

Til
Faxe Kommune

Dokumenttype
Projektforslag

Dato
Februar 2017

Faxe Ladeplads Strand

FAXE LADEPLADS PROJEKTFORSLAG



FAXE LADEPLADS PROJEKTFORSLAG

Revision **2**
Dato **2017-02-28**
Udarbejdet af **EAB, KRSP**
Kontrolleret af **JAN**
Godkendt af **RBJ**
Beskrivelse **Faxe Ladeplads Kystbeskyttelse
Projektforslag for anbefalet strandløsning**

Ref. 1100024096
Dokument ID 1100024096-670231147-27
Version 2

INDHOLD

1.	INDLEDNING	1
2.	ANBEFALEDE LØSNING	3
3.	DATAGRUNDLAG	5
3.1	Bathymetridata	5
3.2	Vindforhold	6
3.3	Bølgeforhold	6
3.4	Sammenfatning af hydrografiske forhold i scenarieperioden	7
3.5	Korrelation mellem vandstand og bølger	8
3.6	Sedimentdata	8
3.7	Kalibreringsdata	9
4.	STRANDANLÆG	10
4.1	Strandhældning som funktion af kornstørrelse	10
4.2	Forslag til udformning af Sandstrand	11
4.3	Erosionsdynamik og vedligeholdelsesfodring	13
4.4	Forhold og variationer i overgangszoner	14
4.5	Anbefalet geometri af strandanlæg og krav til sandkvalitet	15
4.6	Vandstandsvariationer, bølgepåvirkninger og koterings af strand	16
4.7	Hensyntagen til eksisterende ledninger	16
5.	SANDRESSOURCER	19
5.1	Råstofområder i nærheden af Faxe Ladeplads	19
5.2	Sandindvindings- og fodringsmetoder	20
6.	STRANDEN SOM KYSTBESKYTTELSESELEMENT	22
7.	PRISOVERSLAG	24
8.	KONSEKVENSER	25
9.	REFERENCER	26

1. INDLEDNING

Faxe Kommune ønsker at etablere en strand – med eller uden konstruktioner – på strækningen fra lystbådehavnen til Faxe Å. Formålet er primært at reducere bølgeoverskyl på Strandvejen – sekundært at etablere en badestrand.

Der er forud for projektforslaget udarbejdet en række undersøgelsesrapporter, der har været grundlag for udvælgelsen af det endelige forslag. De vigtigste konklusioner og resultater fra disse rapporter er samlet i dette dokument. Flere oplysninger findes i følgende rapporter:

1. Rambøll har beskrevet de overordnede hydrauliske forhold i området og givet forslag til strandløsninger i en selvstændig rapport, ref. [1]. I denne er der givet et overblik over havnens udvikling over tid og det beskrives hvordan de eksisterende hårde konstruktioner har ændret på sedimentdynamikken ved stranden. Der beskrives overordnet, hvilke foranstaltninger der ville være nødvendige for at afhjælpe erosionsproblemerne ved stranden syd for Lystbådehavnen og hvilke konsekvenser yderlige ændringer ved kysten vil have på strøm-mønstret.
2. Ref. [2] beskriver de numeriske modelleringer som er blevet gennemført og som danner baggrunden for anbefalingen, at en strand uden hårde konstruktioner vil være den foretrukne løsning for området.
3. Ref. [3] viser et groft anlægsoverslag på en mulig havneudvidelse i form af en simpel mole
4. Ref. [4] dokumenterer, at sandfodringen kan hjælpe med at reducere bølgeoverskyl på strandvejen og at der derfor ikke umiddelbart er behov for supplerende kystbeskyttelse under den antagelse at en sandstrand etableres ved sandfodring.

Figur 1-1 viser et billede af kyststrækningen som projektet omhandler.



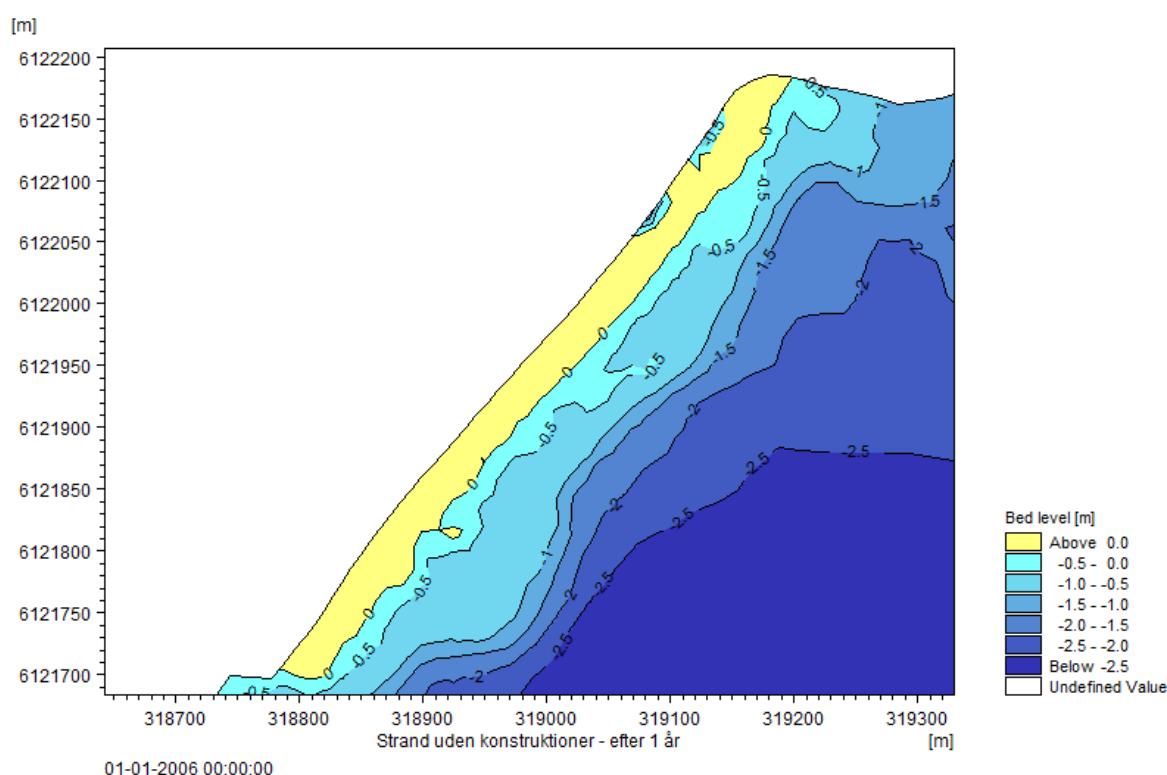
Figur 1-1: Kyststrækningen ved Faxe Ladeplads med stenkastning (16.08.2016)

Denne rapport indeholder et projektforslag for den anbefalede strandløsning og danner samtidigt et samlet overblik over de forskellige projektfaser som Ramboll har været involveret i. Projektforslaget indeholder et prisoverslag for den anbefalede strandløsning, med angivelse af både de forventede udgifter til etablering og vedligeholdelse af stranden.

2. ANBEFALEDE LØSNING

Faxe Ladeplads strand er blevet eroderet over mange årtier. Reetablering af en strand ved strandfodring vil øge værdien for området som attraktivt udflugtsmål, men også som beskyttelse af strandvejen under forhold med høje bølger og høj vandstand.

Der er i ref. [2] undersøgt 3 forskellige løsningsforslag til etablering af en bredere sandstrand. En strand der bliver etableret uden høfder vil give den mest naturligt udseende kyststrækning uden visuelle gener og forhindringer for badegæster. Ulempen ved denne løsning er dog vedligeholdelsesomkostningerne, da der må forventes at skulle vedligeholdelsesfodres for på længere sigt at bibeholde stranden. De udførte hydrauliske beregninger har dog vist, at der ikke er stor forskel på den nødvendige vedligeholdelsesfodring på en strand med og uden høfder. Et plot fra modelresultaterne er vist i Figur 2-1.



Figur 2-1: Løsning 1 – Strand uden høfder

Simuleringerne med løsningsforslaget, hvor der fodres med sand uden at der etableres yderligere hårde kystsikringskonstruktioner, omtalt som forslag 1 – Strand uden konstruktioner, viser at denne løsning fungerer godt på stedet, fordi stranden ligger forholdsvis stabilt efter etablering ved strandfodring. Det er vurderet at der skal vedligeholdelses-sandfodres med gennemsnitligt ca. 3000m³ til 5000m³ om året for at bibeholde stranden i den størrelse, der er lagt op til. Dog skal det bemærkes at sandfodringsmængderne er gennemsnitsmængder og at erosion er meget afhængig af de aktuelle vind og bølgeforhold de enkelte år. Det anbefales at det løbende vurderes om den benyttede vedligeholdelsesmængde skal justeres.

Løsning 1 er den billigste løsning, og er den løsning som umiddelbart vurderes at være nemmest at få godkendt hos Kystdirektoratet.

Ramboll vil derfor anbefale løsning 1 som den foretrukne løsning, hvor etableringsomkostninger begrænses og visuelle gener undgås.

Kyststrækningen syd for Lystbådehavnen er i perioder med hårde vejr- og bølgeforhold dynamisk med sedimenttransport langs kysten. Alt efter vindens retning og styrke vil der være langsgående sedimenttransport eller tværgående sedimenttransport som transporterer sand væk fra stranden enten til nedstrøms kyststrækninger eller på dybere vand. I mere gennemsnitlige forhold er transporten ret begrænset og kysten er forholdsvis stabil. Kun i situationer med voldsomt vejr vil der ske en betydelig ændring i kysten.

Dog skal det også nævnes at de forskellige strækninger af stranden ændrer sig forskelligt i forbindelse med de forskellige vejsituationer. Der kan være situationer, hvor der opstår aflejring på en strækning af stranden mens der vil være erosion på en anden strækning af stranden efter samme periode. Vedligeholdelsesfodringen af stranden bør tilpasses til de aktuelle forhold.

Løsning 2 og løsning 3 vedrører henholdsvis en strandfodring med to høfder og en strandfodring med en ny havnemole som skal fungere til at skabe et større sediment-bypass forbi den eksisterende havn. Da kyststrækningen kun er påvirket af en moderat langsgående sedimenttransport har høfderne ikke en stor effekt på stabiliteten af stranden. Modelberegningerne viser, at der er omtrent det samme behov for vedligeholdelsesfodring som i forslaget uden høfder.

