optimale løsning for området baseret på fordelene holdt op mod ulemperne og omkostningerne over hele digets levetid.

Beskrivelse af målsætning og håndtering af risiko

Øboerne har den målsætning, at de ikke ønsker at opleve en hændelse igen, som den, der fandt sted i november 2006. Der etableres derfor et vestre dige, en højvandsmur/spuns, et jorddige, en spuns, samt et sanddige mod syd.

Kommunen har en målsætning om, at projektet indpasses bedst muligt ind i landskabet. Derfor skal der så vidt muligt etableres jorddiger. I selve byen passer en højvandsmur dog bedre ind i bybilledet. Af hensyn til en prioriteret naturtype bliver der på en delstrækning etableret spuns, som er mindre pladskrævende.

Projektet består af flere forskellige typer anlæg. Alle er dog designet ud fra en designvandstand fra 2006, samt lokal bølgestuvning og bølgeopskyl. Således at de største bølger forventes for Vestre Dige og Sanddiget. Se figur 2.

Kystdirektoratet anbefaler, at diger designes ud fra et ønske om sikkerhed og tolereret tilbageværende sandsynlighed for oversvømmelse, f.eks 100 års sikkerhed, og ikke ud fra en given vandstand. Ved at designe diger ud fra en ønsket sikkerhed, kan den tilbageværende risiko sammenlignes

Vandstande, sikkerhed og middeltidshændelser
Læs mere

Sikkerhed ud fra en levetidsbetragtning
Læs mere

Klimaforandringer
Læs mere

med anlægs- og vedligeholdelsesomkostningerne, og man kan vurdere de forskellige hensyn i kysbeskyttelsesloven på et bedre oplyst grundlag. Samtidig bliver de enkelte konstruktioner og anlæg i projektet også tilpasset de lokale forskelle i bølgepåvirkning og opstuvning, så man sikrer sig, at de mest eksponerede strækninger bliver højest og stærkest, imens man kan minimere højden og omkostningerne på de mindst eksponerede strækninger.

I dette projekt oversættes 2006 hændelsen dog til en middeltidshændelse, med en returperiode lidt over 100 års hændelsen, hvorefter de individuelle konstruktioner designes ud fra samme hændelse, men med forskellige anlægshøjder som resultat af forskelle i bølgehøjderne. Dette er i tråd med Kystdirektoratets anbefalinger om at tænke risiko og sikkerhed, i stedet for at fastlægge konstruktionshøjder til en given højde.

Anlæggene i projektet udgøres af fem konstruktioner, som beskrives herunder:

- Vestre dige – Et regulært kystdige med lerede materialer, dog installeret med en ydre stenskråning og kompensationsfodring
- Højvandsmur (spuns) i byområdet
- Jorddiget – Et regulært kystdige med lerede materialer
- Spunsvæg af plast/vinyl mod øst.
- Sanddige

Principper for opbygning af diger
Læs mere

Vestre dige udgør en strækning på knap 200 meter, og opføres tæt på strandbredden i et bynært område, der ikke er naturbeskyttet. Det anlægges delvist på offentligt strandareal og delvist på private kystnære arealer. På grund af erosionsudfordringer bliver der på forsiden udlagt geotekstil og stendække samt en kompenserende strandfodring. Diget er designet med topkote i 2,68m med en kronebredde på 2,0m. Diget designes med en lerkappe på 70 cm. Forskråningen designes med et anlæg på 1:4 og bagskråningen 1:2,5.

Højvandsmuren er en spunsvæg i byområdet på 164 m. Den udformes i buede former af æstetiske hensyn, og linjeføringen gennem byen tilgodeser også plads til motoriseret trafik og fodgængere.

Jorddiget udgør en ca. 300 meter græsklædt jordvold. Jorddigets kote er tilpasset digets afstand til kystlinjen og andre dimensionsgivende forhold. Derfor varierer digets kote og sidernes hældning. Jorddiget omfatter to delforløb:

1) fra havneområdet henover arealet syd om lystbådehavn til den store vej. Her er koten 2,40 meter (DVR90) og hældningen 1:4 på havside og 1:2 på landside;

2) langs den store vej til krydset med den lille vej. Her er koten 2,52 meter (DVR90) og hældningen på 1:5 på havside og 1:2 på landside.

Grunden til forskel i hældning og kronekote er bølgeeksponeringen. Når diget trækkes tilbage fra kysten, vil forlandet bryde bølgerne, som derfor er mindre, når de når diget.

På en delstrækning er der fare for, at der samler sig overfladevand. Derfor etableres en rørføring under arealet til opsamling af vandet. Regnvand føres via nedgravede rør til en ny stigbrønd.

Spunsvæggen er ca. 230 meter og består af plastspuns i antracitgrå med en træhammer i azobé-træ. Væggen er forstærket med et skråningsanlæg på en mindre strækning ved lavningen i øst. Skråningsanlæggets top er 0,6 meter over laveste punkt i terræn, har en hældning på 1:6 og dækker et areal på ca. 135 m². Da terrænet varierer og spunsvæggens kote er konstant, varierer væggens højde over terræn tilsvarende. Spunsvæggen er placeret ca. 1,0 meter fra vejkant.

Et specielt forhold ved spunsvæggen er, at der etableredes fire faunapassager i form af rør, gennem spunsvæggen til passage for tudser. Passagerne udføres med højvandsklapper, som automatisk lukker i tilfælde af, at vandstanden stiger op omkring rørene.

Sanddiget er en ca. 500 m lang sandvold, der placeres på bagstranden mellem kystlinje og vejen. Digekronen er i kote +2,13 meter (DVR90) og anlægges med hældningerne 1:6 på havside og 1:3 på landside. Digets højde over terræn varierer fra ca. 1,3 meter på det laveste punkt i den nordøstlige ende og 0,3 meter på det laveste punk i den sydvestlige ende.

Et sanddige adskiller sig fra et typisk 'jorddige' ved ikke at indeholde en tæt lerkappe og et slidstærkt græslag. I stedet bør et sanddige sammenlignes med naturlige klitter. Her kommer sikkerheden fra store dimensioner sand, som fungerer som en buffer for bølgerne i stedet for en regulær barriere. Ved at gøre sanddiget meget bredt, sænkes grundvandsspejlet i diget til under eller tæt på terræn, og gennemstrømningen formindskes. Sanddiger tilplantes ofte med hjelme eller lignende vækster, der kan dæmpe sandflugten fra sandfygning. Sanddiger er bedst egnet til områder, hvor der kun er behov for relativt lave terrænændringer, da indsivning og digets stabilitet er mindre påvirket af høje vandstandes hydrostatiske tryk. Alternativt skal sanddiget opbygges med meget store dimensioner.

Ved ekstreme storme må sanddiger forventes at blive udsat for en mærkbar erosion. Sanddiger kræver derfor større dimensioner end regulære diger for at levere en nødvendig buffer. Yderligere er der større sandsynlighed for,

Tilbagetrukket dige
se animation

Fordele ved tilbagetrukket dige
Læs mere

at der skal foretages reparationer efter ekstreme vejrhændelser. Indsivningen af vand vil også være større gennem sand end gennem lerede materialer i regulære kystdiger, hvilket også nødvendiggør en stor bredde på sanddiget for at grundvandsspejlet sænkes, gennemstrømningen mindskes, og digets stabilitet opretholdes.

Fordelen ved et sanddige er, at det i nogle tilfælde bedre kan tilpasses de andre hensyn i kysbeskyttelsesloven, da det ofte anlægges i områder, hvor et sanddige passer naturligt ind i landskabet og de lokale naturtyper. Man bør dog som sagsbehandler altid være opmærksom på, om der i ansøgningen er taget højde for de negative aspekter, som indsivning, det større fodaftryk og stabilitet.

Et vilkår, som blev stillet i tilladelsen til sanddiget, var, at det afrømmede plantematerialet findeles og lægges på sanddiget (undtaget invasive arter, som fx bukketorn og rynket rose). Ligeledes blev der stillet et vilkår om bekæmpelse af uønskede plantearter tre år efter anlægget af sanddiget. Dette blev gjort for at imødekomme det natur- og miljømæssige hensyn, som vægter tungt i valget af et sanddige.

Alternative løsninger

Ansøgningen indeholder allerede tre forskellige typer konstruktioner: regulære diger (det ene med supplerende erosionsbeskyttelse), spunsvægge og sanddiger.

De tre typer konstruktioners fordele og ulemper i forhold til kystbeskyttelseslovens hensyn vil diskuteres i skemaet,

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



hvor de forskellige hensyn i kystbeskyttelsesloven afvejes.

Opsummering

Det er opnået tilladelse til kystbeskyttelsesprojektet, som ligger på en kyst med høj eksponering. Projektet omfatter flere løsninger, som består af diger, spuns og højvandsmur.

Der blev i ansøgningen taget højde for de forskellige hensyn på de forskellige strækninger, hvilket førte til de forskellige anvendte metoder. For eksempel i byområdet med store hensyn til eksisterende ejendom, trafik og rekreative benyttelse, hvor det blev vurderet at en højvandsmur var den bedste løsning.

I projektet oversættes 2006 hændelsen til en middeltidshændelse, med en returperiode lidt over 100 års hændelsen. Dette er grundlaget for, at de individuelle konstruktioner designes ud fra samme hændelse, men med forskellige anlægshøjder som resultat af forskelle i bølgehøjderne.

Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Erosion på kyst med moderat el

Hejlsminde, Kolding
Ansøgt løsning: Reduktion af antallet af høfder, forlængelse af to eksisterende høfder, etablering a
Alternativ løsning: Forlængelse af havnemolen, fjerne høfder og foretage sandfodring



Figur 1. Ortofoto strækningen (rød streg), viser basisscenarie.

Basisscenariet

Strækningen er en af kommunens primære badestrande, som er beliggende ved siden af en lystbådehavn og med faciliteter i baglandet, se figur 1. Adgangsvejen til området har en stor kapacitet, og løber på strækningen parallelt med stranden. Der er en gang-/cykelsti mellem kørebane og strand, se figur 2.

I basisscenariet er der fem høfder beliggende ud for en primær asfaltvej, som går langs med stranden. Der er en skråningsbeskyttelse mellem asfaltvejen og stranden. Der er mulighed for adgang til stranden, og under de fleste forhold mulighed for adgangs langs med stranden. Kommunen ejer området.

ksponering

f en ny høfde samt strandfodring



Figur 2: Adgangsvej, gang- og cykelsti samt kystbeskyttelse på strækningen

Den langsgående sedimenttransport går fra højre mod venstre på billedet i figur 1, og det ses, at havnemolen virker som en meget lang høfde, som forårsager, at der er aflejret meget sand i trekanten mellem havnemolen og skråningsbeskyttelsen.

Det ses endvidere, at de små høfder giver luvsideaflejring og læsideerosion.

Ifølge erosionsatlasset på Kystatlas.dk er det kroniske og akutte erosionspotentiale lille. Der var dog en bekymring for skråningsbeskyttelsens stabilitet, fordi bølgerne under meget kraftige storme påvirkede skråningsbeskyttelsen. En analyse af kystlinjens variation gennem tiden, ved anvendelse af Miljøportalen, viser også lille erosion. Kystprofilet er meget fladt.

