



Fredericia Kommune
Trafik og Natur
Gothersgade 20
Dk 7000 Fredericia

DHI
Agern Alle 5
2970 Hørsholm

+45 4516 9200 Telefon
+45 4516 9292 Telefax

dhi@dhigroup.com
www.dhigroup.com

Att: Lars Kronborg Bak, Landskabsarkitekt

Ref:
11803214

Init:
KM

Dato:
31. august 2015

Vedrørende – Vurdering af muligheder for renovering af kystsikring på Østerstrand

Kære Lars

1. Baggrund

Lars K. Bak, Fredericia Kommune, har anmodet DHI om at lave en vurdering af muligheder for renovering af den eksisterende kystsikring langs Østerstrand, eksempelvis i form af renovering af de eksisterende hølde suppleret med sandfodring. Kommunen ønsker at få vurderet muligheden af at genskabe forholdene som de var for 50 – 60 år siden, bl.a. for at fastholde strækningens historiske udtryk, idet strækningen kan siges at være en del af det fredede voldanlæg.

2. Beskrivelse af forholdene på strækningen

Den kyststrækning, som ønskes renoveret, er vist på nedenstående Figur 1. Det fredede voldanlæg ligger umiddelbart landværts for stranden, se Figur 2.



Figur 1 800 m kyststrækning hvor kystsikring ønskes renoveret.



Figur 2 Badeanstalten på Østerstranden med bagvedliggende voldanlæg.

Forholdene langs Østerstranden fremgår af luftfotoene i Figur 3. Østerstrand er beskyttet med en høfdegruppe, som består af gamle pælehøfder med stenfyld. Høfderne er imidlertid i dårlig vedligeholdelsesstand, se Figur 4.



Figur 3 Luftfotos fra 2013 og fra 1954, fra KORTAL.



Figur 4 Eksempel på høfde på  sterstranden..

For ca. 10 år siden blev h fdegruppen ombygget, ved at hver anden høfde blev (delvis) fjernet; se udsnit af h fdegruppen i Figur 5, hvoraf man kan skimte resterne af de fjernede høfder.

Det fremgår af Figur 3, at sandstranden er blevet sm llere i perioden siden 1954. Dette skyldes sandsynligvis to forhold:

- Grundet kystsikringen er der generelt frigjort mindre sand ved erosion i kystprofilet
- Høfdernes evne til at holde på sandet er aftagende, fordi de ikke er vedligeholdt i tilstrækkeligt omfang