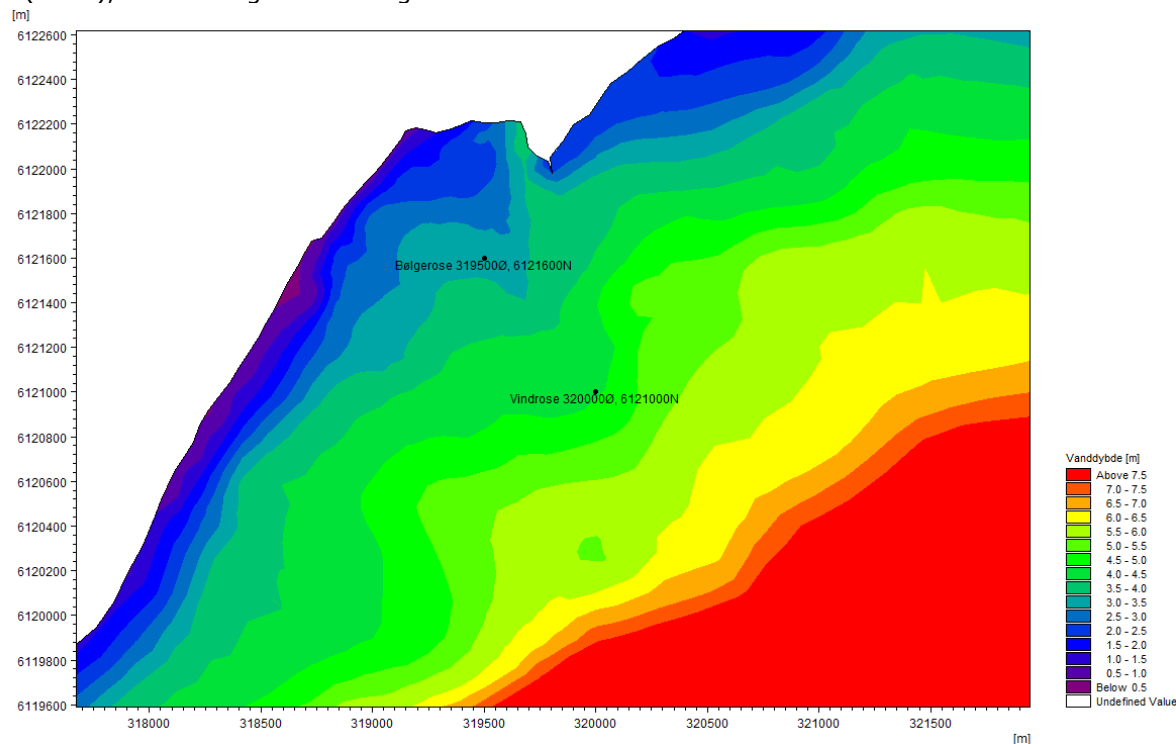
Beregningerne for løsningsforslag 3 har vist, at bypassmolen ikke giver en stor forbedring i forhold til forslaget uden mole. Der vil derfor ikke være nogen gevinst for selve stranden at etablere en bypassmole. Samlet set viser beregningerne, at der er det samme behov for vedligeholdelsesfodring som i forslag 1.

Vedrørende løsningsforslag med bypassmolen skal det nævnes at de store mængder tang som nu samler sig og oprenses ved sejltrenden sandsynligvis vil blive transporteret forbi indsejlingen og langs molen og hen til stranden ved etablering af forslaget. Her vil tangen enten lægge sig på stranden eller bliver skyllet væk ved af en kombination af høje bølger og en forhøjet vandstand.

Det er blevet observeret at tang der lægger sig på det lille stykke strand ved den eksisterende høfde ikke bliver liggende men bliver skyllet væk ved næste højvande, hvilket også kan blive tilfældet ved den udvidede strand, men det må forventes at større mængder vil samle sig og blive liggende.

3. DATAGRUNDLAG

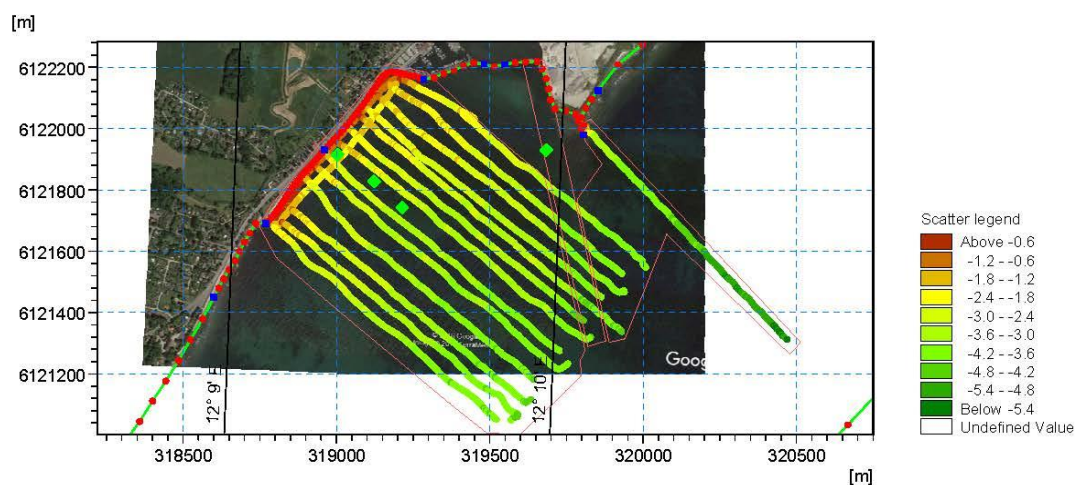
En kort oversigt over vind og bølgeforhold i scenarieperioden er vist i det nedenstående. Positionerne af de forskellige dataudtrækspunkter er givet i Figur 3-1. Modelleringsperioden dækkede 1 år (2005), som betragtes som et gennemsnitsår.



Figur 3-1: Oversigt over udtrækspunkter i bugten

3.1 Bathymetridata

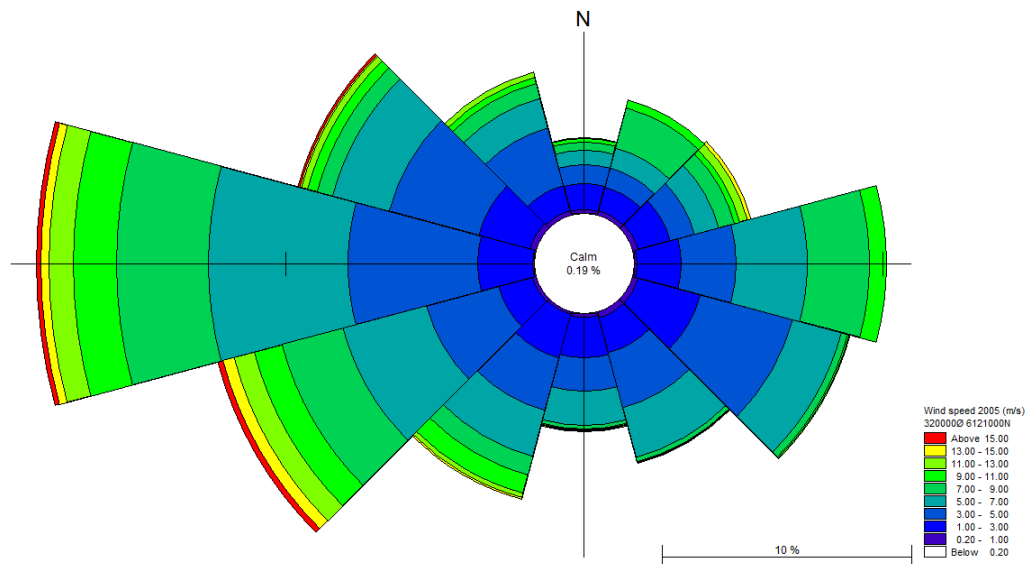
Til beskrivelse af vanddybderne foran stranden anvendes opmålingen fra Rambølls single-beam survey udført i sommeren 2016. Opmålingen er illustreret i Figur 3-2.



Figur 3-2: Sejlruten under Rambølls single-beam survey med farvekoder

3.2 Vindforhold

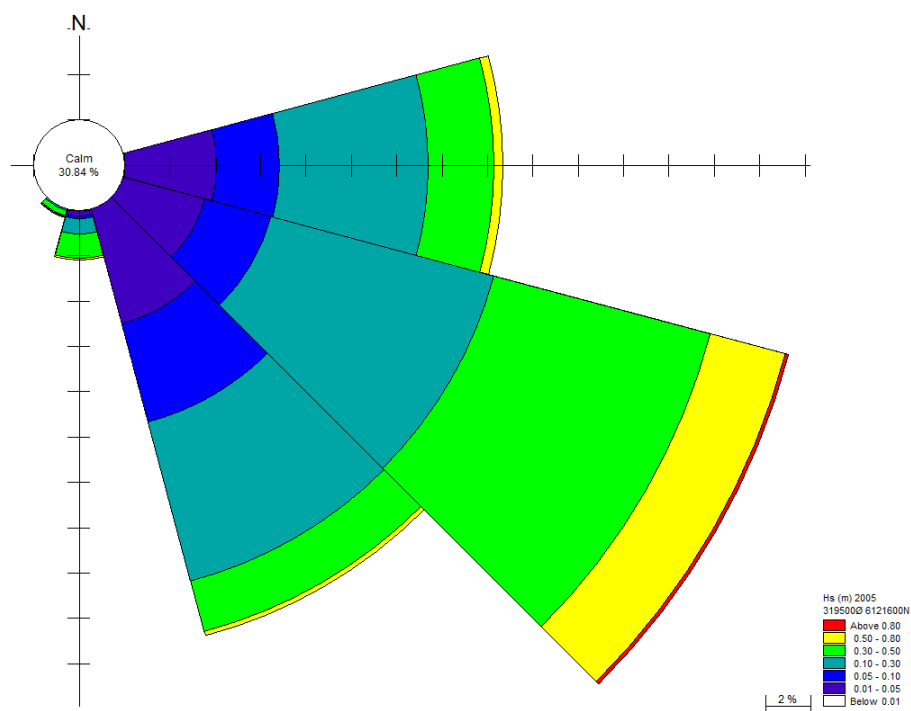
Vindrosen for et punkt i Faxe bugt (320000Ø 6121000N) er vist i Figur 3-3. Vindrosen for året 2005 er sammenlignelig med vindrosen fra Bønsvig strand vist i ref. [1], som dækker 10 år fra 1990 til 1999.



Figur 3-3: Vindrose for Faxe bugt (2005)

3.3 Bølgeforskel

Fra oversigtskortet kan det ses, at den nordlige del af stranden ligger ret beskyttet for bølger fra nordøstlige retninger på grund af havnen. Dette er afspejlet i bølgerosen som er trukket ud fra den lokale bølgemodel (MIKE 21 SW) for koordinaterne 319500Ø, 6121600N. Denne bølgerose er vist i Figur 3-4.