Strækningen er en meget populær badestrand, og kommunen ønsker at gøre stranden bredere og længere, samtidig med at strandens rekreative kvalitet forbedres.



Figur 3. Strækningen efter projekt. Den røde linje viser projektet

Projektscenariet

Projektet omfatter forlængelse af to af høfderne foran vejen, fjernelse af de resterende tre høfder foran vejen, anlæggelse af en trekantet besøgshøfde tæt ved molen, samt sandfodring på stranden for at øge strandbredden og kompensere for erosionen, se figur 2. Der foretages sandfodring hver femte år for at kompensere for profilerosionen på strækningen.

Formålet med omlægningen af høfderne var fra rådgiverens side, at der skulle skabes en bredere strand foran den del af skråningsbeskyttelsen, hvor strandens bredde var mindst. Formålet med besøgshøfden tæt på havnemolen var at stoppe sandet, før det nåede sejlløbet ind til havnen, og derved reducere ressourcerne til oprensning.

Formålet med sandfodringen var at skabe en bredere strand og kompensere for erosionen på strækningen. Den øvre del af stranden og bagstranden, som sjældent påvirkes af bølger, vil dækkes med bevoksning, hvis der ikke er meget færdsel på stranden, eller hvis stranden ikke på anden måde kultiveres.

Høfder
se animation

Bølger
Læs mere

Høfder
Læs mere



Figur 4: Alternativ løsning med forlængelse af havnemole, sandfodring og fjernelse af høfder. Det hvide område viser sandfodringen, og den grå bjælke viser den forlængede havnemole

Kyststrækningen vender mod øst. Det blæser sjældent kraftigt fra vest, og da bølger i denne del af Danmark primært skabes af vinden, rammes denne kyst derfor relativt sjældent af høje bølger.

De foreslåede høfder vil fange en del af sedimentransporten på luvsiden, men sedimentet vil mangle på høfdens læside. Høfderne skal derfor fastlægges, så læsideerosionen ikke bliver et problem. I dette tilfælde viste erosion i forbindelse med storme, at høfdernes placering ikke er optimal, fordi læsideerosionen forekommer for tæt på skråningsbeskyttelsen.

Det vil sandsynligvis være muligt at nyttiggøre sandet fra oprensning af sejlrenden og føre dette tilbage (backpass) til stranden, hvor det kommer fra. Derved vil sedimentet blive recirkuleret indenfor en meget lille kyststrækning, hvilket er omkostningseffektivt.

Alternativ løsning

Et alternativ er at dreje kysten op mod den fremherskende bølgeretning. Denne er fra en østlig retning, og kan findes gennem en analyse af ortofotos fra området. Drejningen foretages ved at forlænge den eksisterende havnemole i sydøstlig retning og sandfodre på strækningen. Der foretages sandfodring hver femte år for at kompensere for profilerosionen på strækningen.

Desuden fjernes høfderne foran skråningsbeskyttelsen. Herved skabes en stabil strand ligesom eksempelvis Amager strandpark, se figur 4. Samtidig minimeres de potentielt farlige strømme, som kan forekomme omkring høfderne til gene for badegæster.

Beskrivelse af risiko

Ifølge erosionsatlasset er den akutte og kroniske erosion lav, hvilket skyldes kombinationen af et relativt kort frit stræk, østvendt kyst og at området er meget lavvandet.

Der er fare for skader på skråningsbeskyttelsen ved større storme på en kortere strækning, hvilket kan føre til kollaps af gangstien ovenfor denne. Der kan endvidere ske overskyl af skråningsbeskyttelsen. Højder i området bag skråningsbeskyttelsen er lave, dvs. mellem 1 og 2 m. En 100 års vandstand er cirka 1,7 m. Der er en vej, som kan blive oversvømmet, og der en lille sandsynlighed for, at baglandet også kan blive oversvømmet.

Faren vil stige med stigende vandstand.

Risikoen for erosion og oversvømmelse er relativt lille for nuværende, men er over det niveau, som kommunen anser for acceptabelt.

Beskrivelse af tidsperspektiv

Det ønskes at holde risikoen under det nuværende niveau de næste 30 år.

Beskrivelse af målsætning og håndtering af risiko

Målsætningen i projektscenariet er, at skråningsbeskyttelsen kan modstå en 50-års storm om 30 år, og at stranden udbygges til at være 10 m bredere end i basisscenariet. Det vil sige, at den nuværende risiko reduceres. Der er endvidere en målsætning om, at den eksisterende adgang langs stranden opretholdes. Efter få år viste erosion i forbindelse med en storm, at læsideerosionen enkelte steder er for stor til at målsætningen kan holdes.

Målsætningen for det alternative projekt er at reducere den nuværende risiko i levetiden ved at rykke et naturligt kystprofil 10 m søværts. Der er endvidere en målsætning om at forbedre de nuværende adgangsforhold langs stranden ved at fjerne høfderne.

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Opsummering

Den ansøgte løsning, som omfatter fjernelse af høfder, forlængelse af to eksisterende høfder, samt sandfodring, kan håndtere risikoen på det meste af kyststrækningen. I læsiden af høfderne kan den ansøgte løsning ikke holde risikoen på det ønskede niveau i hele projektets levetid.

Den alternative løsning har til formål at skabe en stabil strand uden høfder ved at udnytte kendskab til bølgeklimaet og den eksisterende havnemole. Løsningen vil således kunne holde risikoen på det ønskede niveau i hele projektets levetid. Denne løsning vil desuden minimere tilsanding i sejlrenden ind til havnen. Løsningen er dyrere i anlægsfasen, men er billigere set over hele levetiden. Denne løsning anbefales.

Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Oversvømmelse på kyst med lav

Dalby, Kerteminde
Ansøgt løsning: Etablering af et dige
Alternativ løsning: Et tilbagetrukket dige



Figur 1: Ortofoto.
Uden ansøgt dige.

Basisscenariet

Sommerhusområdet ligger i bunden af en bugt med lav eksponering, men under stormen Bodil i december 2013 blev området voldsomt oversvømmet fra bugten og fra vandløbet. Området ligger i kote 1,0 m DVR90, og vandstanden under Bodil var 158 cm (målt i Odense Fjord). Fra sommerhusene er der adgang til kysten, og ud mod kysten er der en sti langs hele sommerhusområdet.

v eksponering



Figur 2: Ortofoto. Det ansøgte projekt. Den grønne linje viser den ansøgte dige-linjeføring.

Projektscenariet

For at beskytte sommerhusområdet etableres et dige omkring hele området med en topkote på 2,7 m DVR90. Diget placeres tæt på kysten og langs vandløbet. Diget placeres tæt på kysten, da beboerne ikke ønskede deres haver indskrænket.



Figur 3: Det ansøgte projektscenarie, hvor den gule linje viser en alternativ, tilbagetrukket linjeføring for diget

Alternativ løsning

Trækkes diget tilbage til sommerhusene, således at der er en bred strand eller et bredt forland foran konstruktionen ved daglig vande, og da konstruktionen fortsat kan udføres som et traditionelt græsklædt dige, kan topkoten reduceres og bagskråningen gøres fladere. Denne løsning har en bedre teknisk kvalitet end det ansøgte.

Et forland har flere fordele. Dels skaber det en brydningszone for bølgerne under højvande (storm), hvor den lave vanddybde over forlandet vil forårsage bølgebrydning, hvilket reducerer den indkommende bølgehøjde og dermed bølgepåvirkningen af diget. Desuden minimeres bølgeenergien, hvilket også fjerner behovet for en særlig sikring af digefoden. Forlandet kan yderligere forhindre indstrømning af havvand i baglandet ved lave vandstande efter et digebrud, indtil bruddet er lukket. Vedligeholdelses- og reparationsarbejdet kan minimeres, når der er et forland. Forlandet kan udgøre et vigtigt naturområde og levested for f.eks. fugle.

Tilbagetrukket dige
se animation

Fordele ved tilbagetrukket dige
Læs mere

Beskrivelse af risiko

Der er stor fare for, at sommerhusområdet bliver oversvømmet. Mens der er mindre fare for at området bliver udsat for erosion. Stormen Bodil i december 2013 oversvømmede hele sommerhusområdet. Stormen kom fra en vestlig retning kombineret med et større højvande. Da området ligger meget lavt, har det været oversvømmet ca. 20 gange siden 1992. Dette har hver gang medført store økonomiske skader på sommerhusene. En 20-års hændelse for Odense Fjord er 154 cm, så området er udsat for en stor fare. En 50-års og 100-hændelse er henholdsvis 162 og 100 cm.

Vandstande, sikkerhed og middeltidshændelser
Læs mere

Højvandsstatistik og vandstandsmålerstationer
Læs mere

Klimaforandringer
Læs mere

Vandstanden blev ud fra fotografier under stormen vurderet at være omkring 175cm DVR90, hvilket er lidt højere end den målte vandstand ved Odense Fjord. Dette kan dog skyldes en øget bølgestuvning, grundet en mere eksponeret nordvestlig orientering af området med større forventede bølger.

Der er ansøgt om, at diget designes ud fra vandstanden under stormen Bodil. Udover Bodil-vandstande tillægges digehøjden også et klimatillæg og et tillæg for bølgeopskyl designet ud fra Coastal Protection Manual (US Army Corps of Engineers).

Området indeholder ca. 150 sommerhuse, som alle vil blive omgivet af vand samt afskåret af vejnettet ved omkring 150 cm vandstand. Husene er placeret på lokale terrænhævninger af forskellig kotehøjde, så skaderne vil variere fra hus til hus, men sårbarheden er generelt stor i området for de nævnte vandstande.

Når sårbarheden kombineres med faren, giver det et billede af, at der er en betydelig risiko for området.

Beskrivelse af tidsperspektiv

I beboerforeningen blev det vedtaget at ansøge om et projekt med 25 års designlevetid. Havspejlsstigninger er derfor kun regnet 25 år frem i tiden.

Beskrivelse af målsætning og håndtering af risiko

Kommunen har den målsætning, at store værditab bør undgås, når områder og bygninger udsættes for oversvømmelser afledt af havvandsstigning, ekstrem regn, overløb af vandløb eller ændring af grundvandsstand. Endvidere skal klimatilpasning tænkes hele vejen rundt og medtages i kommunens politikker, planer og i daglig drift/administration.

Det er for sommerhusområdets beboere en målsætning, at området skal beskyttes mod en knap 50-årshændelse

de næste 25 år. Der blev ikke i ansøgningen gjort nogen overvejelse om den samlede opnåede sikkerhed over digets designlevetid på 25 år. I ansøgningsforløbet blev det af KDI anbefalet, at ansøger gør sig disse overvejelser, for at tage beslutning om digehøjde på et bedre oplyst grundlag. 50-års sikkerhed for diget betyder en 2 procent sandsynlighed for at opnå eller overskride designvandstanden hvert eneste år. Over 25 år betyder det en samlet sandsynlighed for, at diget bliver udsat for en vandstand lig med eller større end designvandstanden på 40 procent mindst ét af årene.