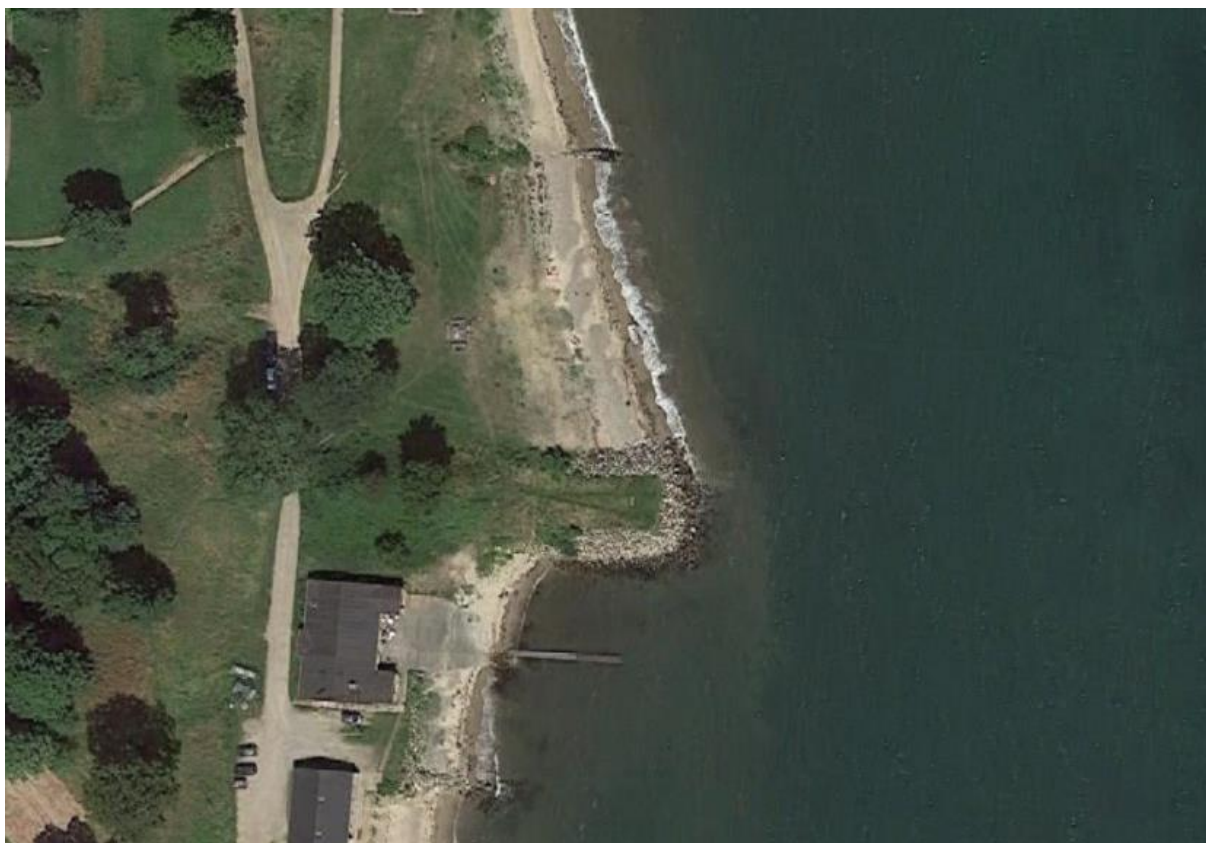
Figur 5 Udsnit af hofdegruppe på Østerstranden. Man ser resterne af de fjernede hofder.

I den nordlige del af stranden er der en badeanstalt, se Figur 2 og Figur 6. Badeanstalten består af to massive pierer, som er opbygget med spunsvægge. Anlægget virker som én stor hofde og virker som støtte for den brede strand nord for badeanstalten. Der er problemer med tangaflejringer i badeanstalten, og der er forsøgsvis installeret et bobleanlæg for at afvise tangen. Der forekommer også lejlighedsvis tangaflejringer langs Østerstranden, hvilket er naturligt for de indre danske kyster.



Figur 6 Badeanstalten på den nordlige del af Østerstrand.

I den sydlige del af stranden er der et større kunstigt kystforland, som ligeledes virker som en hofde, se Figur 7.



Figur 7 Kystforland på den sydlige del af stranden.

3. Kysthydrauliske forhold og kystens aktuelle tilstand

Området er delvis beskyttet. Den største eksponering forekommer ved bølger fra ØNØ-lige retninger (ca. 65°).

Ved vinde fra vest over nord til nordøst vil der typisk være højvande i Fredericia. Af Kystdirektoratets Højvandsstatistikker 2012 fremgår følgende:

- Vandstand med middeltidshændelse på 20 år: $VS_{20 \text{ år}} = 1,30 \text{ m}$
- Vandstand med middeltidshændelse på 50 år: $VS_{50 \text{ år}} = 1,39 \text{ m}$

Klimabetingede vandstandsstigninger i fremtiden vil medføre øget erosionspres på kysten.

Da kyststrækningen forløber ca. N – S, vil de fremherskende bølger have en indfaldsvinkel på ca. 25° fra nord, hvilket vil give anledning til sydgående litoraltransport eller langstransport.