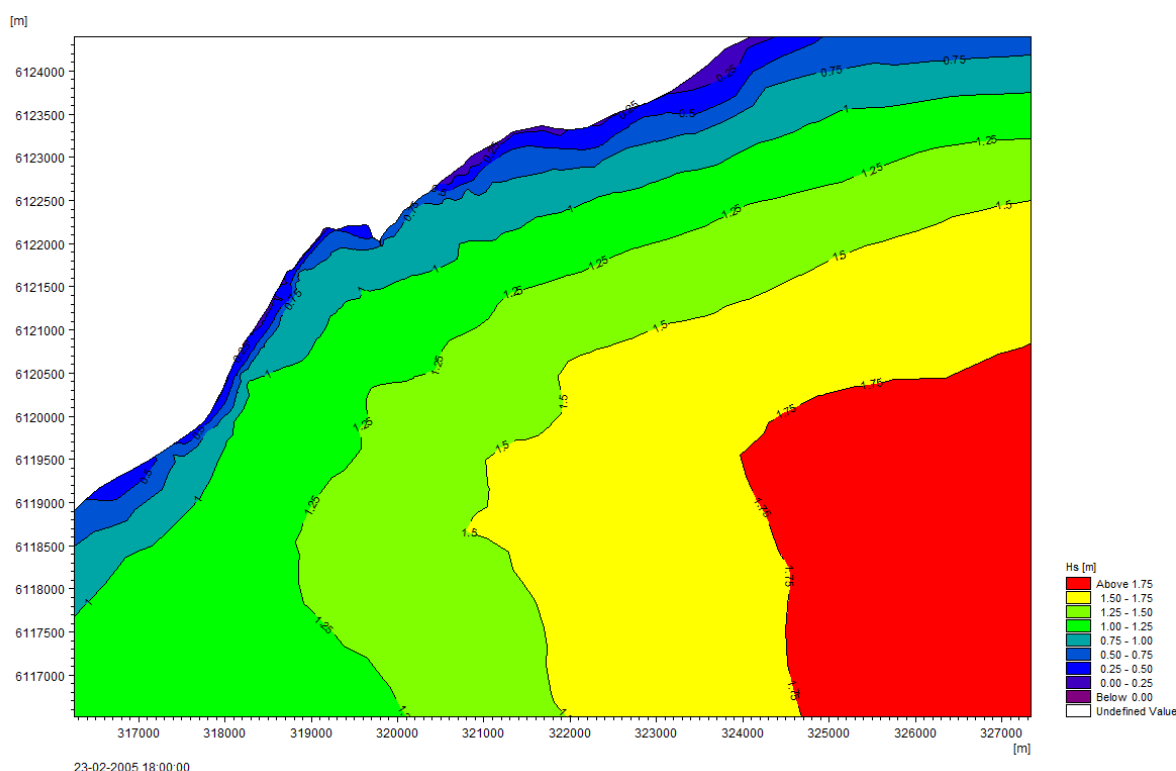


Figur 3-4: Bølgerose for et punkt foran stranden (2005)

Bølgerosen viser, at der under næsten en tredjedel af tiden ingen bølger er i området mellem pram-høfden og stranden. Bølgerne er under 1cm under 30.84% af tiden (Calm). Bølgeroser for de individuelle måneder i 2005 er vist som bilag til denne rapport. Vanddybden ved koordinaterne 319500Ø 6121600N (Bølgerosen) er 3.2m.

Bølgerosen foran stranden afviger fra bølgerosen for dybere vand anvendt i de indledende vurderinger i ref. [1]. Dette understreger, at bølger varierer med vanddybden og at bølgeretninger skal vurderes lokalt foran stranden før en detaljeret vurdering af forholdene kan foretages.

Vejrforholdene med de største bølger kan observeres under stormen den 23. februar. Et plot over bølgehøjderne ved Faxe Ladeplads den 23. februar kl. 18:00 er vist i Figur 3-5.



Figur 3-5: Plot af signifikante bølgehøjder foran kysten den 23. februar 2005

3.4 Sammenfatning af hydrografiske forhold i scenarieperioden

Et overblik over de statistiske værdier for vind, bølger og vandstand i år 2005 er vist i Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Statistik over relevante parametre i år 2005

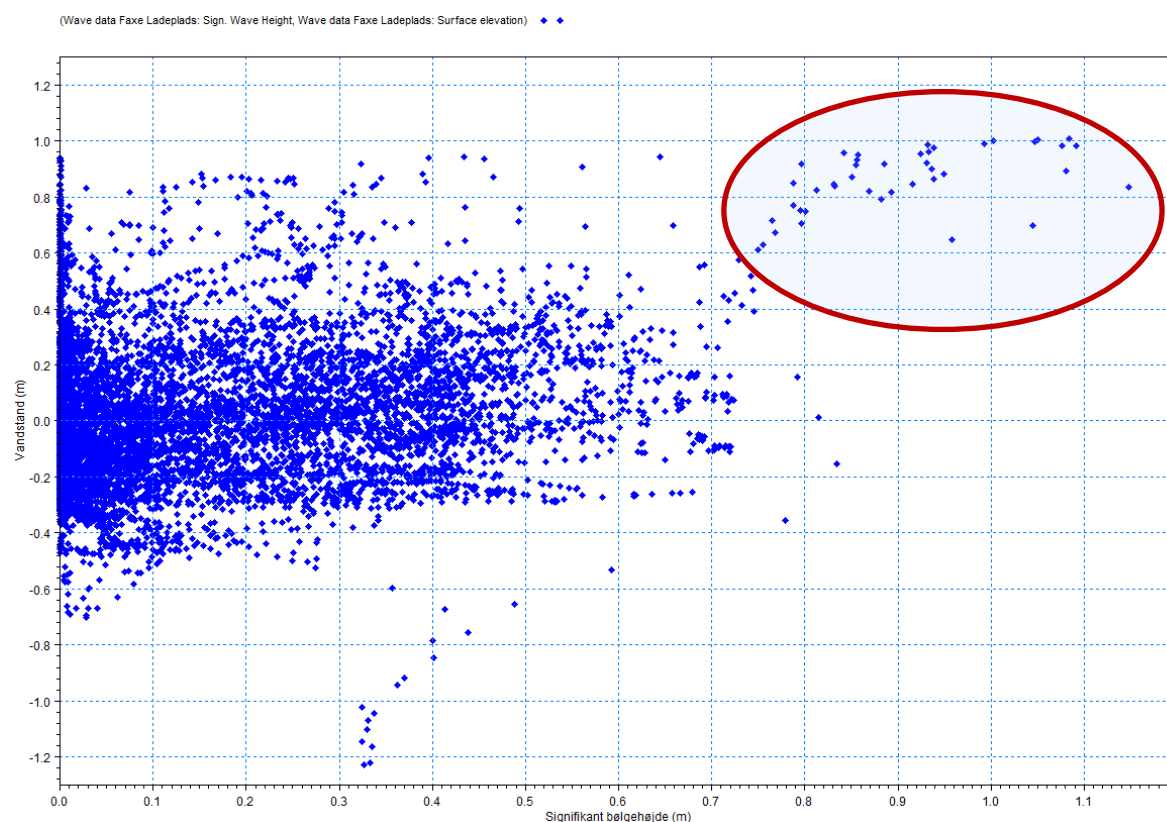
Parameter	Minimum	Maximum	Gennemsnit	Ved position
Vindhastighed (m/s)	0.0	23.1	5.1	Vindrose, Figur 7-1
Vindhastighed fra østlige retninger (m/s)	0.0	13.7	4.8	Vindrose, Figur 7-1
Signifikant bølgehøjde (m)	0.0	1.15	0.15	Bølgerose, Figur 7-2
Vandstand (m)	-1.23	1.01	0.00	Bølgerose, Figur 7-2

3.5 Korrelation mellem vandstand og bølger

Sammenhængen mellem vandstand og bølgehøjder er vist i Figur 3-6. Plottet er baseret på modelresultaterne fra SW modellen i samme punkt som bølgerosen i Figur 3-4 (319500E, 6121600N).

Det kan konstateres ved hjælp af Figur 3-6, at en høj bølge (over 0,8m) næsten altid er korreleret med en høj vandstand. Omvendt er højvande ikke altid forbundet med høje bølger, da højvande kan opstå ved vindretninger der ikke giver bølger ved Faxe Ladeplads strand.

i Ud fra sandsynlighedsfordelingen af vandstande- og bølger er det vurderet, at der vil være højvande over 0.5m ca. 17 dage om året, men at der kun vil være 2 dage om året hvor der vil være højvande (over 0.5m) i forbindelse med høje bølger (over 0.75m). Disse kombinationer er markeret i Figur 3-6 nedenfor.



Figur 3-6: Korrelation mellem vandstand og signifikant bølgehøjde

3.6 Sedimentdata

Sedimentprøver er blevet taget fra den seneste oprensning i oktober 2016. Prøverapporten er vedhæftet som bilag i ref. [2]. Der blev taget 4 prøver fra sejlrenden, se Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Sandprøver med koordinater

ID		Dato	Koordinater		Bemærkning
C	Sandprøve	28-09-2016	55°12.791N	12°09.879Ø	
D	Sandprøve	26-10-2016	55°12.704N	12°10.053Ø	Indsejling
E	Sandprøve	27-10-2016	-	-	Fra rende
G	Sandprøve	03-11-2016	55°12.595N	12°10.047Ø	

Ifølge resultaterne fra sigteanalyser ligger d_{50} mellem 0.1 og 0.2mm. der er derfor antaget i modellen at kornstørrelsen ligger konstant på 0.15mm.

3.7 Kalibreringsdata

Sedimenttransportforholdene ved Faxe Ladeplads er påvirket af udformningen af havnen, hvor strøm- og sedimenttransportforhold i området umiddelbart syd for indsejlingen er ret komplekse og hvor der oprenses både sand og tang i indsejlingsområdet som følge af disse forhold. . Selvom netto-sedimenttransporten er sydgående, forekommer også perioder med nordgående sedimenttransport ved vind fra sydlige retninger. Derudover forekommer der også en betydelig del tværgående sedimenttransport.

Ifølge oplysningerne fra Faxe Kalk blev der udgravet følgende mængder i de sidste 3 år:

2013: 24.250 m³

2014: 20.680 m³

2015: 20.580 m³

Disse mængder indeholder en stor del tang; ifølge skipperen udgør tangen omkring 60% af hele mængden, som kun kan betragtes som et visuelt skøn. Eftersom der er sedimenttransport i begge retninger, vil der bundfalde materiale i sejlrenden både ved nordgående og ved sydgående sedimenttransport. Den sydgående sedimenttransport udgør dog den største del.

4. STRANDANLÆG

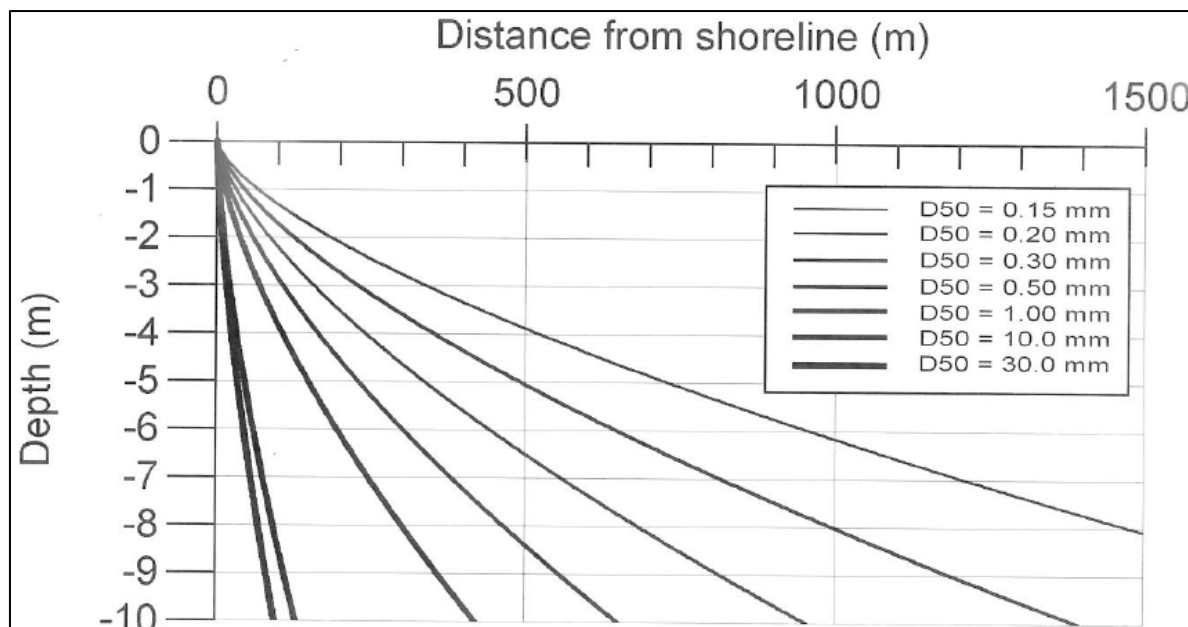
Dette afsnit præsenterer de overvejelser og antagelser, der er gjort i forbindelse med udarbejdelse af projektforslag for fremtidigt strandanlæg ved Faxe Ladeplads. De endelige dimensioner af den foreslåede strand er bestemt i det følgende idet i alt fire forskellige forslag til etablering af sandfodring er undersøgt med forskellige hældninger og topkoter, som beskrives i kapitel 4.2.