Følgende designparametre blev brugt til at bestemme digets højde:

- Vandstand
- Bølger
- Landhævning/sænkning

Yderligere parametre der kunne inkluderes er:

- Lokale sætninger

Lokale sætninger vil være afhængige af undergrunden, digets materialer og størrelse samt designlevetiden. Ansøger kunne med fordel have gjort sig overvejelser om, om der skulle indbygges et tillæg for forventede sætninger, men dette fremgik ikke af ansøgningen.

Havdiget og å-diget får en topkote i 2,7 m DVR90. Havdigets forskråning er 1:6, mens bagskråning er 1:2. Ådiget har en for- og bagskråning på 1:2. Digerne består af et lerholdig materiale, som afsluttes med et muldlag og tilsås med græs. Havdiget bliver ca. 920 m og ådiget 600 m. Fløjdiget mod vest får en topkote på 2,40 m gradvist aftagende til 2,15m DVR90 grundet mindre forventet bølgepåvirkning ind i landet.

Ved et kystnært dige kan der ske bølgeopløb, der slider på diget. Yderligere kan der ske bølgeoverskyl. Hvis diget ikke vedligeholdes kan det give et hul i græslaget, som på sigt fører til et digebrud.

Der laves overgange hen over diget, så der fortsat er adgang til kysten.

Sikkerhed ud fra en levetidsbetragtning
Læs mere

Sådan vedligeholdes et dige
Læs mere

Principper for opbygning af diger
Læs mere

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Opsummering

Der gives tilladelse til diget. Diget etableres ud mod kysten i kote 2,7 m DVR90, og beskytter dermed mod en knap 50års-hændelse (svarende til en vandstand under stormen Bodil) med en designlevetid på 25 år. Som en alternativ løsning kunne man have trukket diget længere tilbage, da diget i så fald ikke ville være så udsat for bølger og et naturbeskyttet område ville blive mindre berørt.

På trods af et alternativ med et tilbagetrukket dige, der kunne være teknisk optimalt, blev hensynene for det ansøgte projekt fundet tilstrækkeligt tilgodeset med vægt på behovet for kystbeskyttelse og risikoen i området.Betragtninger, blandt andet omkring ønsket sikkerhed, også set over hele digets levetid, kunne med fordel have været inkluderet i ansøgningen.

Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Erosion på kyst med moderat el

Erritsø, Fredericia
Ansøgt løsning: Lovliggørelse af to høfder
Alternativ løsning: Lovliggørelse af to høfder med kompenserende fodring



Figur 1: Ortofoto. Kyststrækningen ved Erritsø. Rød linje markerer strækningen, der er ansøgt på.

Basisscenariet

Projektområdet er beliggende ved Erritsø på en østvendt kyststrækning ud til Lillebælt. Sedimenttransporten er sydgående, dvs. fra venstre mod højre på figur 1, og kyststrækningen afgrænses i nordlig retning af en havn, som er beliggende 2,1 km fra projektområdet (ikke vist på ortofoto). Kysten er bebygget, og der er forskellige typer kystbeskyttelse eksempelvis høfder, faskiner, stenkastninger og betonmure.

Der er mulighed for adgang til og langs kysten, men adgangen langs kysten er begrænset af den passive kystbeskyttelse.

Der er ingen Natura 2000-områder i nærheden af projektstrækningen. Der er ikke kendskab til bilag IV-arter i området, og der er heller ikke udpeget § 3-beskyttede naturtyper i området.

ksponering



Figur 2: Orange linjer viser placeringen af de to ulovlige høfder, som søges lovliggjort

Projektscenariet

Der ansøges om lovliggørelse af to høfder lavet af kampesten, se figur 2. Høfderne er uden tilladelse etableret med det formål at reducere risikoen ved erosion og derved beskytte fem større beboelsesejendomme. De to høfder er etableret med en afstand på 20 m til øvrige eksisterende høfder på strækningen. Høfderne har en længde på 20 m og er placeret med en afstand til hinanden på ligeledes 20 m.

Høfder
se animation



Figur 3: Alternativt forslag. De orange linjer viser placering af de to høfder og den gule linje viser strækning med fodring.

Alternativ løsning

En alternativ løsning til det ansøgte projekt er at supplere høfderne med en kompenserende fodring, se figur 3. Som kompensation for det sediment, som høfderne tilbageholder, samt for at mindske forstejling af kystprofilet, bør fodringsmængden svare til den mængde sediment, som høfderne tilbageholder samt den naturlige erosion i det aktive profil ved høfderne.

Kompenserende fodring vil betyde, at risikoen ved erosion reduceres for hele projektets levetid på 30 år, samt at der kompenseres for den negative påvirkning på nabostrækninger samt det øvrige kystprofil.

På erosionskyster vil den tilførte fodringsmængde over tid helt eller delvist blive ført bort fra projektområdet af den langsgående sedimenttransport, hvorfor en fodring skal gentages, hvis man ønsker at bremse den naturlige kysttilbagerykning. Fordelen ved den gentagne fodring er, at der tilføres den mængde sediment, som ellers ville blive eroderet fra kysten. Hyppigheden af fodringer afhænger bl.a. af fodringernes størrelse samt kystudviklingen i området.

Ved sandfodring kan stranden hæves, så foden af skrænten beskyttes samtidig med, at muligheden for adgang langs stranden bevares eller forbedres.

Den bedste effekt af en fodring opnås, hvis der fodres på en længere strækning. Dels er det mere omkostningseffektivt, dels reduceres randeffekten. Hvis der på en længere strækning er risiko ved erosion, kan det overvejes, om der er basis for et kommunalt fællesprojekt.

Hvis der igangsættes et kommunalt fællesprojekt, bør det desuden undersøges, om der er eksisterende kystbeskyttelsesanlæg, som med fordel kan fjernes helt for at opnå en kyst med en mere naturlig dynamik og sikre uhindret adgang lang stranden. I et kommunalt fællesprojekt kan målsætningen også være, at kystprofilet over en længere strækning genskabes til en ny ligevægt. Dette kan opnås ved at udføre sandfodring med en mængde, der opvejer sandtabet i den periode, hvor de eksisterende kystbeskyttelsesanlæg har tilbageholdt sediment.

Det vurderes, at erosionen på projektstrækningen kan håndteres med fodring alene, og det bør derfor overvejes, om et projekt udelukkende med fodring er at foretrække frem for lovliggørelse af høfderne, da sandfodringen vil opretholde den naturlige kystdynamik uden negative konsekvenser fra passive kystbeskyttelsesanlæg.

Beskrivelse af risiko

Strækningen ligger relativt beskyttet mod bølger og vind. Det største fri stræk er 3,2 km i nordvestlig retning, hvorfra de største bølger kommer. Kysten kan påvirkes af bølger og strøm i Lillebælt, hvilket kombineret med høj vandstand kan give anledning til erosion af kysten.

Af Kystatlas (se Erosionsatlas) fremgår det, at den akutte erosion i området potentielt er lille, og at den kroniske erosion ligeledes potentielt er begrænset. Da det ikke er muligt at finde en delstrækning af kysten, som ikke er påvirket af passive kystbeskyttelsesanlæg, kan den naturlige erosion ikke beregnes på baggrund af kystlinjens placering på ortofotos. Som udgangspunkt afspejles erosionsgraden på en strækning ved at sammenligne vegetationsgrænsen fra forskellige år. Det fremgår af ortofotos, at kystlinjens placering har været stort set uændret siden 1954, dette både før og efter etablering af kystbeskyttelsesanlæg. Der ses dog en forskel i strandens bredde, idet stranden er blevet betydeligt smallere på grund af de passive kystbeskyttelsesanlæg.

Af ortofotos fremgår det desuden, at kystskrænterne er grønne af vegetation, hvilket ligeledes indikerer, at skrænten ikke er udsat for kraftig erosion eller nylige skred. Hvis bevoksningsgrænsen på ortofotos fra forskellige år sammenlignes, ses det desuden, at der ikke er sket nogen stor udvikling over tid. Erosion af skrænten fod vil dog kunne igangsætte skred i hele skrænten profil.

Der er i området en sydgående sedimenttransport, som er påvirket af forskellige passive kystbeskyttelsesanlæg. Dette ses bl.a. ved, at høfder nord for projektområdet skaber luvsideaflejring og læsideerosion. Ved høfderne

Frit stræk:
Læs mere

umiddelbart ud for projektstrækningen ses der i mindre grad luvsideaflejring, hvilket indikerer, at der kun er en lille langsgående transport på denne strækning. Dette skyldes bl.a., at høfderne opstrøms for projektstrækningen bremser den langsgående transport og medfører, at mindre materiale bliver ført til projektstrækningen. Det kan også skyldes, at de ulovlige høfder ikke er særligt effektive. De passive kystbeskyttelsesanlæg i området løser ikke erosionsproblemet på strækningen, idet anlæggene alene omfordeler sedimentet, mens der ikke tilføres sediment.

En 20-, 50- og 100-års middeltidshændelse for området er hhv. 139 cm, 150 cm og 158 cm Kystdirektoratets Højvandsstatistikker 2017

De værdier på strækningen, som ønskes beskyttet, er beboelsesejendomme. Beboelsesejendommene ligger på en skrænt i omkring kote 10 m DVR90. Den mest kystnære ejendom ligger ca. 20 m fra skrænten kant.

Beskrivelse af tidsperspektiv

Ansøgers ønske er at beskytte beboelsesejendomme ved at etablere kystbeskyttelse, som standser kysttilbagerykningen. Kystlinjens placering ønskes som minimum fastholdt de næste 30 år.

Målsætning og håndtering af risiko

Formålet med projektet er at reducere risikoen ved erosion og dermed opnå beskyttelse af beboelsesejendomme. Målsætningen for kystens udvikling er, at kysttilbagerykningen standses. En anden målsætning er, at mulighed for adgang til og langs kysten bevares, samt at der ikke sker negativ påvirkning på nabostrækninger. Klik på den grønne boks for at se løsningsforslagene afvejet mod hensynene i kystbeskyttelsesloven.

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Læsideerosion
Læs mere

Hvor skal sandet komme fra?
Læs mere

Kystdynamik og kystbeskyttelse – Naturlige erosions- og oversvømmelsesprocesser
Læs mere

Opsummering

Den ansøgte løsning med høfder vil på kort sigt medføre en lille reduktion af risikoen ved erosion lokalt, men der vil ikke opnås en reduktion af risikoen set over hele projektets levetid på 30 år. Høfder løser ikke erosionsproblemet, men flytter det alene til nedstrøms nabostrækninger.

Høfder kan forringe mulighed for adgang langs kysten samt rekreativ udnyttelse ved at medføre læsideerosion. Det forventes derfor ikke, at der kan opnås tilladelse til et projekt alene med høfder.

Den alternative løsning med høfder og sandfodring vil medføre en reduktion af risikoen ved erosion i hele projektets levetid på 30 år. Sandfodring kompenserer for den erosion, der foregår på strækningen, hvorfor erosionsproblemet ikke flyttes til nabostrækninger. Sandfodring vil desuden betyde, at der fortsat vil være mulighed for adgang langs kysten samt rekreativ udnyttelse af kysten, idet læsideerosion modvirkes.

Det forventes derfor, at der kan opnås tilladelse til et projekt med høfder og kompenserende fodring.

Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Erosion på kyst med stor ekspo

Faxe Ladeplads, Faxe
Ansøgt løsning: Sandfodring



Figur 1: Ortofoto. Den røde linje markerer projektstrækningen

Basisscenariet

Projektområdet er beliggende ved Faxe Ladeplads på en sydøst-vendt kyst ud til Østersøen. Kysten rummer forskellige typer kystbeskyttelse, bebyggelse og infrastruktur. På projektstrækningen løber en kystnær vej, som er beskyttet af en skråningsbeskyttelse af sten og en betonmur. Projektområdet afgrænses mod nord af en havn, der er beskyttet af en skråningsbeskyttelse af sten, mens projektområdet i sydlig retning afgrænses af et å-udløb, der ligeledes er beskyttet med sten. Syd for å-udløbet beskyttes den kystnære vej af en skråningsbeskyttelse og sandfodring. Der er kun ringe adgang til og langs kysten, da eksisterende skråningsbeskyttelse har medført, at stranden foran anlægget er borteroderet.

Projektet ligger ikke i eller i nærheden af et Natura 2000-område, der er ikke kendskab til bilag IV-arter i området, og der er heller ikke udpeget § 3- beskyttede arealer.

nering



Figur 2: Den orange markering viser området, hvor der foretages sandfodring

Projektscenariet

Der er ansøgt om sandfodring til etablering af en strand, der skal fungere som kystbeskyttelse foran eksisterende skråningsbeskyttelse. Fodringen placeres på stranden og i den kystnære del af profilet over en strækning på ca. 650 m. Projektet omfatter en initialfodring på 62.000 m³, samt vedligeholdelsesfodringer på 20.000 m³ hvert femte år.

Til fodringerne benyttes der bl.a. materiale oprenset fra sejlrenden ind til Faxe Ladeplads Havn. Dette behandles af Kystdirektoratet i en særskilt ansøgning om bypass.

Strandfodring
se animation

Alternativ løsning

Der foreslås ikke en alternativ løsning, idet det vurderes, at det ansøgte projekt er en hensigtsmæssig løsning til håndtering af risikoen ved erosion på projektstrækningen. Det kan overvejes, om fodringsstrækningen med fordel kan udvides mod syd, men idet der allerede foretages fodring i dette område, som kompensation for den etablerede skråningsbeskyttelse, medtages det ikke som et alternativt projektforslag. Det kan undersøges, om det er muligt at foretage fælles fodring på hele strækningen for dermed at reducere udgifterne til fodring.

Beskrivelse af risiko

Kysten er karakteriseret ved moderat til stor kronisk erosion og stor akut erosion (Kystatlas, se Erosionsatlas) Erosionsatlasset beskriver den potentielle erosion på strækningen, og der er derfor ikke taget højde for, hvorvidt der er kystbeskyttelse til stede.

Der er i området en sydgående sedimenttransport, som er påvirket af et opstrømsliggende havneanlæg samt eksisterende skråningsbeskyttelse og betonmur på projektstrækningen. Området er i underskud af sediment, idet havnen og de passive kystbeskyttelsesanlæg påvirker den naturlige sedimenttransport ved at tilbageholde sediment og fastholde kystskræntens placering.

Foran den eksisterende skråningsbeskyttelse på projektstrækningen er stranden forsvundet, og kystprofilet er forstejlet. Det resulterer i større vanddybder tæt på land, som medfører, at der er stor bølgepåvirkning på kystbeskyttelsen samt den øvrige del af det aktive kystprofil.

En 20-, 50- og 100-års middeltidshændelse for området er hhv. 140 cm, 146 cm og 150 cm (Kystdirektoratets Højvandsstatistikker 2017).

Den eksisterende højvandsmur, der ligger mellem skråningsbeskyttelsen og vejen har en topkote i 2,4 m DVR90.

Værdierne som ønskes beskyttet er primært infrastruktur i form af vejen, som løber langs kysten. Vejen er vigtig for lokalområdet og gennemkørende trafik.

Tidsperspektiv

Ansøger ønsker med projektet at reducere risikoen ved erosion over en periode på 20 år.

Målsætning og håndtering af risiko

En målsætning med projektet er at reducere risikoen ved erosion for at opnå beskyttelse af infrastruktur i form af en vej. Den eksisterende skråningsbeskyttelse samt højvandsmur sikrer sammen med den ansøgte sandfodring til denne målsætning. Målsætningen i forhold til kystens udvikling er, at kystprofilet genopbygges, at stranden bliver bredere, samt at der opnås et fladere kystprofil. Foruden beskyttelse af værdier er det et formål at få etableret et rekreativt

Fodring
Læs mere

Fodringstyper
Læs mere

område, samt at sikre adgang til og langs kysten.

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



I ovenstående skema vurderes det, hvilke påvirkninger den ansøgte metode vil have på kystbeskyttelseslovens hensyn, herunder hvordan projektet håndterer risikoen ved erosion.

Opsummering

Projektet reducerer risikoen ved erosion i hele projektets levetid på 20 år og kompenserer for negative effekter, som eksisterende skråningsbeskyttelse og havnen har medført. Kystprofilet genopbygges og med en initialfodring og løbende vedligeholdelsesfodringer vil stranden foran den eksisterende skråningsbeskyttelse blive reetableret og opretholdt. Fodringen vil forbedre mulighed for adgang til og langs kysten, samt rekreativ udnyttelse af kysten. Der vil kunne opnås tilladelse til det ansøgte projekt.

Referencer

Kystdirektoratet, 2018:
Højvandsstatistikker 2017

Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Erosion på kyst med lav ekspon

Trelde Næs, Fredericia Kommune
Ansøgt løsning: Fodring med ral og sand ud for tre ejendomme
Alternativ løsning: Fodring med ral og sand over en længere strækning



Figur 1 (basisscenariet) Den røde markering viser projektstrækningen

Basisscenariet:

Der er ansøgt om tilladelse til at reducere risikoen i forbindelse med den erosion, der foregår på de tre ejendomme, der er markeret på fig. 1.

Beskrivelse af kyststrækningen

Ejendommene ligger på den nordvendte side af Trelde Næs ved Fredericia, en moderat eksponeret kyststrækning i udkanten af en fjord. Kyststrækningen bærer generelt præg af kystnært byggeri samt forskellige typer kystbeskyttelsesanlæg. Vest for de tre ejendomme er der etableret høfder samt skråningsbeskyttelser i sten. Disse anlæg er etableret som beskyttelse af enkeltejendomme og ikke som en del af en fælles løsning over en længere strækning. Høfderne mangler vedligeholdelse og har umiddelbart ingen funktion (se fig. 1). De karakteristiske "savtakker", der normalt fremkommer som følge af virksomme høfdegrupper, findes ikke på strækningen. Umiddelbart øst for projektområdet er der en strækning på ca. 400 meter, hvor der ikke er etableret kystbeskyttelse. Herefter er der etableret høfder næsten hele vejen ud til spidsen af næsset. Der ses en svag effekt af disse høfder i form af aflejringer på luvsiden.

Høfder
se animation

Høfder
Læs mere

nering



Fig 2. Eksisterende forhold på strækningen. Rød markering viser placeringen af de ejendomme, der ønsker beskyttelse.

Beskrivelse af ansøgt løsning

Der ansøges om at reducere risikoen i forbindelse med erosion. Den ansøgte fremgangsmåde er at fodre den ca. 90 meter lange strækning ud for de tre ejendomme med 675 m³ sand og ral. Fodringen ønskes placeret som vist på fig. 3-6, dvs. som en strandfodring, hvor materialet placeres op ad eksisterende skrænt og med et så naturligt profil som muligt.

Herved vil fodringen fungere som en buffer af sediment, hvori den naturlige erosion fremadrettet vil kunne foregå. Erosion af den naturlige skrænt hindres herved, samtidig med at et naturligt kystprofil opretholdes, da der fortsat frigives sediment til den naturlige sedimenttransport langs kysten.

Sammenhængen mellem kronisk erosion og strandens bredde
Læs mere

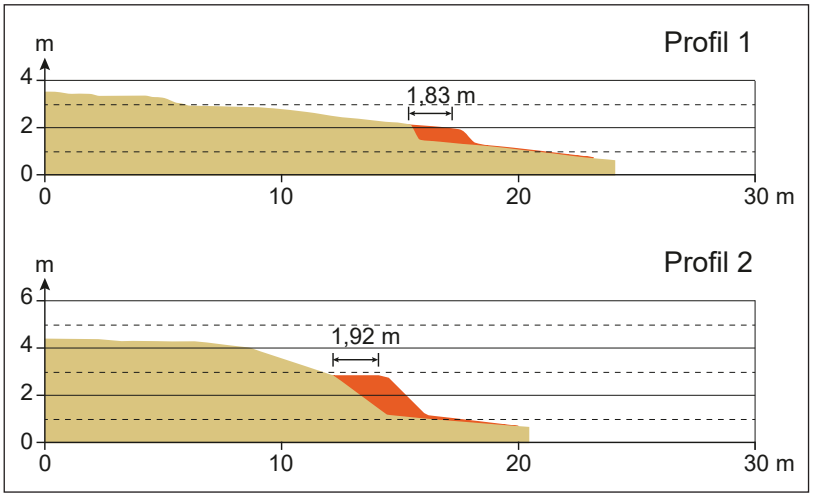


Figur 3
Projektscenariet med sandfodring

Projektscenariet



Figur 4
Fodringens placering



Figur 5 og 6
Fodringens placering i kystprofilet



Figur 7
Projektscenariet, alternativ løsning

Beskrivelse af den alternative løsning

Som alternativ til den ansøgte løsning foreslås, at risikoen reduceres ved at fodre med ral og sand over en længere strækning, hvorved der opnås en større effekt ved den valgte metode.

Projektstrækningen fastlægges ud fra kysttekniske forhold på strækningen, dvs. ud fra en betragtning om, at sedimentet bevæger sig indenfor en sedimentcelle, afgrænset af naturlige eller menneskeskabte grænser langs kysten. Når en fodring sker indenfor en sedimentcelle, vil fodringsmaterialet holde sig indenfor projektområdet.

Materialemængden fastlægges ud fra den beregnede erosionsrate i området og skal således svare til den mængde sediment, der naturligt vil blive ført ud af området. Materialet kan placeres som vist på fig. 7 eller alternativt som en kystnær fodring på søterritoriet. Hvorvidt materialet placeres på land eller i vandet, er ikke afgørende for den kystbeskyttende effekt.

Risiko

Der er tale om en forholdsvis moderat eksponeret kyststrækning, hvor erosionen vurderes at være lille. (Se Kystatlas)

Stormen Bodil viser, at der forekommer akut erosion på strækningen. Med akut erosion menes, at der i forbindelse med ekstreme hændelser, med højvande kombineret og kraftig bølgepåvirkning, forekommer en søværts transport af materiale og tilhørende erosion i kystprofilet.

Den kroniske erosion på strækningen må dog generelt beskrives som lille, dvs. at der på den konkrete strækning, kun føres lidt mere sand ud af systemet via langstransporten, end der tilføres. Dette kan også iagttages ved, at strandbredden er smal. Kyster med stor kronisk erosion har en bredere strand.

I Kystatlasset (se Erosionsatlas) kan man endvidere se, at den kroniske erosion er lille på det meste af strækningen. Det skyldes, at strækningen ligger ud for et sedimentnulpunkt. Det vil sige, at sedimenttransporten her går begge veje.