Materialer på stranden består af nedbrydningsprodukter fra området nord for Østerstranden, men dette område er ligeledes beskyttet med høfder. Derfor vurderes det, at mængden af tilført sand til Østerstrand-strækningen er aftaget med årene. Dette er en medvirkende årsag til, at strandens bredde er aftaget over de seneste årtier, som tidligere nævnt

Den sydgående langstransport medfører aflejring på nordsiden af høfderne. Aflejringen har typisk en orientering på ca. 80° N, jævnfør orienteringen af stranden nord for badeanstalten. Denne orientering er vigtig i forhold til at beregne længde og afstand af eventuelle rehabiliterede høfder

Det forhold, at der er aftagende tilførsel af sand til stranden, medfører, at kyststrækningen er udsat for kronisk erosion. Kronisk erosion er den type erosion, som forekommer, når der er underskud af

sedimenttilførsel til en kyststrækning. Herudover er stranden ligeledes udsat for akut erosion. Akut erosion er den type erosion, der forekommer, når et kystprofil udsættes for samtidig påvirkning af høj vandstand og store bølger, hvorved der typisk sker erosion af bagstranden/kystklinten grundet udjævning af kystprofilet. Kronisk erosion skyldes således ubalance i sedimentbudgettet på langs af stranden under de fremherskende bølgeforhold, mens akut erosion skyldes ubalance i kystprofilet under situationer med højvande og store bølger

Under stormen "Bodil", samt andre tilsvarende storme, er der forekommet erosion i grønsværen, som er beliggende ved foden af Volden, se foto i Figur 8.



Figur 8 Skader på græsareal ved foden af Volden, foto af Lars K. Bak..

4. Forslag til sikring af Østerstranden

Østerstranden er en naturlig stand som gennem nok 100 år har været sikret med en række høfder, samt af badeanstalten og et større kystforland i den sydlige del af stranden.

Stranden ønskes retableret med en bredere strand, som i "gamle dage". Kommunen har herudover ytre ønske om at retablere det eksisterende høfdeanlæg, fordi det historisk har været en integreret del af Østerstranden og det fredede voldanlæg. Kommunen har ligeledes et ønske om at retablere høfderne efter deres oprindelige konstruktionsprincip, dvs. som stenfyldte pælehøfder.

Det fremgår at ovennævnte vurderinger, at stranden er udsat for både kronisk erosion og for akut erosion, og at de fremherskende bølger (på dybt vand) har en moderat indfaldsvinkel på ca. 25°. De sikringsprincipper, som diskuteres i det følgende, tager højde for disse forhold.

Kystdirektoratet kræver, at nyetablering eller rehabilitering/forstærkning af eksisterende kystsikring skal anlægges efter en helhedsorienteret plan, og at der skal kompenseres for den negative virkning, som faste anlæg har på frigivelse af sand til kystprocesserne mhp. at vedligeholde et uændret sandbudget for den nedstrøms kyst. Forholdene på Østerstranden er imidlertid specielle, fordi stranden udgør den nedstrøms del af en aktiv strandstrækning, idet der nedstrøms for anlægger rundt om pynten ved raffinaderiet er etableret havneanlæg, hvor det ikke er ønskeligt, at der tilføres sand. Derfor vurderes det, at det ikke vil være relevant at kræve ekstra tilførsel af sand som kompensation for mindsket frigivelse af sand, og det anbefales ligeledes, at renoveringsprojektet kommer til at omfatte hele strækningen ned til pynten, dvs. at strækningen fra kystforlandet og ned til raffinaderiet indgår i projektstrækningen. I det følgende betragtes denne delstrækning derfor som en del af den strækning, som ønskes renoveret.