4.1 Strandhældning som funktion af kornstørrelse

Hældningen af den del af stranden der ligger under middelvandstand i den littorale zone, hvor sandet bevæger sig som følge af påvirkninger fra bølger og strøm, er hovedsageligt bestemt af kornstørrelsen af bundmaterialet samt af bølge og vandstandsklimaet. Denne hældning vil således være bestemt af de naturlige forhold og varierer med disse. Groft sand kan stå med en større naturlig hældning end fint sand under samme bølge- og strømpåvirkninger. Den aktive dybde er defineret som den dybde der afgrænser den littorale zone, hvor der forekommer aktiv sedimenttransport. Den våde del af stranden strækker sig fra den aktive dybde og et stykke op på stranden afhængig af vandstandsvariationer og bølgeopskyl.

I [10] er der angivet ligevægtsprofiler for typisk anvendte kornstørrelser ud fra middelkornstørrelsen, d_{50} , [mm]. Strandene vil typisk være lidt stejlere på den inderste del og lidt fladere på den yderste del, jf. Figur 4-1. I det aktuelle projekt anvendes ligevægtsprofilen til bestemmelse af den gennemsnitlige bundhældning af strandprofilen med det fodrede sand ud til ca. 2-2.5 m's dybde, hvor det nyetablerede strandprofil rammer den eksisterende havbund.

Sandet på den tørre del af stranden er ikke konstant udsat for påvirkninger fra bølger og strøm og flytter sig derfor ikke særlig meget. Der kan dog være nogen vindfygning samt erosion under højvande kombineret med stormvejr.



Figur 4-1: Ligevægtsprofiler for forskellige kornstørrelser, Ref. [10].

Til Figur 4-1 kan der anvendes følgende formel, ref. [10]:

$$d = Ax^m$$

Hvor d er dybden og x er distancen fra kysten. A er en funktion af middel-kornstørrelsen ifølge Tabel 4-1 og for m er der anbefalet en gennemsnitsværdi på 0.67.

Tabel 4-1: A som funktion af middel-kornstørrelsen, ref. [10]

d₅₀	0.25	0.3	0.5
A	0.092	0.103	0.132

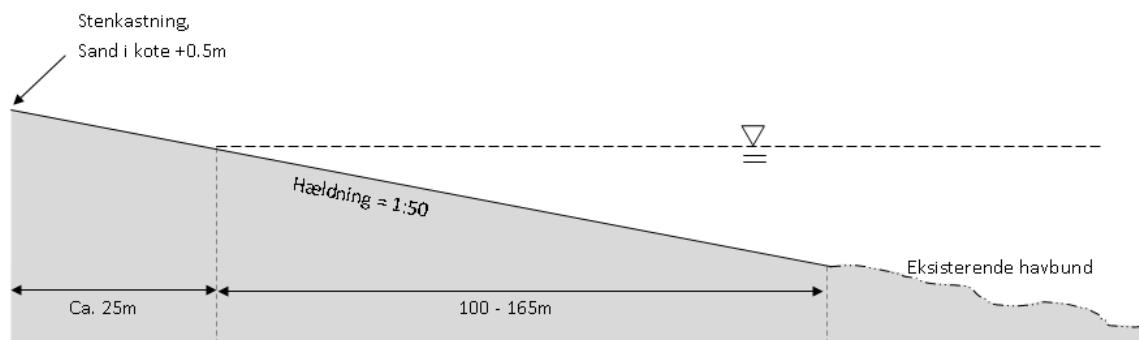
4.2 Forslag til udformning af Sandstrand

Fire forskellige forslag til geometrien af sandstranden er undersøgt nærmere. Alle strandgeometrier tager udgangspunkt i en middel-kornstørrelse på $d_{50} = 0.3$ mm og dermed en strandhældning mellem 1:30 og 1:50 jf. afsnit 4.1. Profilet vil typisk være stejlere i starten og så blive lidt fladere hen mod dybere vand. Den valgte kornstørrelse er lidt grovere end den eksisterende kornstørrelse som forefindes i området (d_{50} mellem 0,1 mm og 0,2 mm), men vurderes ikke at forandre kystens udseende drastisk. Den lidt grovere kornstørrelse end det naturligt forekommende sand, medvirker til at øge stabiliteten af stranden, idet erosionen vil være lidt mindre end med det naturligt forekommende sand. Desuden vurderes en middel-kornstørrelse på $d_{50} = 0.3$ mm at være behagelig for badegæster.

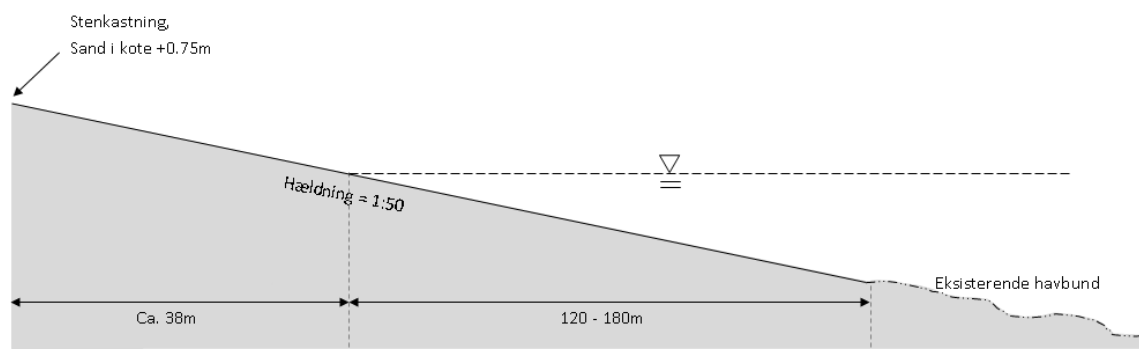
De tre løsningsforslag er skitseret i Figur 4-2 til Figur 4-4 nedenfor. Løsningsforslag 1 og 2 har en konstant hældning på 1:50 fra foden af stenkastningen til stranden rammer den eksisterende havbund. Topkoten ved stenkastningens fod er henholdsvis +0,5m og 0,75m i de to forslag, hvilket resulterer i en total strandbredde på henholdsvis ca. 25m og 38m.

Geometri 3 tager udgangspunkt i Løsning 1 men med en indbygget 5m bred vandret banket ved stenkastningens fod for at øge strandens samlede bredde til 30m. Det skal bemærkes at en banket vil være mere følsom overfor vindfygning end en strand med konstant hældning.

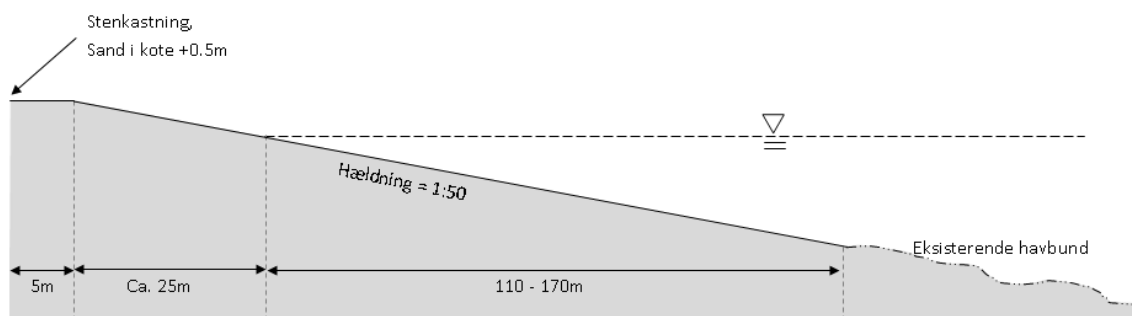
Ved geometri 4 er hældningen af den del af stranden der ligger over middelvandstand øget til 1:30, da dette godt kan forsvares ud fra hældningen af ligevægtsprofilet.



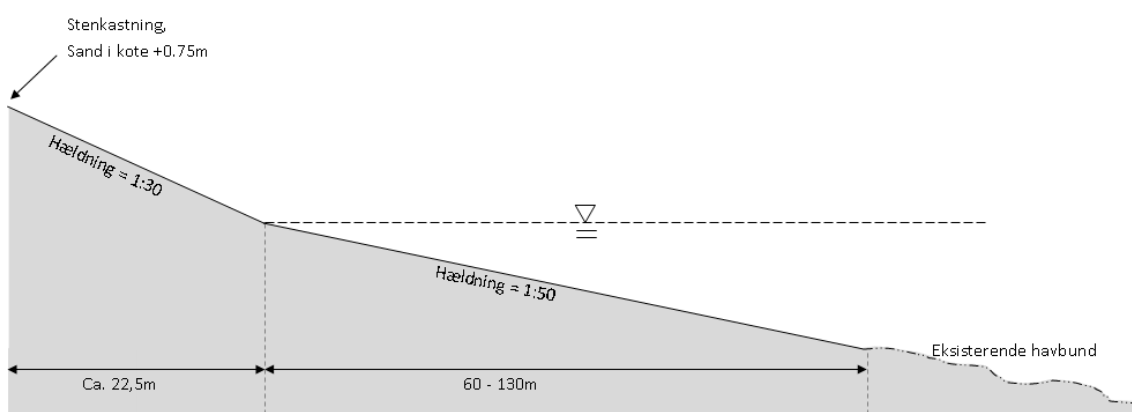
Figur 4-2: Geometri 1 - Strand med topkote +0.5 ved foden af stenkastningen. Konstant hældning på 1:50.



Figur 4-3: Geometri 2 - Strand med topkote +0.75 ved foden af stenkastningen. Konstant hældning på 1:50.



Figur 4-4: Geometri 3 - Strand med topkote +0.5 ved foden af stenkastningen. 5 m bred vandret banket ved stenkastningen og derefter konstant hældning på 1:50.



Figur 4-5: Geometri 4 - Strand med topkote +0.75 ved foden af stenkastningen, og hældning på 1:30 indtil kote 0. Derefter konstant hældning på 1:50 indtil profilet rammer eksisterende havbund.

De færdige snittegninger for geometri 4 er vist i Bilag 2. En oversigt over strandbredde, topkote samt estimeret sandvolumen for de fire løsningsforslag er præsenteret i Tabel 4-2.

Tabel 4-2: Strandbredde, topkote samt estimeret sandvolumen for de fire løsningsforslag.