Konkret kan erosionen vurderes ud fra ortofotos fra 1999 til 2014, ved at der måles fra hjørnet af et hus og ud til, hvor landvegetationen stopper. I perioden 1999 til 2012 rykker kysten i gennemsnit 0,15 meter tilbage pr. år. Der ses ingen tydelig og vedvarende erosion, da kystlinjen ikke systematisk flyttes længere ind i land. Fra 2012 til 2014 ses det på ortofotos, at der i forbindelse med stormen Bodil i december 2013 skete en erosion af skrænten på omkring 6-7 meter på stedet. På de tre ejendomme, der ansøger om kystbeskyttelse, ligger der huse ca. 15 meter fra den nuværende skrænt. Risikoen i forbindelse erosion vurderes samlet set at være lille.

Tidsperspektiv

Ansøger ønsker at etablere en kystbeskyttelse, der kan reducere risikoen ved erosion over 10 år. Efter 10 år forventes der at skulle foretages en ny vurdering af risikoen på strækningen, effekten af den valgte løsning og dermed en ny dimensionering af kystbeskyttelsen i forhold til det ønskede sikkerhedsniveau.

Beskrivelse af målsætning og håndtering af risiko

Målsætningen er at fastholde risikoniveauet på det nuværende niveau ved at standse kystlinjens tilbagetrækning på strækningen. Derudover er det en målsætning at sikre opretholdelse af passage langs kysten (hensyn 5), opretholde den rekreative udnyttelse (hensyn 4) og naturens frie dynamik (hensyn 3). Ved hjælp af nedenstående skema vurderes, hvilke påvirkninger den ansøgte metode samt det alternative forslag vil have på tre af kystbeskyttelseslovens hensyn.

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Sådan beregnes en sandfodring
Læs mere

Værd at vide om erosion og sedimenttransport
Læs mere

Opsummering

Risikoen i forbindelse med erosion på den ansøgte projektstrækning vurderes som lav. Målsætningen om at reducere risikoen over 10 år kan håndteres ved såvel den ansøgte løsning som ved det beskrevne alternativ. Begge løsninger vil ud over at reducere risikoen opretholde et forholdsvis naturligt kystlandskab med mulighed for passage og rekreativ udnyttelse af kysten. Alternativet vil økonomisk set være en bedre løsning, da effekten af fodring vil være større, hvis den foregår over en længere strækning. Begge løsninger vil kunne opnå en tilladelse efter kystbeskyttelsesloven.



Ansøgning om reduktion af risiko ved erosion på en

Erosion på kyst med meget stor

Nørlev, Hjørring
Ansøgt løsning: Etablering af sandbuffer med bagstopper og kompensationsfodring
Alternativ metode: Etablering af sandbuffer og kompensationsfodring



Figur 1. Ortofoto. Den røde streg viser strækningen før projektet

Basisscenariet

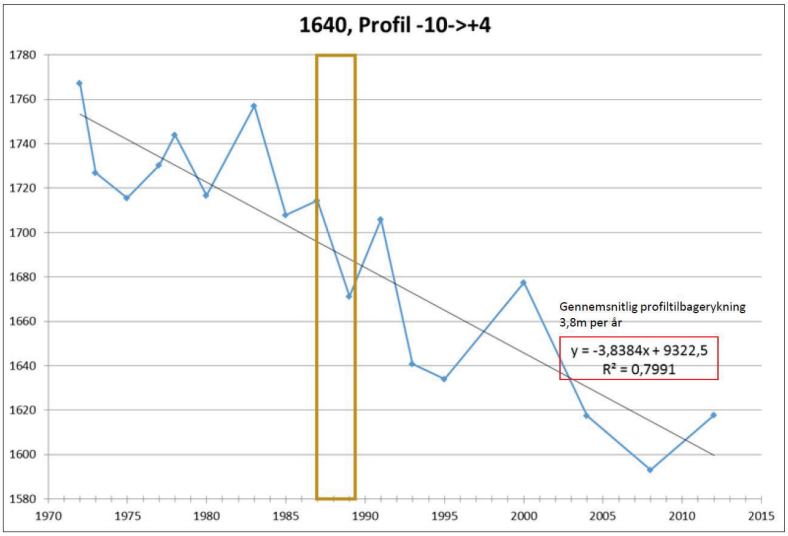
I et sommerhusområde ligger flere sommerhuse tæt på kystskrænten. Området er udsat for stor akut og kronisk erosion. For ca. 30 år siden måtte den daværende første række sommerhuse opgives på grund af havets erosion. Sommerhusejerne, som nu er første række, ønsker at beskytte deres værdier, og ansøger derfor om kystbeskyttelse på en strækning, der er 265 m lang.

Det fremgår af erosionsatlasset, at den kroniske erosion er meget stor (ca. 3 m pr. år). Det samme gælder for den akutte erosion. Projektstrækningen ligger ved Kystdirektoratets målelinje 1640. Kystdirektoratet har analyseret profillinjerne, som viser, at det aktive kystprofil er fastlagt til at være fra +4 m til 8-10 m dybde, og at den kroniske erosion i det aktive kystprofil i gennemsnit er 3,8 m pr. år (Figur 2).

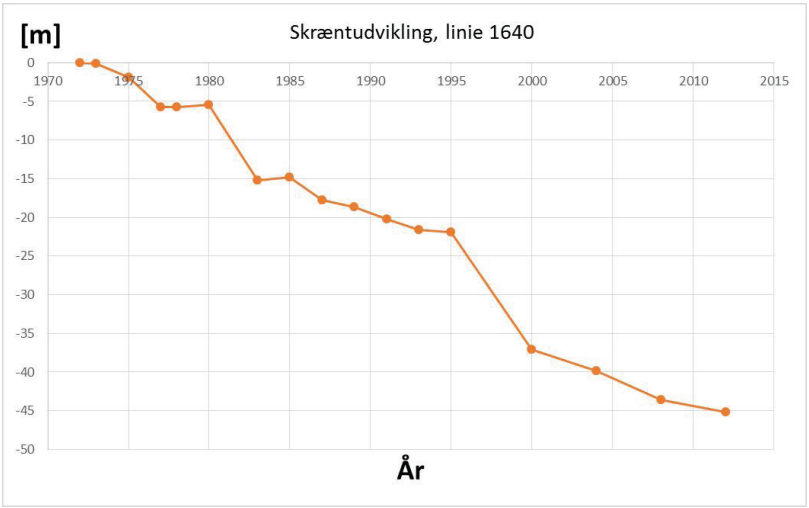
Den akutte erosion varierer hen over årene, som den fremgår af figur 2a, hvor skrænten beliggenhed er angivet fra 1973 til 2012. Her ses, at den akutte erosion har en overordnet tendens, og at der i to perioder, fra 1980-1983 og 1995-2000, er ekstraordinær akut erosion. Ortofotos kan belyse dette mere detaljeret i nyere tid, fordi de dels findes for hvert år, dels viser udviklingen af den akutte erosion mellem målelinjerne.

Den maksimale akutte erosion er fastlagt på baggrund af ortofotos fra årene 2010-2012-2014. Denne viser, at erosionen under én storm er 5 m.

r eksponering



Figur 2. Analyse af kronisk erosion i Vest-kystlinje 1640



Figur 2a. Skrænten beliggenhed fra 1973 til 2012 i målelinje 1640.
2010-2012-2014.



Figur 3. Skitse af fastlæggelse af akut erosion, delstrækning, rød: år 2010, grøn: år 2012, blå: år 2014 - akut erosion 5 m



Figur 4 Ortofoto. Den røde linje viser strækningen efter projektet

Projektscenariet

For at løse udfordringen med erosionen er der udarbejdet et projekt, der omfatter en sandbuffer med bagstopper (skråningsbeskyttelse af sten) med kompenserende sandfodring. Målsætningen er at stoppe tilbagerykningen af det aktive kystprofil. Projektets levetid er 50 år.

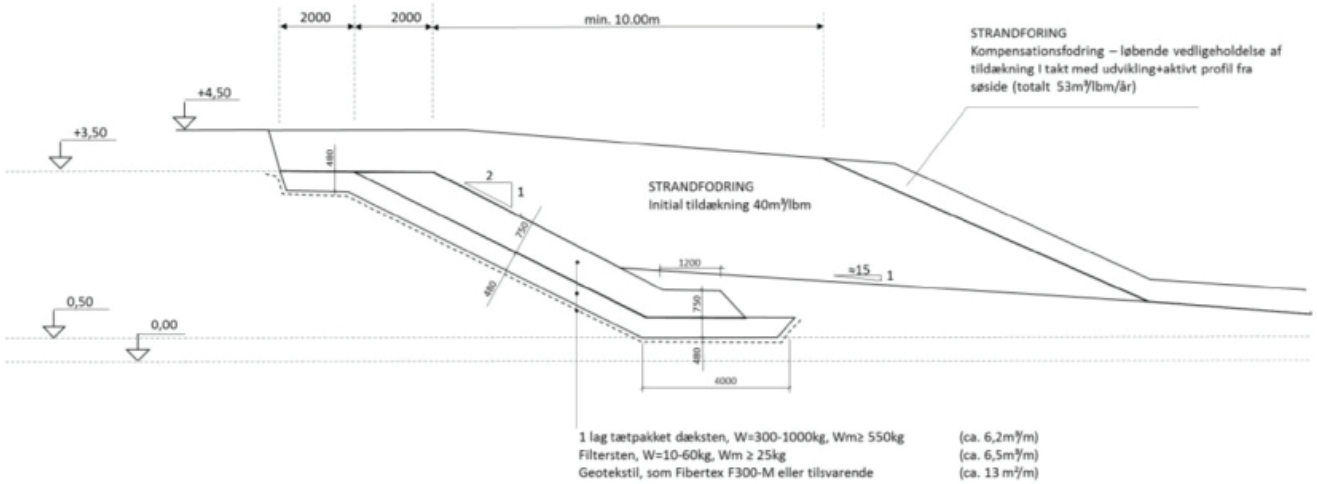
Elementer i anlægget

Skråningsbeskyttelser af passive hårde materialer/Bagstopper:

Inderst er der etableret en skråningsbeskyttelse af sten. En skråningsbeskyttelse er en kystbeskyttelse, som beskytter kystskrænten mod tilbagerykning. Der kan bagved skråningsbeskyttelsen være en strandfodring, som fremrykker kystskrænten.

Bagstopperen er opbygget som vist på figur 5 i boksen Læs mere om skråningsbeskyttelse af sten: nederst

Figur 5. Tværsnitstegning af bagstopper, sandbuffer og kompenserende fodring





Figur 5a. Sandbuffer med bagstopper. Sedimenttransportretning er fra øverst til nederst i billedet.

med geotekstil/fiberdug, herefter ral og håndsten samt et lag tætpakket dæksten.

Størrelsen på stenene er af rådgiver beregnet på baggrund af Hudsons og Van der Meers formel.

Topkote af bagstopperen, som er 3,4 m DVR90, er af rådgiver beregnet på baggrund af bølgeoverskyl.

Anlægget ser ud som vist på figur 5a.