Det kan overordnet anbefales at renovere den eksisterende høfdebeskyttelse som sikring imod kronisk erosion suppleret med sandfodring til sikring imod akut erosion. Dette sikringskoncept skal udføres under hensyntagen til følgende forhold:

- Generelt vil man af landskabelige såvel som af tekniske årsager foreslå få og større støttekonstruktioner i stedet for flere og mindre konstruktioner. Dette taler for, at antallet af høfder reduceres yderligere
- Støttekonstruktionerne bør i videst muligt omfang udføres således, at de både opfylder det kysttekniske formål med at holde på det tilførte sand samt rekreative hensyn, dvs., at i det mindste udvalgte høfder bør udformes således, at det er muligt at færdes på dem
- Høfderne bør udformes således, at de ikke samler unødigt meget tang. Det skal dog bemærkes, at det ikke kan undgås, at der til tider samles noget tang i hjørnerne ved høfderne. I denne forbindelse kunne man overveje at udføre udvalgte høfder som trekantede kystforlande, idet dette tjener både rekreative hensyn og kysttekniske hensyn i form af et mere strømlinet anlæg
- Høfderne bør udformes således, at de ikke medfører kraftige strømme, som kan være til fare for badesikkerheden
- Høfdernes længde, højde og afstand skal tilpasses således, at der opnås den ønskede strandbredde, og strækningerne mellem høfderne skal tilføres så meget sand, at denne strandbredde opnås fra begyndelsen. Ligeledes skal bagstranden opfyldes med et passende volumen og en passende højde, således at sandet beskytter imod akut erosion af baglandet. Der skal påregnes vedligeholdelse af sandfyldet efter ekstreme stormhændelser med højvande

Man kunne også forestille sig andre typer kystsikringstiltag, som diskuteret i det følgende:

- Anvendelse af kystparallelle bølgebrydere i stedet for høfder. Bølgebrydere har omtrent samme stabiliserende effekt på en sandstrand som høfder, men bølgebrydere har ligeledes en tendens til at samle en del tang. Da der er tangproblemer på strækningen, **kan bølgebrydere ikke anbefales**. Herudover ønsker kommunen af kulturhistoriske årsager at bibeholde høfderne
- Høfderne kunne suppleres med en skræntfodssikring til sikring imod akut erosion, eksempelvis i form af stenkastning i overgangen mellem bagstranden og grønsværen. Stenkastningen kunne evt. skjules under et sanddække, således at den ikke ses under normale forhold. Denne løsning bliver dog nok for dyr og synes heller ikke nødvendig. **Hård skræntfodssikring kan derfor ikke anbefales**
- Man kunne fjerne alle de nedslidte høfder og kystsikre med sandfodring alene. Dette kan i principper lade sig gøre, men det kræver dog jævnlig vedligeholdelse ved gentagne vedligeholdelses-sandfodringer. En sådan løsning egner sig dog bedre til lange kyststrækninger, som ønskes opgraderet til sandstrande. En sådan løsning vil således medføre øget tilførsel af sand ud af det sikrede område, dvs. rundt om pynten. Dette er ikke ønskeligt, fordi der her befinder sig et åbent havneanlæg. **Sandfodring uden høfder kan derfor ikke anbefales**

I forbindelse med projekteringen af anlægget skal man vælge en planlægningshorisont (levetid for projektet) og medtage de forventede klimabetingede havspejlsstigninger indenfor denne levetid.

Når kystsikringsprojektet skal projekteres, og der i denne forbindelse skal søges om tilladelse til projektet hos Kystdirektoratet, anbefales det, at I etablerer en rådgivningsaftale med en projekteringsgruppe bestående af følgende typer af konsulenter:

- Et firma med speciale i kysthydraulik, klimatilpasning og kysttekniske analyser, eksempelvis DHI
- Et arkitektfirma med speciale i landskabsplanlægning af marine projekter og strandparker, eksempelvis Hasløv & Kjærsgaard
- Et rådgivende ingeniørfirma med speciale i projektering af kystsikringsanlæg og i tilsyn af byggearbejderne. Det kunne være et af de store rådgivende ingeniørfirmaer eller et lokalt firma

Med venlig hilsen

DHI

Karsten Mangor
Chefingeniør, Kystafdelingen
Direkte tlf.: 45 169 170
E-mail: km@dhigroup.com