Variabel	Geometri 1: Strand topkote +0.5 uden banket	Geometri 2: Strand topkote +0.75 uden banket	Geometri 3: Strand topkote +0.5 med banket	Geometri 4: Strand topkote +0.75 med hældning 1:30
Total Strandbredde	Ca. 25 m	Ca. 38 m	Ca. 30 m	Ca. 22,5m
Hældning	1:50	1:50	1:50	1:30, 1:50
Strandkote ved foden af stenkastning	+0,5 m	+0,75 m	+0,5 m	+0.75
Banket-bredde	-	-	5 m	-
Volumen til initial sandfodring	55 000 m ³	80 000 m ³	65 000 m ³	62 000 m ³

I geometri 4 er der brugt en kombination af 1 og 2. Topkoten foran stenkastningen forhøjes til 0.75m for at skabe en blødere overgang til de to eksisterende strande i den nord- og sydlige ende af strækningen, hvor topkoten ligger omkring 0.75-1.0m bestemt ud fra data fra Danmarks Højdemodel, ref. [11]. Som et resultat af den øgede hældning reduceres strandbredden til ca. 22,5m og sandvolumenet reduceres betydeligt i forhold til geometri 2, der har samme topkote. Dette hjælper også med til at skabe en blød overgang fra den fodrede strand til den eksisterende sandstrand nord for høfden. Til den våde del af stranden (fra vandkanten og indtil strandfodrin-

gen møder den eksisterende havbund) vil der blive anvendt en hældning på 1:50. Dette er nødvendigt for at overholde den kritiske hældning når afstanden fra kysten forøges.

Det anbefales at etablere stranden med et strandprofil svarende til geometri 4. Geometri 4 er således anvendt i den videre beskrivelse og prisoverslag i Bilag 1.

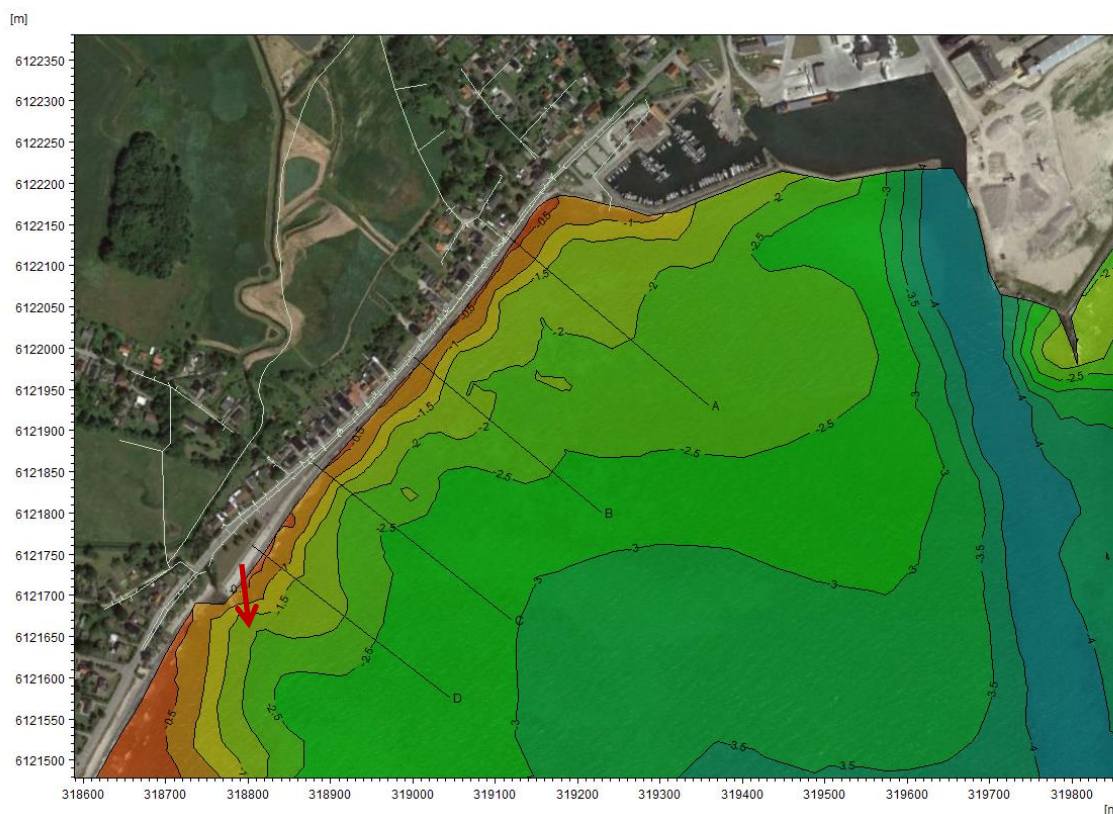
4.3 Erosionsdynamik og vedligeholdelsesfodring

Etablering af hård kystbeskyttelse som en stenkastning langs en sandet kyst medfører øget erosion af stranden, fordi den naturlige sedimenttilførsel fra landsiden bliver fjernet. Strandene kan derfor ikke længere udligne sit sedimentbudget ved at "spise" fra kysten og er derfor afhængig af at der tilføjes nok sediment fra havet. Etableringen af hård kystbeskyttelse burde derfor indebære, at der planlægges vedligeholdelsesfodring for at undgå at erosionen fjerner den naturlige strand.

Stenkastningen der beskytter kystvejen i Faxe Ladeplads blev etableret i 2003, samtidig med at de gamle høfder blev fjernet. Der blev tilsyneladende ikke foreslået nogen form for vedligeholdelsesfodring i sammenhæng med denne renovering af kysten. Stenkastningen har taget en stor del af strandens oprindelige bredde i år 2003, og kystens naturlige buffer under stormsituationer er blevet fjernet.

Den anbefalede løsning til at genetablere stranden er en løsning uden yderlige hårde konstruktioner, men der skal derfor stadig tages hensyn til de eksisterende hårde konstruktioner, som er stenkastningen og den eksisterende høfde ved Faxe Å.

De eksisterende forhold viser en ret stor bundhældning (større end hældningen af ligevægtsprofil) i området nord for den eksisterende høfde (se den røde pil i Figur 4-6). De centrale dele af strækningen, hvor bundhældningen også er stor, er der ingen strand tilbage.



Figur 4-6: Kort over den eksisterende havbund, resultater fra single-beam survey (kapitel 3.1)

Ligevægtsprofiler for forskellige kornstørrelser fra ref. [10] kan forstås som gældende på en uforstyrret sandstrand, dvs. hvor effekter fra omkringliggende hårde konstruktioner på hydrodynamikken kan udelukkes. Den omtalte strækning ved Faxe Ladeplads er både påvirket af havnen og af den lille hofde ved Faxe Å, hvor der som det eneste sted langs strækningen hvor der stadig er en lille sandstrand (der er også en lille stykke strand i den nordlige ende af strækningen, som i en stor del af tiden ligger i læ for de værste bølger på grund af pram-hofden ved indsejlingen).

Erosionen er mest udpræget på den midterste del af stranden, mellem snit B og D i Figur 4-6. Området nord for snit B og især Nord for A ligger meget i læ for bølger og oplever derfor mindre erosion. Derudover sørger strømforholdene i dette område for at den del sand bundfalder. Dette afspejles i vanddybderne, som er betydelig lavere i den nordlige del af strækningen end syd for snit B.

I vedligeholdelsesfodringen skal der derfor lægges en særlig fokus på området mellem snit B og D. Når dette er sagt er det også vigtigt at nævne at de eksisterende bathymetriforhold, som er lagt til grund for overvejelserne, kun afspejler et øjebliksbillede taget i sommeren 2016. Disse forhold kan ændre sig igen og der må derfor forventes en vis usikkerhed i strandens fodringsbehov.

Der foreslås at årlige inspektioner bliver gennemført for at holde øje med erosionen og for at planlægge vedligeholdelsesfodring. I detailprojektering burde der fastlægges nogle kriterier, som skal overholdes før en strandfodring sættes i gang. Det kunne fx være strandens bredde ved normalvande eller en bestemt kote. Derudover burde der laves en inspektion efter særlige vejrforhold for at vurdere strandens respons på dem. Dette kan fx være en kraftig storm eller en lang periode med vind fra en usædvanlig retning. Ud fra disse kriterier, som nemt kan måles fra land, vil der kunne tages beslutninger om hvor meget og hvornår/hvor tit der skal fodres.

Det anbefales som udgangspunkt at vedligeholdelsesfodre en gang hver 5. år. Mængderne forventes at være mellem 15,000 og 20,000m³. Dette repræsenterer gennemsnitsforhold.

Et prisoverslag sammen med et estimat på andre udgifter end selve sandfodringen er givet i Bilag 1.

4.4 Forhold og variationer i overgangszoner

Hvis det skal undgås at forlænge den eksisterende hofde ved Faxe Å, skal strandprofilen laves gradvis stejlere mod hofden. Derved undgås at strandfodringen fortsætter længere end hofden, som vil medføre hurtig erosion og eventuel tilsanding af Faxe Å munden. Strandfodringen skal derfor påbegyndes/sluttes omkring positionen for snit D (Figur 4-6) og der skal så vidt muligt skabes en blød overgang til de eksisterende vanddybder. Profilet flader gradvist ud mod nord, hvor den ønskede kritiske hældning på 1:50 opnås. Udstrækningen af overgangszonen er vist på plantegningen i Bilag 2.

Hvis der ønskes en bredere strand ville hofden ved Faxe Å sandsynligvis skulle forlænges da stranden ellers ikke kan ligge stabilt. Det forventes at være en kompliceret proces at få tilladelse af Kystdirektoratet for en sådan forlængelse, og der ville skulle laves beregninger af den erosion der skal forventes syd for hofden. Derudover vil der være yderlige anlægsudgifter til hofden.

4.5 Anbefalet geometri af strandanlæg og krav til sandkvalitet

Der er ved udarbejdelsen af forslag til strandgeometri tilstræbt en middelhældning af stranden på 1:50, hvilket fordrer en middeldkornstørrelse, d_{50} , i størrelsesordenen 0.30 mm. Som det fremgår af ovenstående er dette en skønsmæssig vurdering, idet strandhældning og geometri afhænger af de faktiske sandmaterialer der indbygges. Den foreslåede middelhældning og deraf afledte strandgeometri er vist på snittegningen i Bilag 2.

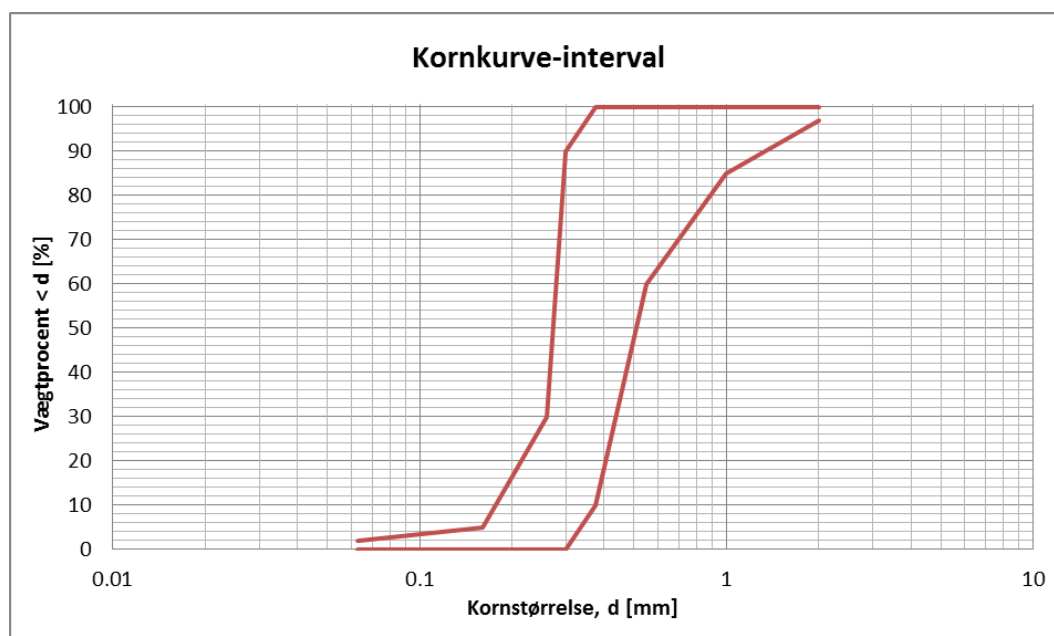
Krav til sandmaterialer bør fastsættes så der opnås tilfredsstillende egenskaber (herunder stabilitet), men omvendt ikke for snævert således at det bliver vanskeligt at fremskaffe materialerne der hermed bliver unødigt dyre.