Sandbufferen er den egentlige skråningsbeskyttelse, og skal dimensioners så den akutte erosion sker i denne. Derved sikres en naturlig dynamik, og en høj miljømæssig kvalitet på en kyst, som er uden øvrig kystbeskyttelse.

Hvor kommer sandet fra?

Sandet kommer fra oprensning af sejlrenden i en nærliggende havn. Sandet bliver bragt til projektlokaliteten via skib og lastbil. Det sand, som skal anvendes til sandbufferen, leveres med lastbil, mens det sand, som skal anvendes til revlefodring, kommer med skib.

Når sandet kommer fra sejlrenden kræves en nyttiggørelsestilladelse fra Kystdirektoratet, jf. 16 b, stk. 1, nr. 2, og at der er en tilladelse til uddybning, jf. kystbeskyttelsesloven § 16 a, stk. 1, nr. 4, hvis der ikke i forvejen er en tilladelse.

Hvor skal sandet komme fra?
Læs mere

Sådan virker skråningsbeskyttelse
se animation

Skråningsbeskyttelse af sten
Læs mere

Dimensionering af sandbuffer
Læs mere

Beskrivelse af tidsperspektiv

Projektets levetid er 25 år, og der arbejdes sideløbende med at inddrage nabostrækningerne i en helhedsløsning over en større strækning.

Målsætning og håndtering af risiko

Som indledningsvis beskrevet er der stor fare for erosion, idet både erosionsraten og den akutte erosion er stor. Dette kombineret med, at adskillige huse umiddelbart er truet af erosion betyder, at risikoen for erosion er blandt de største i Danmark.

Derfor er målsætningen at reducere risikoen væsentligt. Risikoen er ikke beregnet, men der er i forhold til dimensionering af bagstopperen af sten taget udgangspunkt i at dimensionere til en 50 års hændelse. Sandbufferen og den kroniske erosion er beregnet ud fra 40 års data, men der er ikke regnet statistik på returperioden for den akutte erosion.

Risikoen nedsættes ved en målsætning om at øge styrken af kystprofilet ved at fremrykke skrænten af strand og klit med sandbufferen, og standse profilerosionen med kompensationsfodring. Som en ekstra risikonedsættelsesforanstaltning etableres en skråningsbeskyttelse af sten bag sandbufferen.

Alternativt forslag

Som det fremgår af figur 5a er kystlinjen opstrøms beliggende mere landværts end på projektstrækningen. Dette skyldes primært læsideerosionen fra fire høfder, som der ikke kompenseres for. Nogle af høfderne trækkes ind i land, i takt med at de bagskæres, derved vil erosionen på projektstrækningen gradvis øges.

På strækningen findes en række sommerhuse, som har en kystnær beliggenhed. Dette gør, at det vurderes, at et alternativt forslag skal have udgangspunkt i en bevarelse af de eksisterende huse.



Figur 6. Alternativ med genopretning af kysten med sand og kompensationsfodring.

Et alternativt forslag er derfor, at standse profiltilbagerykningen på strækningen fra høfderne til nedstrøms projektstrækningen ved sandfodring. Det alternative forslag består i en retablering af et retlinet kystforløb ved sandfodring, og en efterfølgende kompensation for profilerosionen ved sandfodring. Forslaget ses på figur 6.

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Strandfodring se animation

Opsummering

Der er opstillet to forslag til risikoreduktion. Et forslag på en kortere strækning, som en række enige grundejere har ansøgt om. Forslaget er en helhedsløsning på en kortere strækning, som opfylder målsætning om risikoreduktion med en løsning, som kompenserer for det grundlæggende problem, et sedimentunderskud som følge af bølgernes erosion. Projektet er udfordret af, om de stillede vilkår faktisk bliver opfyldt.

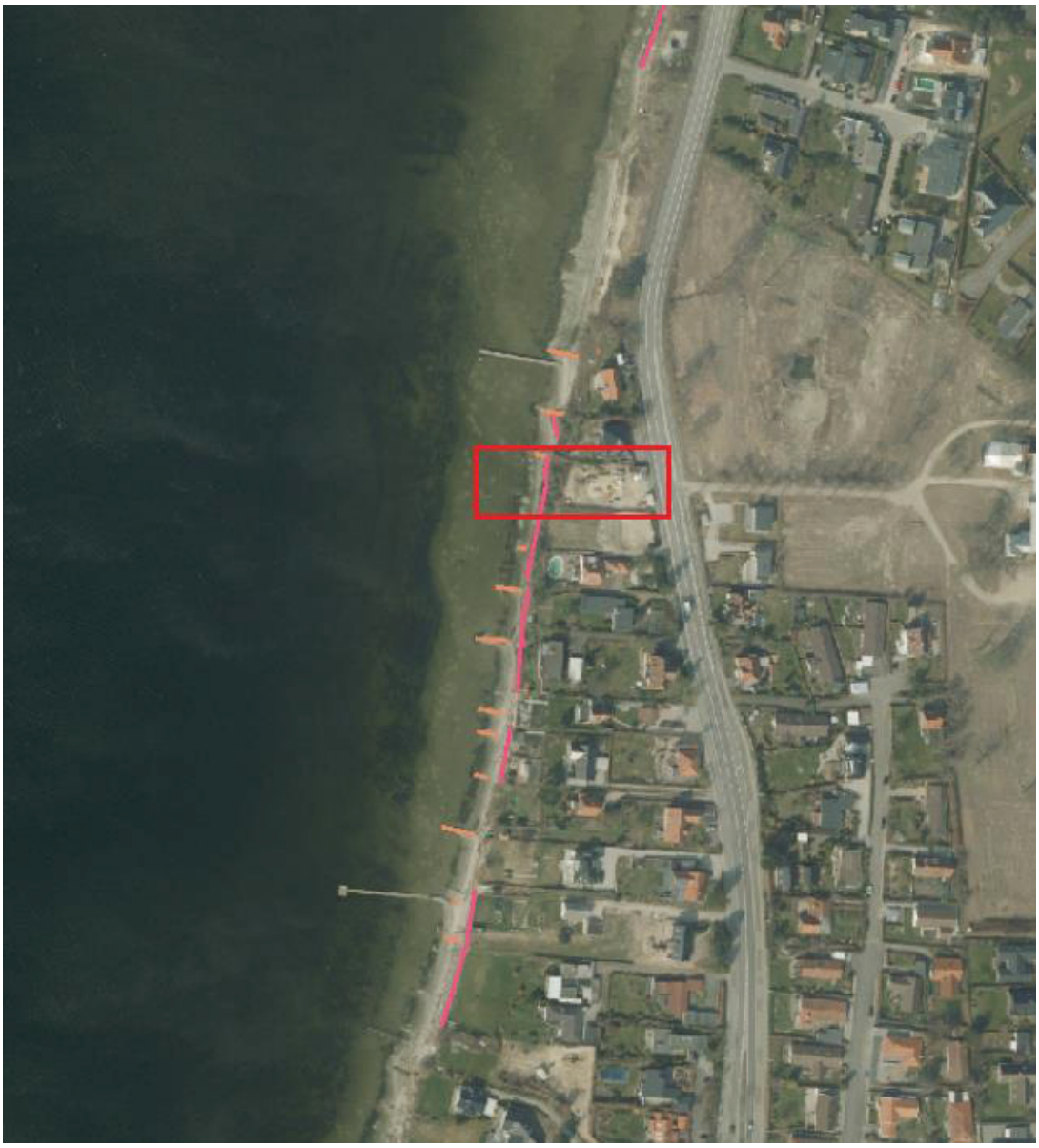
Det er bemærkelsesværdigt, at der har kunnet opnås enighed om projektet blandt grundejerne, og det derfor ikke har været et kommunalt fællesprojekt.

Det alternative projekt er det mest omkostningseffektive på sigt, idet det omfatter hele den strækning, hvor der er behov for kystbeskyttelse i levetiden. Det er derfor også et helhedsprojekt, og dets omfang gør, at dets realisering sandsynligvis fordrer, at det bliver et kommunalt fællesprojekt.

Ansøgning om reduktion af risiko

Erosion på en kyst med lav eksp

Himmelev, Roskilde
Ansøgt løsning: Skråningsbeskyttelse opbygget af sten og beton
Alternativ løsning: Fodring



Basisscenariet

Der er ansøgt om tilladelse til at reducere risikoen i forbindelse med den erosion, der foregår på den markerede ejendom, og hvor der er planer om ny bebyggelse i form af et helårshus. Ejendommen ligger i udkanten af en større by, på en vestvendt kyststrækning i Roskilde Fjord. Kysten bærer præg af kystnært byggeri samt kystbeskyttelse i form af skråningsbeskyttelser af sten samt høfder.