Baseret på den aktuelle viden om sandmaterialer i nærområdet kan det være nødvendigt at acceptere lidt finere og grovere sandmateriale med f.eks. middeldkornstørrelse i intervallet $0.25 \text{ mm} < d_{50} < 0,50 \text{ mm}$. Det foreslås derfor, at det er i udbudsmaterialet beskrives, at entreprenøren skal tilstræbe at levere sandmaterialer med d_{50} på 0.30 mm, dog minimum d_{50} på 0.25 mm.

Der stilles flere krav til kornkurven. Kornkurver vil blive accepteret med den ønskede middeldkornstørrelse på $d_{50} = 0.30 \text{ mm}$. Ingen kornkurver med d_{50} under 0.25 mm vil blive accepteret. Det skal tilstræbes at kornkurverne opnår en jævn fordeling af 50 % fraktilen i intervallet 0.25 - 0.50 mm, samt at kornkurven ligger indenfor grænserne specificeret i Tabel 4-3. Kornkurven er også tegnet op i Figur 4-7.

Tabel 4-3: Kornkurve

Kornstørrelse, d [mm]	Vægtprocent < d [%]
0.063	0 % - 2 %
0.160	0 % - 5 %
0.260	0 % - 60 %
0.300	0 % - 90 %
0.375	10 % - 100 %
0.550	60 % - 100 %
1.00	85 % - 100 %
2.00	97 % - 100 %



Figur 4-7: Krav til kornkurve for sandfodring.

Uensformighedstallet, $U=d_{60}/d_{10}$, skal være større end 1,5 og mindre end 2,2. Glødetabet (ikke reduceret) må ikke overstige 2 %.

4.6 Vandstandsvariationer, bølgepåvirkninger og koterung af strand

Strandens profil og område af hhv. tør og våd strand vil variere afhængig af de naturlige vandsandsvariationer og bølgepåvirkninger. Under normale forhold vil ændringerne i strandprofilen typisk være langsomme men under særlige kraftige stormforhold (høj/lavvande og kraftige bølger) kan der ske betydelige ændringer i strandens profil fx i form af sandtransport væk fra kysten. En del af denne proces kan være reversibel, dvs. at noget af strandens normale ligevægtsprofil genskabes under efterfølgende mere rolige forhold. Der kan dog blive behov for ekstra sandfodring og genopretning efter særlig kraftige stormhændelser.

Den etablerede strand vil fungere som en naturlig form for kystbeskyttelse idet vanddybderne foran stenkastningen formindskes under understormsituationer og bølger dermed er tvunget til at bryde med en vis afstand fra kysten. Derved reduceres bølgeoverskyl på strandvejen. Forholdene er yderligere beskrevet i kapitel 6.

4.7 Hensyntagen til eksisterende ledninger

Der er blevet foretaget en søgning i ledningsregistret (LER). Alle forsyningselskaber har pligt til at indberette positionen af deres ledninger og ud af 8 aktører i området ved Faxe Ladeplads strand kunne der identificeres én rørledning, som kan være påvirket af den planlagte strandfodring. Denne ledning tilhører Faxe Forsyning og er en fælles kloakledning. Dens omtrentlige position er vist i Figur 4-8, sammen med positionen af et vandudskiftningsrør mellem havnen og bugten, som også blev besat under besigtigelsen af området, se Figur 4-9 og Figur 4-10. På trods af de stille vejrforhold på besøgsdagen kunne der observeres en strømning gennem røret, og dens funktion vurderes som betydeligt for havnens vandkvalitet.



Figur 4-8: Omtrentlig position af eksisterende ledninger i strandområdet

Begge rør skal derfor fortsat kunne fungere under de planlagte forhold med en strandfodring. Røret mellem lystbådehavnen og bugten ligger lige under vandoverfladen. Vanddybderne foran røret vil ikke blive lavere efter strandfodringen og der behøver derfor ikke foretages foranstaltninger for at flytte røret. Dog anbefales det at lukke for gennemstrømning under anlægsarbejdet for at undgå indtrængning af suspenderet sediment til lystbådehavnen.



Figur 4-9: Vandudskiftningsrør mellem lystbådehavnen og åben hav



Figur 4-10: Vandudskiftningsrør under vandoverfladen. Mod sydøst

Røret som er vist på Figur 4-9 og Figur 4-10 ligger lige under vandoverfladen på besøgsdagen den 16. August 2016. Den dag var der ca. 30cm højvande i Rødvig (DMI). Det må derfor antages

at der ikke strømmer meget vand igennem røret under normalvande, og slet ikke noget under lavvande.

Faxe Forsynings fælleskloakledning skal forlænges eller flyttes for at opretholde dens funktion under de nye vanddybder. I detailprojektet ville rørets præcise beliggenhed bestemmes og der ville vurderes, hvor meget røret skal forlænges eller flyttes i forhold til de nye vanddybder med den fodrede strand. Alt afhængig af vandets kvalitet, som bliver afledt igennem denne ledning, skal det overvejes at forlænge ledningen et godt stykke ind på dybere vand for at undgå forringelse af badevandskvaliteten.

Faxe Forsynings kort over ledninger i området er vedhæftet i Bilag 3.

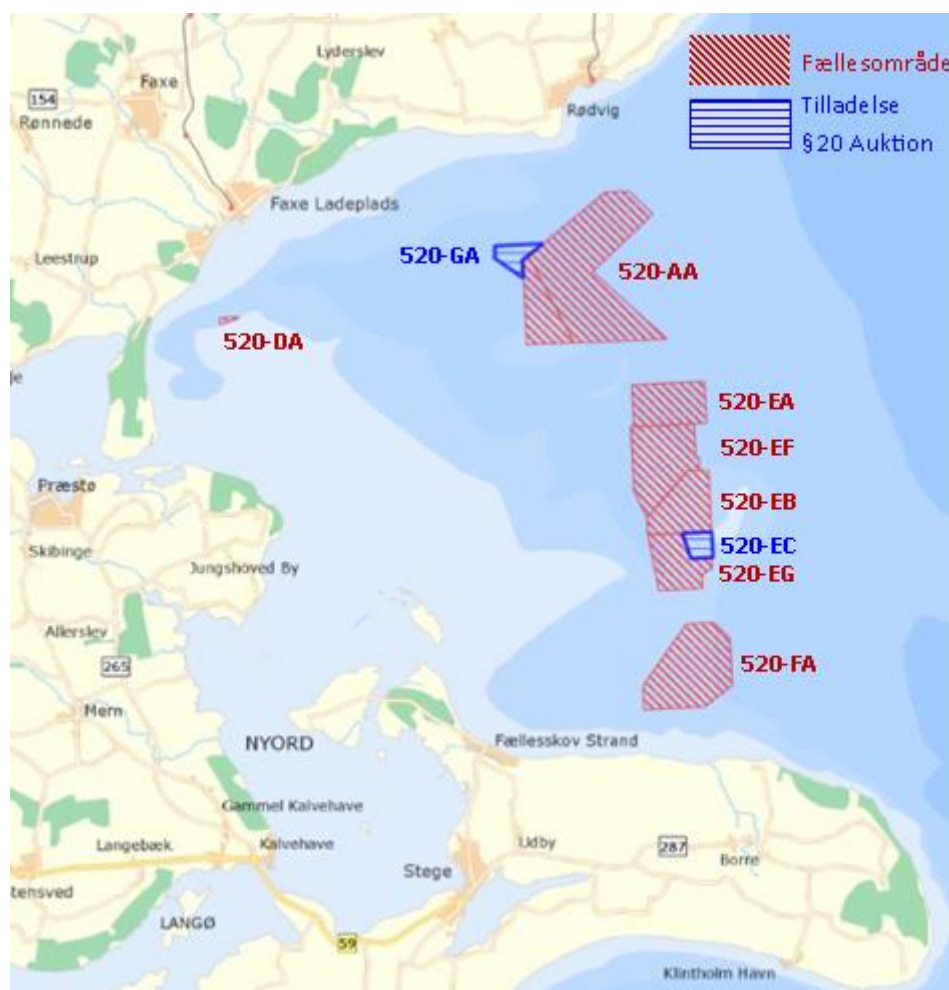
5. SANDRESSOURCER

Den samlede mængde sand til initial-strandfodringen er vurderet til ca. 62,000 m³. Det vurderes at vedligeholdelsesfodring med omkring 15,000-20,000 m³ er nødvendigt ca. hvert femte år. Det kan overvejes om den fremtidige vedligeholdelsesfodring kan foretages med sand der er mere finkornet end det der er specificeret for initialfodringen.

Som beskrevet i afsnit 4.5, skal sandmaterialerne til sandstranden være egnede til komprimering ved indpumpning for at kunne tilvejebringe et stabilt overladelag til sandstranden ud mod bugten. Umiddelbart er det vurderet, at sand bør leveres med en kornkurve med 50 % fraktilen i intervallet 0.25 – 0.5 mm, et uensformighedstal på $U = d_{60}/d_{10} > 1.5$, samt et glødetab på højst 2 %.

5.1 Råstofområder i nærheden af Faxe Ladeplads

Information om aktuelle områder til råstofindvinding på havet er indhentet fra Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning under Miljø- og Fødevarerministeriet, ref. [6]. En oversigt over råstofområder på havet i nærheden af Faxe Ladeplads er vist i Figur 5-1.



Figur 5-1: Råstofområder på havet i nærheden af Faxe Ladeplads, ref. [6].

Auktionsområder:

På de såkaldte Auktionsområder kan virksomheder opnå eneret til råstofindvindingen ved at byde på en auktion, som afholdes af staten.

Tilladelse til råstofindvinding på de to markerede §20 auktionsområder, 520-EC og 520-GA, har været udstedt til NCC Roads A/S. I henhold til ref. [7] og [8] benyttes disse områder ikke længere. Tilladelsen til auktionsområdet 520-EC udløb i januar 2016, og det er nu ansøgt udlagt som fællesområde. Det er endvidere besluttet, at område 520-GA ikke længere skal udlægges som auktionsområde. Når den nuværende tilladelse udløber skal området nedlægges og opmåles.

Fællesområder:

På Fællesområder, kan alle virksomheder opnå tilladelse til råstofindvindingen ved at fremsende en ansøgning til Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Følgende fællesområder er identificeret i nærheden af Faxe Ladeplads (afstanden varierer fra ca. 5-25km):

- 520-AA: Faxe Bugt Nord
- 520-DA: Nordmandshage
- 520-EA og EB: Gyldenløves Flak
- 520-EF og EG: Gyldenløves Flak Vest
- 520-FA: Gyldenløves Flak Syd

Det har ikke været muligt at tilvejebringe dokumenterede oplysninger om sandmaterialernes egenskaber, f.eks. kornkurve, vægtfylde, farve mv., fra ovenfor nævnte indvindingsområder, idet disse ikke er umiddelbart tilgængelige, ligesom tilbageværende sandmaterialer på ressourcestederne ej heller er dokumenterede.

I henhold til GEUS, ref. [9], forefindes der sand i kvalitet 1 på alle ovennævnte fællesområder. Denne type sand beskrives som kvalitetssand, der eventuelt kan benyttes til betonfremstilling eller andre højkvalitetsprodukter. Kornstørrelsen varierer fra 0 til 4 mm. GEUS, ref. [9], vurderer kun de sandsynlige mængder og fordelinger af ressourcerne og præsenterer ikke en nærmere dokumentation af kornkurvefordelingen.

På baggrund af forespørgsel hos leverandør vurderes det umiddelbart at være sandsynligt, at sandmateriale med passende egenskaber kan indvindes fra de ovenfor markerede ressourcesteder. I detailprojektering eller anlægsfase vil det dog være nødvendigt at tage en sandprøve fra stedet. Dette kunne fx være et krav til entreprenører i udbudsprocessen.

5.2 Sandindvindings- og fodringsmetoder

Projektet omfatter i korte træk sandindvinding af omkring 62,000 m³ fra et eller flere af de definerede indvindingsområder beskrevet ovenfor, og efterfølgende strandfodring af samtlige materialer langs stenkastningen ved Faxe Ladeplads.

En mulig metode til udførelse af projektet er beskrevet nedenfor.

Egnede indvindingsområder og positioner bestemmes på baggrund af geoteknisk analyse af havbundsmaterialerne på de forskellige ressourceområder. Sandet kan indvindes ved enten stiksugning eller slæbesugning. Grab og gravemaskine anvendes kun undtagelsesvis.

Ved stiksugning ligger skibet stille og suger med et fremadrettet sugerør. Dette frembringer større eller mindre kegleformede huller i havbunden, som kan være op til 10 m dybe og 10-50 m i diameter. Ved slæbesugning sejler skibet langsomt fremad og suger med et bagudrettet sugerør. Denne metode frembringer lange render i havbunden med en bredde på ca. 1-2 m og en dybde på op til 0.5 m.

De indvundne råstoffer (sand) opbevares i skibets lastrum og sejles til en egnet position foran den fremtidige strand. På grund af de aktuelle vanddybder ved Faxe Ladeplads, kan fartøjer ikke sejle helt frem til indbygningsområdet. Det skal derfor vurderes, om anvendelse af sejlrenden til lystbådehavnen er en mulighed, eller om skibet skal lægge til på dybere vand uden for sejlrenden.

Fra denne lokalitet udlægges et rørledningssystem på havbunden fra sandpumpefartøjet frem til det planlagte strandområde. Skibet har typisk en rækkevidde på 2,000 – 2,400 m ved losning via sandpumpe og rørledning. Hvis der er behov for yderligere længde, kan en eventuel boosterstation indsættes.

Rørledningssystemet placeres mest hensigtsmæssigt på kyststrækningen og den samlede sandmængde pumpes ind på strandområdet. Efter afdræning fordeles sandmaterialerne rundt på kyststrækningen ved hjælp af land-materiel (f.eks. gummihjulslæsser og gravemaskiner) indtil den ønskede geometri er tilvejebragt. Det forventes, at sandet kan fordeles med den anbefalede geometri ud til en vanddybde på 0.5-1m. På dybere vand må det forventes, at sandet ikke indledningsvis kan fordeles så det stemmer helt overens med den optegnede geometri. Her vil sandet i stedet blive fordelt på en hensigtsmæssig måde, så kystprofilen af sig selv med tiden under bølge- og strømpåvirkning vil indstille sig til en naturlig ligevægtstilstand.

5.3 Vedligeholdelsesfodring

Til vedligeholdelsesfodringen vil der evt. kunne anvendes en lidt finere sediment størrelse end det der er anvendt til initialfodringen. Dette betyder, at der kan være mulighed for at anvende det sediment der bliver gravet op i forbindelse med oprensning af sejlrenden til havnen, der jf. afsnit 3.6 har en kornstørrelse med d_{50} (mediankornstørrelse) på 0,1-0,2 mm. Den største problematik ved anvendelsen af det oprensede materiale vurderes at være indholdet af organisk materiale, idet det ud fra oprensningsfirmaets vurdering indeholder store mængder tang.

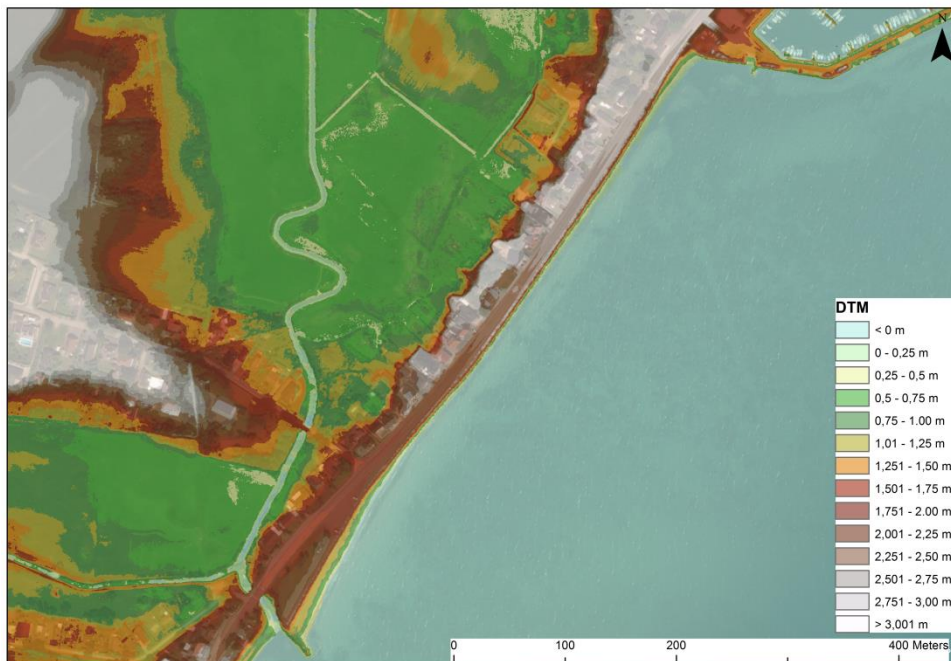
Ved vedligeholdelsesfodringen skal det tilstræbes at glødetabet ikke overstiger 2%, hvilket kan blive problematisk at overholde med det oprensede materiale. En løsning kan være at anvende et areal på havnen til midlertidig oplagring, hvorfra de velegnede dele af sandmaterialet med et lille organisk indhold kan udvælges og køres til stranden med landmateriel. Det vil dog kræve at det uegnede materiale hentes igen for klappning. Det kan også undersøges, om der er perioder i løbet af året hvor det oprensede sediment ikke indeholder organisk materiale, og kun anvende sediment til fodring fra denne periode.

6. STRANDEN SOM KYSTBESKYTTELSESELEMENT

Både i den eksisterende situation som i den mulige fremtidige situation med en fodret strand vil der være samme højvandsniveauer og det samme fribord mellem vandspejlet og topkoten af støttemuren. Under et højvandsscenario med en fodret strand vil den totale vanddybde foran stenkastningen dog være lavere. Som en konsekvens af dette, vil der også være forskel på hvilken bølgehøjde der skal forventes ved foden af stenkastningen, på grund af bølgebrydning.

Strandløsningen kan betragtes som en form for kystbeskyttelse under stormhændelser, idet de større bølger bliver sorteret fra fordi vanddybden bliver formindsket og bølgerne bryder tidligere end i den eksisterende situation.

For at beregne fribordet mellem vandspejl og topkoten af støttemuren er der lavet et kort over terrænet for området omkring strandvejen ved hjælp af Danmarks Højdemodel, ref. [11]. Kortet er vist i Figur 6-1.



Figur 6-1: Terrænkort fra området omkring strandvejen

Strandvejen hælder mod syd og kote 2,4m er derfor anvendt som topkote af støttemuren i de nedenstående beregninger, hvilket svarer til højden i den sydlige ende af området.

Bølgeoverskyl er blevet belyst under fire scenarier:

- Nuværende situation under 1-års højvande (1,0m)
- Nuværende situation under 50-års højvande i 2050 (1,7m)
- Strandløsning under 1-års højvande (1,0m)
- Strandløsning under 50-års højvande i 2050 (1,7m)

Resultater for de beregnede overskylsmængder er samlet i Tabel 6-1. Det skal dog nævnes, at overskylsmængderne er forholdsvis følsomme overfor forudsætningerne. Det anbefales derfor, at se på den relative forbedring ved etablering af en strand, og ikke fokusere på de beregnede mængder som absolutte værdier.

Tabel 6-1: Overtoppingmængder for de 4 scenarier med input til beregninger

Parameter	Eksisterende situation	Strandløsning	
Vandstand (m over MV)	1.7		50-års højvande
Total vanddybde (m)	2.2	1.2	
Max bølgehøjde H_b (m)	1.7	0.9	
Max H_{m0} (m)	1.1	0.6	
Fribord til mur (m)	2.4 - 1.7 = 0.7		
Overskyl (l/m/s)	32	1	
Vandstand (m over MV)	1.0		1-års højvande
Total vanddybde (m)	1.5	0.50	
Max bølgehøjde H_b (m)	1.2	0.39	
Max H_{m0} (m)	0.80	0.26	
Fribord til mur (m)	2.4 - 1.0 = 1.4		
Overskyl (l/m/s)	0.06	0	

I en højvandssituation med 50 års returperiode reduceres overskylltet med **97%** hvis der ses på strandløsningen i forhold til den nuværende situation. Under en højvandssituation med 1 års returperiode estimeres det at overskylltet bliver nul, og dermed at forbedringen bliver **100%** i forhold til den eksisterende situation.

Det gøres også særligt opmærksom på, at de to valgte returperioder kun vedrører højvande, og skal ikke forstås som en hændelse med kombineret vandstand og bølger. Overtoppingmængderne svarer derfor ikke til de mængder, man ville se én gang i hhv. 1 og 50 år. Selvom der er en vis korrelation mellem høje bølger og høje vandstande, skal den kombinerede sandsynlighedsfordeling og de tilsvarende returperioder bestemmes i en separat analyse og værdierne fra Kystdirektoratets højvandsstatistik vil dermed ikke kunne bruges direkte. Denne analyse er dog forholdsvis kompliceret og er udeladt, idet det er vurderet at de to situationer repræsenterer en ekstremhændelse og en hændelse der forekommer forholdsvis tit.

Yderlige detaljer som beregning af bølgehøjder, etc. er beskrevet i ref. [4].

Ud fra størrelsesorden af de beregnede overskylsmængder kan det konkluderes at der ikke er umiddelbart behov for at øge kystbeskyttelsen udover etableringen af sandstranden. Under det moderate højvandsscenario forventes der ingen overtopping fra bølgerne, og under det ekstreme scenarie vil bølgeoverskyl blive overskueligt og tolerabel, taget strandvejens placering i betragtning.

Da 50-års scenariet er klimafremskrevet og inkluderer den estimerede vandspejlsstigning frem til år 2050, indeholder dette en ekstra usikkerhed på grund af den uvisse stigning i havvandspejl i de indre Danske farvande. Derfor burde vurderingen om supplerende kystbeskyttelse gentages om nogle år for at inkludere eventuelle ændringer i prognosen.