bonering

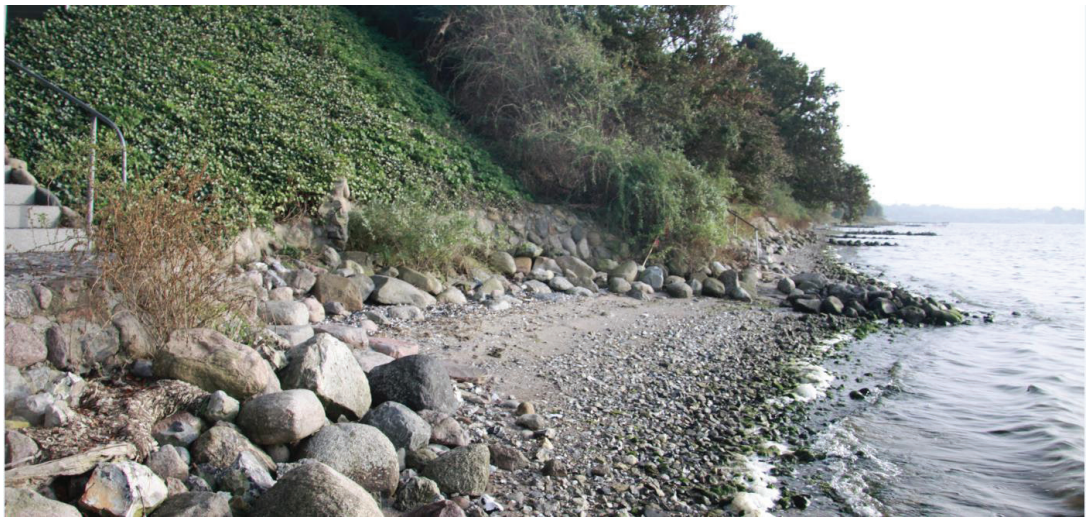
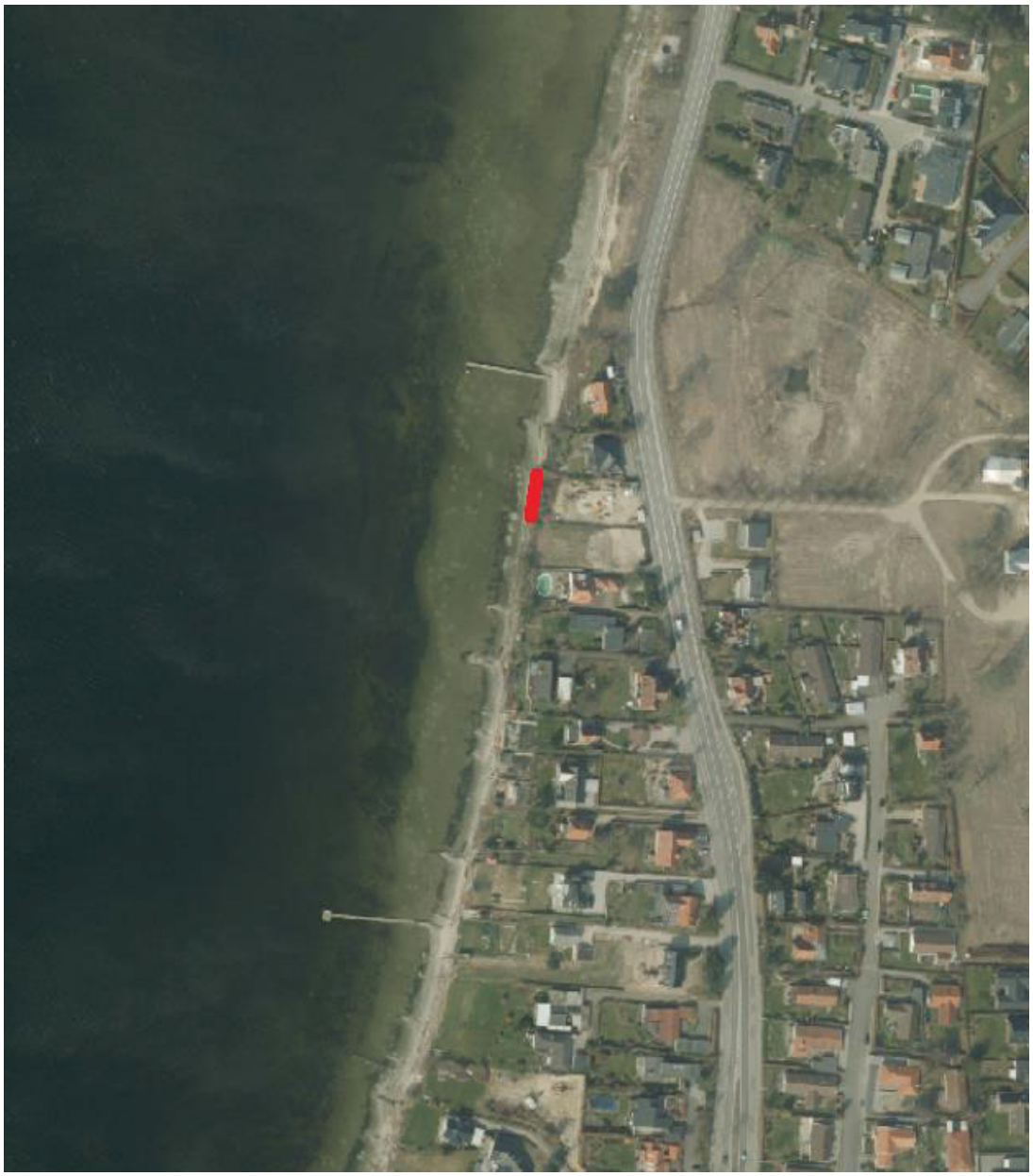


Fig 2 : Eksisterende adgangsforhold på strækningen

Ca. 80 meter nord for den konkrete ejendom ses et område på 125 meter, der er friholdt for kystbeskyttelse, og hvor der således er muligt at se kystens udvikling med fri dynamik.

Kyststrækningen kan i dag udnyttes rekreativt, og der er mulighed for passage langs kysten. Passagen er dog, specielt i forbindelse med højvande, vanskeliggjort af de eksisterende hårde kystbeskyttelsesanlæg. Se fig. 2.



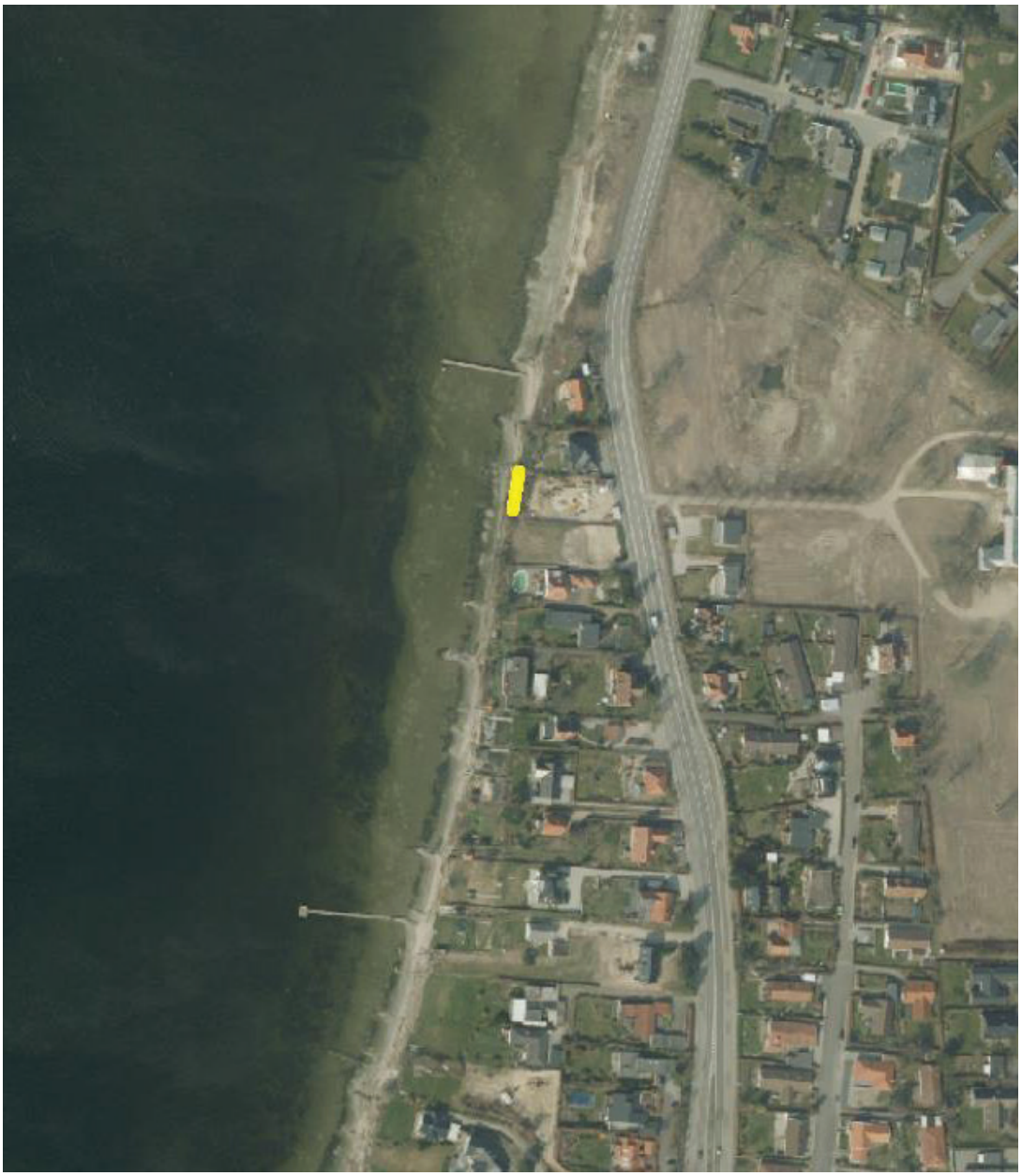
Figur 3: Den røde linje markerer projektets placering

Projektscenariet

Der ansøges om at reducere risikoen i forbindelse med erosion, ved at udbygge det eksisterende stenglacis (skråningsbeskyttelse af sten udlagt i beton). Det eksisterende anlæg ønskes forhøjet fra 1 meter DVR90 til 2,2 meter DVR90 på hele ejendommens 22 meter lange kyststrækning (se fig. 3).

Der henvises i ansøgningen til, at denne løsning visuelt vil passe godt ind på strækningen, hvor der i forvejen ligger lignende anlæg.

Sådan virker skråningsbeskyttelse se animation



Figur 4: Alternativ løsning. Den gule markering viser placering af det alternative projekt

Alternativ løsning

Som alternativ til den ansøgte løsning foreslås, at risikoen reduceres ved at fodre kysten med materiale svarende til det naturligt forekommende på strækningen. Kystfodring er en aktiv form for kystbeskyttelse. En fodring vil i modsætning til et hårdt anlæg, som er en passiv form for kystbeskyttelse, opretholde den naturlige kystdynamik på stedet ved, at der fortsat frigives materiale til den naturlige sandtransport. Samtidig vil fodringen tilføre nyt sediment til strækningen. Sedimenttilførslen vil forebygge, at bebyggelsen på sigt kommer i fare for beskadigelse som følge af erosion. I modsætning hertil tilfører et passivt kystbeskyttelsesanlæg ikke nyt sediment, men omfordeler alene det, som er der i forvejen. En fodring kan udføres alene på den aktuelle matrikel, men vil være mere omkostningseffektiv og gavne flere, hvis den udføres i et samarbejde mellem grundejere på en længere strækning.

Beskrivelse af risiko

Erosionen på stedet vurderes ud fra www.kystatlas.dk at være lille, idet der er tale om en moderat bølge-eksponeret kyst, der ikke udsættes for tydelig og vedvarende kronisk erosion, dvs. at den langsgående sedimenttransport på den konkrete strækning fører lidt mere sand bort fra stækningen, end den tilføres.

Der forekommer akut erosion i forbindelse med højvande og storm, denne vurderes dog ligeledes at være lille www.kystatlas.dk.

Ud over brug af erosionsatlas er den konkrete erosion vurderet ved sammenligning af vegetationsgrænsen på ortofotos fra forskellige år. Afstanden mellem vegetationsgrænsen i de forskellige år er udtryk for kysttilbagerykningen (et overslag). Sammenligningen er foretaget på strækningen, som ligger 80 til 200 meter nord for det ansøgte projekt, hvor den naturlige kystudvikling ikke påvirkes af eksisterende kystbeskyttelse. Der ses ved denne sammenligning af ortofotos ingen systematisk tilbagerykning af kysten (vegetationsgrænsen) på stedet. Den kommende bebyggelse er et helårshus, beliggende ca. 15 meter fra den nuværende skrænt. Ud over huset har ejer et ønske om at beskytte selve grunden mod erosion.

Beskrivelse af tidsperspektiv

Ansøger ønsker at etablere en kystbeskyttelse, der kan reducere risikoen ved erosion over 50 år. Efter 50 år forventes der at skulle foretages en ny vurdering af risikoen på strækningen (på baggrund af forventede klimaændringer samt ændringer i kystens udvikling), og dermed en ny dimensionering af kystbeskyttelsen i forhold til det ønskede sikkerhedsniveau.

Målsætning og håndtering af risiko

Målsætningen er at fastholde risikoniveauet på det nuværende niveau ved at standse kystlinjens tilbagetrækning på strækningen. Derudover er det en målsætning at sikre opretholdelse af passage langs kysten (hensyn 5), opretholde den rekreative udnyttelse (hensyn 4) og naturens frie dynamik (hensyn 3). Ved hjælp af nedenstående skema vurderes, hvilke påvirkninger den ansøgte metode samt det alternative forslag vil have på lovens hensyn.

Sådan beregnes en sandfodring
Læs mere

Erosion og sedimenttransport
Læs mere

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Strandfodring se animation

Opsummering

Der er lav risiko forbundet med den erosion, der forekommer på ansøgers ejendom. Målsætningen om at reducere denne risiko over en 50-årig periode kan teknisk set dog ikke håndteres med den ansøgte løsning, idet denne ikke løser det grundlæggende problem med erosion, men alene flytter problemet. Erosion vil fortsætte foran og nedstrøms skråningsbeskyttelsen. Det betyder, at anlægget formentlig vil blive undermineret indenfor projektets levetid, og at der heller ikke vil kunne tages hensyn til opretholdelse af passage på stedet eller muligheden for rekreativ udnyttelse af kysten. Der vil derfor ikke kunne gives tilladelse til den ansøgte løsning.

Risikoen kan alternativt reduceres ved løbende at fodre kysten med sediment svarende til den mængde der eroderes. Herved kan risikoen håndteres, også på længere sigt, ligesom den rekreative udnyttelse og passagen langs kysten kan tilgodeses.

Denne løsning vil kunne opnå en tilladelse efter kystbeskyttelsesloven.

Ansøgning om reduktion af risiko ved:

Erosion på en kyst med stor eks

Heatherhill, Gribskov
Ansøgt løsning: Bølgebrydere og sand-/ralfodring
Alternativ løsning: Sandfodring



Fig. 1: Ortofoto før projekt. Den røde linje markerer den strækning, der er ansøgt på

Basisscenariet:

I et sommerhusområde på en 340 m lang strækning ligger 12 sommerhuse relativt tæt på kystskrænten, og der er ikke kystbeskyttelse. Se figur 1. Især ét hus ligger tæt på kysten for enden af skoven til højre i billedet. Her er risikoen relativt høj, og huset vil være i fare indenfor 25 år Umiddelbart til venstre for strækningen ses kystbeskyttelse. Der er adgang til kysten fra naturområdet til højre på billedet. Der er adgang langs stranden hen til kystbeskyttelsen til venstre i billedet. Denne kystbeskyttelse betyder, at der herfra ofte ikke er mulighed for videre adgang langs stranden.

Projektscenariet

Projektet har fået tilladelse under den daværende lovgivning, hvilket primært betyder, at anlægget skulle være teknisk optimeret, og at det ikke måtte forårsage læsideerosion. Projektet består af bølgebrydere, ralvold og sandfodring.

Beskrivelse af risiko

Området er udsat for erosion, hvilket bevirker at kystprofilet fra ca. 6 m dybde til skrænttoppen i kote 20 rykker indad.

Erosionen skyldes, at kystprofilet ofte påvirkes af bølger. Bølger er vandbevægelser i én retning og tilnærmelsesvis cirkulære vandbevægelser nede i vandet. På den del af havbunden, som

Sedimenttransport
Læs mere

sponering

rammes af de cirkulære bevægelser, løftes sedimentet op fra bunden og transporteres af sted med bølgestrømmen, indtil det aflejres.

En ubeskyttet erosionskyst vil løbende justere sig i en ligevægt med påvirkningen. Det vil sige, at kystprofilet indstiller sig kontinuerligt til påvirkningen, primært i form af bølger og strøm. Det betyder, at hele kystens aktive profil rykker tilbage, dvs. parallelforskydes indad, og stranden derved beholder samme bredde.

Kystdirektoratets Kystatlas (erosionsatlas) indsæt link kan for en kyststrækning overordnet angive, om der er lille, moderat, stor eller meget stor erosion. Det fremgår af erosionsatlasset, at der i denne case er en stor kronisk erosion på kysten. Denne bliver samtidig forstærket pga. læsideerosionen fra de bølgebrydere, der er etableret opstrøms, hvilket påvirker kyststrækningen betydeligt, herunder den langsgående sedimenttransport. Den akutte erosion er også potentielt stor i henhold til kystatlasset. Skrænttoppen er rykket mindst 22 meter ind i land i perioden fra 2002 til 2014, hvor tilbagerykningen er størst. Sedimentet på stranden er generelt blevet grovere.

Den langsgående sedimenttransport er fra venstre mod højre på figur 1.

Beskrivelse af tidsperspektiv

Det forventes, at projektet fastholder et acceptabelt niveau i 25 år.

Målsætning og håndtering af risiko

Målet med kystbeskyttelsen er at skabe en helhedsløsning ved at sigte mod at skabe fri passage langs kysten og stabilisere og opbygge stranden. På denne måde skabes der bevoksning på skrænten, og dette yder beskyttelse for husene i første række, så risikoen holdes på et acceptabelt niveau i 25 år.

Projektet indeholder etablering af tre bølgebrydere, forlængelse af bølgebryderen sydvest for grundejerforeningen, samt ralvold og sandfodring med 12.000 m³ groft sand, når skrænterne i projektområdet har stabiliseret sig - dog senest fem år efter tilladelsens datering. Efter initialfodringen skal sandfodringen gentages med 12.000 m³ hvert tredje år.

Kystprofilets tilbagerykning vil fortsætte udenfor bølgebryderne.

Projektets faser

Projektet er inddelt i tre faser: Fase 1 er etablering af bølgebrydere, fase 2 er etablering af ralvold og initialfodring med sand, og fase 3 er vedligeholdelsessandfodring. Fase 2 iværksættes senest fem år efter tilladelsen er ud-



Figur 5. Ortofoto. Den røde linje viser strækningen efter projektet

stedt, mens sandfodringerne i fase 3 gentages hvert tredje år efter initialfodringen.

Sandfodringen lægges i et jævnt lag uden på ralvolden, med en hældning på 1:15 og topkote i 2,5 m DVR90. Sandfodringen får samme udstrækning som ralvolden.

Elementer i anlægget

Sandfodring

For at kompensere for erosionen i området foretages kompensationsfodring. Grundejerne har valgt ikke at ville kompensere for erosionen udenfor bølgebryderne. I forhold til den daværende lovgivning er der derfor udelukkede stillet krav om kompensation for den sandmængde, som bølgebryderne tilbageholder. Som en tommelfingerregel, baseret på modellering, tilbageholder bølgebrydere 50 % af den langsgående sedimenttransport bag ved dem.

Desuden skal der kompenseres for den manglende sedimenttilførsel fra skrænten, som nu ikke længere afgiver sediment i samme omfang, fordi sedimentet nu fastholdes af bevoksning.

Baseret på vurderinger af sedimenttransporten samt den konstaterede skrænterosion er sandfodringsbehovet fastlagt til 4.000 m3 pr år. Af økonomiske og andre hensyn udføres sandfodringen hvert tredje år med 12.000 m³.

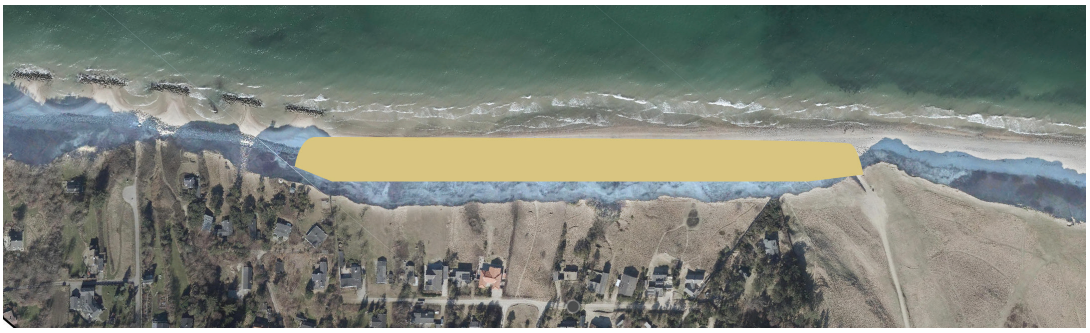
Bølgebrydere

Projektet består af tre bølgebrydere samt forlængelse af en eksisterende bølgebryder.

De tre bølgebrydere bliver hver især 40 m lange og anlægges 30 m fra den nuværende vandlinje med en afstand på 75 m mellem de enkelte bølgebrydere. Bølgebryder nr. 4 fra højre forlænges desuden med ca. 20 m. Bølgebryderne etableres på halvanden meters dybde, og får topkote i +1,5 m DVR90. Bølgebryderne etableres fra bunden med geotekstil, hvorpå der lægges filtersten i størrelsen 100-300 mm, hvorover der lægges dæksten på 1-3 ton. Dækstenene i de tre nye bølgebrydere består af brudsten, mens dækstenene til forlængelse af bølgebryder nr. 4 fra højre består af marksten. Bølgebrydernes top får en bredde på 3 m, og gives en hældning på 1:1,5.

Bølgebrydere se animation

Bølgebrydere Læs mere



Figur 8. Strandfodring
Den beige bjælke viser sandfodringen

Hvor kommer sandet fra?

Det fremgår ikke af ansøgningen, hvor sandet kommer fra. Der er flere udpegede fællesområder, som kan ses på Miljøgis. Der er eksempelvis Lysegrund og Grønne revle, men sandet vil også kunne hentes andre steder fra.

Alternativt forslag

Der er flere alternative løsningsforslag. Det vil være en konkret afvejning i forhold til den konkrete sag, om et forslag vil kunne opnå tilladelse. I denne case beskrives sandfodring (strandfodring) som en alternativ løsning.

Målsætningen med dette løsningsforslag er at standse kystprofilets tilbagerykning over en 25-årig periode. Derved kan det nuværende acceptable risikoniveau fastholdes.

Fodringsmængden bestemmes ud fra erosionen i det aktive kystprofil på strækningen, som er 1 m/år på grund af læsideerosionen fra bølgebryderne opstrøms til venstre på figur 1. Det aktive kystprofils højde er 26 m, fra 6 m dybde til 20 m højde. Derved fås den gennemsnitlige erosion på 26 m³ pr meter kyst pr år. På den 340 m lange strækning eroderes derfor 8.840 m³ pr år.

I forbindelse med ethvert projekt er der opstartsudgifter. Det er der derfor, for hver gang der sandfodres. Derfor vælges det typisk at sandfodre med flere års mellemrum. I dette tilfælde fodres hvert femte år med 44.200 m³ sand.

Strandfodring se animation

Se afvejning af hensyn efter kystbeskyttelsesloven i denne sag



Opsummering

På en kyst med stor eksponering er der under den daværende lovgivning givet tilladelse til bølgebrydere, ralvold og sandfodring. Der blev lagt vægt på, at anlægget skulle være teknisk optimeret. Det betyder, at anlægget ikke måtte forårsage læsideerosion. En alternativ løsning er en strandfodring, som er dimensioneret, så der ikke forekommer læsideerosion. I modsætning til de eksisterende kystbeskyttelsesanlæg vil strandfodringen bevirke, at skrænten vil variere mere naturligt, og at strandens sedimenter vil vende tilbage til en mere naturlig sammensætning. Stranden vil få et mere naturligt forløb og fremstå mere naturlig.

Referencer

/1/ Shoreline management guidelines





Kystdirektoratet
Højbovej 1
7620 Lemvig
www.kyst.dk