Taget i betragtning at strandens kote og dermed vanddybderne foran stenkastningen er afgørende for mængden af bølgeoverskyl, er det derfor uundværligt at vedligeholde stranden med jævnlig fodring, hvis dens funktion som kystbeskyttelse skal opretholdes.

7. PRISOVERSLAG

Dette afsnit præsenterer grove prisoverslag for anlægsudgifter til strandanlægget.

På grund af at sandindvindingsmetoder og tilgængelige kornstørrelser ikke kunne fastlægges på nuværende tidspunkt, har prisoverslaget en usikkerhed på +/- 10 %,

Enhedspriser er baseret på erfaringstal fra lignende konstruktioner. For at tage højde for eventuelle lokale prisforskelle, er enhedspriserne angivet med et øvre og nedre estimat. En gennemsnitsværdi for enhedspriserne er anvendt i det færdige prisoverslag.

Til de estimerede anlægsomkostninger er der lagt udgifter oveni til øvrige omkostninger: Ekstraarbejder, uforudsete udgifter og design. Disse øvrige udgifter er estimeret separat for løsningsforslaget på baggrund af en vurdering af bl.a. usikkerheder, risici og samlet designomfang for hver enkelt løsning. Derudover er der inkluderet et estimat for en evt. forlængelse af rørledningen fra Faxe Forsyning.

Prisoverslaget indeholder ikke udgifter til udarbejdelse af VVM, da strand og konstruktioner ikke forventes at have væsentlig indvirkning på miljøet. Der gælder ikke nogen særlige beskyttelsesforhold indenfor projektområdet, og det nærmeste marine Natura-2000 område ligger ca. 5 km væk i sydlig og sydøstlig retning. Der forventes heller ikke væsentlige udfordringer i forhold til vandområdeplanerne. Ovenstående skal selvfølgelig vurderes grundigere på baggrund af en VVM-screening (indeholdt i prisoverslaget).

Det centrale estimat på det samlede prisoverslag er omkring 6,010,000DKK for etablering af initial-sandfodringen. Med en usikkerhed på +/- 10 % forventes totalpriserne for etablering at ligge mellem 5,270,000 og 6,810,000 DKK. Delpriser og øvre- og nedreværdier er specificeret i Bilag 1. Estimatet for vedligeholdelsesfodring er baseret på fodringen med 20,000m³, der udføres med et interval på 5 år. Ved hyppigere vedligeholdelsesfodring vil enhedsprisen stige, idet der er initialomkostninger forbundet med hver fodring. Usikkerheden ligger også her på +/- 10 %. Dette inkluderer ikke usikkerheden i sandvolumen, men kun usikkerheden for udgifterne. Det er i estimatet antaget, at der anvendes sand fra samme kilde som initialfodringen.

Tabel 7-1: Prisoverslag for initial- og vedligeholdelsesfodringen

Operation	Sandvolumen [m³]	Nedreværdi [DKK]	Estimat [DKK]	Øvre værdi [DKK]
Initialfodring	62,000	5,270,000	6,010,000	6,810,000
Vedligeholdelsesfodring ¹⁾	15,000-20,000	1,790,000	2,000,000	2,210,000

¹⁾Vedligeholdelsesfodringen er antaget at blive udført hvert 5. år, og udgiften er dermed en samlet udgift for en 5-års periode.

Det skal bemærkes at sandvolumen til initialfodring er beregnet baseret på forskellen mellem den planlagte strand og bathymetriforhold som opmålt i Sommer 2016. Hvis disse ændrer sig betydelig indtil opførelsetidspunktet af stranden, ville det beregnede volumen også skulle genberegnes.

8. KONSEKVENSER

Ved at udvide den eksisterende strand vil der skulle foretages nogle ændringer, som er opsummeret herunder.

Der findes et slæbested ved syd enden af lystbådehavnen, som ved en udvidelse af stranden ikke længere vil kunne bruges. Det skal derfor overvejes at flytte slæbestedet et andet sted inde i lystbådehavnen hvor der også er adgang for biler med trailere.

Strandafsnittet syd for havnen er i dag udsat for af tangansamlinger. En ny bredere strand der etableres ved sandfodring vil umiddelbart ikke afhjælpe dette, men det må tværtimod forventes at der skyller tang op på hele strækningen, hvor det nu kun er på det lille stykke i hjørnet af havnemolen. Hvorvidt tangansamlinger vil være et reelt problem på den nye strand er svært at forudsige og det anbefales derfor at planlægge foranstaltninger til at kunne samle tang op på stranden for at undgå lugtgener. Der kunne fx etableres en rampe fra det sydvestlige hjørne af parkeringspladsen ved lystbådehavnen ned til den nye strand, som kan give en traktor mulighed for at køre ned til stranden og samle tang op med en grab.

Da det foreslåede projekt ikke inkluderer hårde konstruktioner men udelukkende omfatter sandfodring, vil projektet ikke have nogen negative effekter på den øvrige del af kysten i Faxe Bugt. Tværtimod forventes projektet at give en positiv effekt på sedimentbudgettet, der på sigt også kan gavne de øvrige kyststrækninger.

9. REFERENCER

- [1] Ramboll Rapport. Indledende hydrauliske vurderinger. September 2016
- [2] Ramboll Rapport. Modelleringsrapport. December 2016
- [3] Ramboll Rapport. Anlægsoverslag bypassmole. December 2016
- [4] Ramboll Rapport. Vurdering for yderlig kystbeskyttelse. Januar 2017
- [5] Klimatilpasning – Kystbeskyttelse ved Faxe Ladeplads. Skitseforslag. COWI. Juli 2013
- [6] <http://svana.dk/miljoegis/>
- [7] <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=miljoegis-raastofferhavet>
- [8] <http://svana.dk/vand/havet/raastoffer/raastofindvinding-paa-havet/indvindingstilladelser/auktionsomraader-indvindingstilladelser/>
- [9] <http://data.geus.dk/geusmap>
- [10] Karsten Mangor, 2004: Shoreline Management Guidelines. DHI Water & Environment.
- [11] Danmarks højdemodel: Kortforsyningen - Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering. 2016

BILAG 1
PRISOVERSLAG

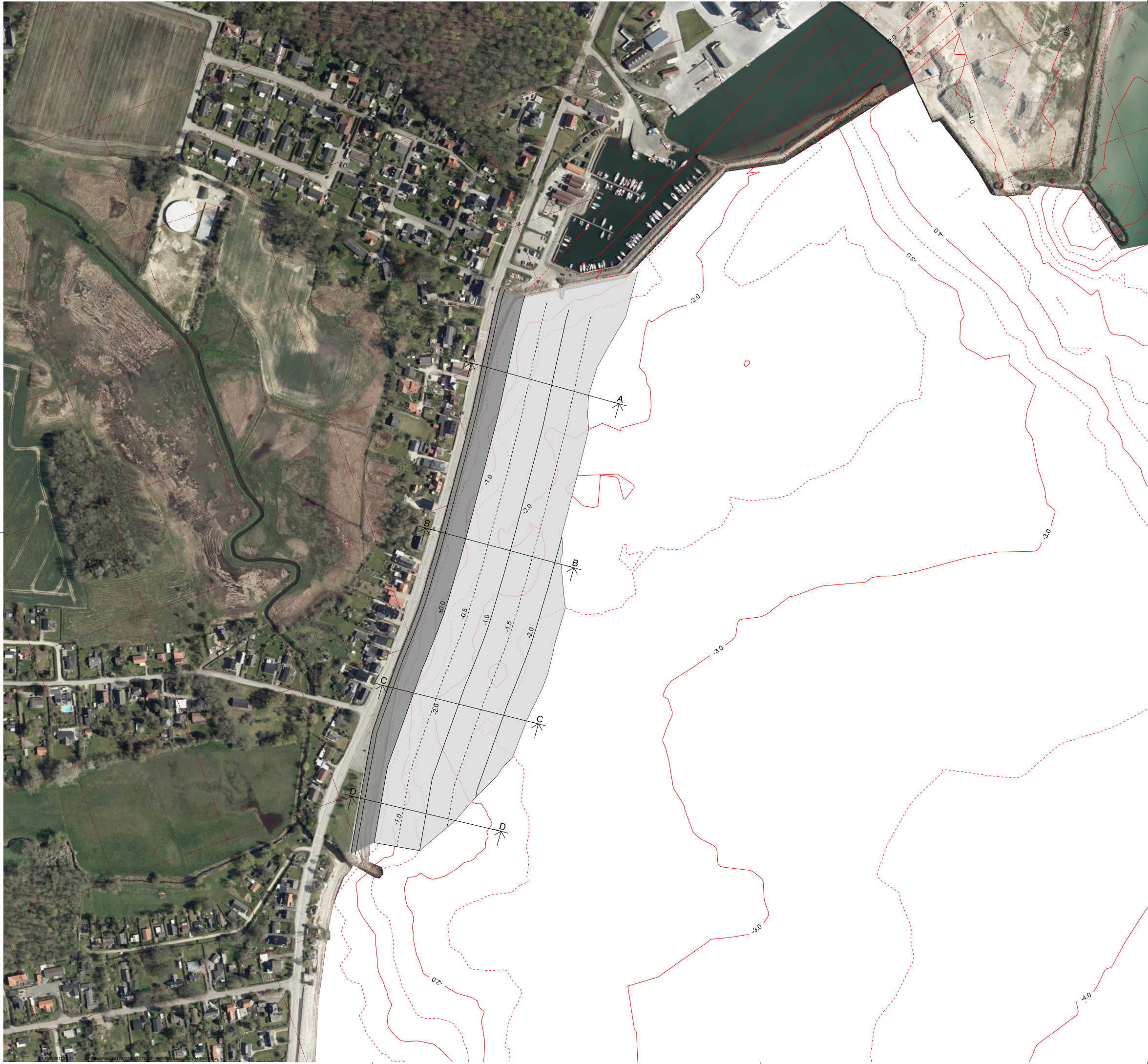
CAPEX - Sandstrand

Enhedspriserne kan variere af flere årsager og er derfor angivet ved et nedre og øvre estimat.
Det samlede prisestimat er angivet ved et gennemsnit af nedre- og øvre-værdier.

ANLÆGSARBEJDER

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris [DKK]		Pris [DKK]
			Nedreværdi	Øvre værdi	
Anstilling					
Udstyr til sandfodring (rørledning, landrør, sandsuger m.m.)	stk.	1	700,000	800,000	750,000
Jordarbejder					
Sandfodring inkl. fordeling af sand på stranden	m ³	57,000	45	55	2,850,000
Råstofafgift (momsbelagt) og vederlag (ikke-momsbelagt) (25% af total)		57,000	15	15	877,800
Anlægsarbejder					
Flytning af fælles kloakrør	m	100	5,000	7,000	600,000
Øvrige udgifter					
Ekstraarbejder (tekniske forundersøgelser, VVM-screening, byggeplads etc.)			2 %	4 %	152,334
Uforudseelige udgifter			3 %	6 %	235,356
Projektering, udbud, tilsyn mm.			8 %	12 %	546,549
Total					6,010,000

BILAG 2 STRANDTEGNINGER




NOTE:

Koordinater og koter i m.
 Øvrige ubenævnte mål er i mm.
 Koordinater refererer til UTM32/ETRS89.
 Koter refererer til DVR90.

HENVISNINGER:
 Snit, se tegn.: XXX-H-TH-1005

FXL-H-TH-1000-0

REDUCERET TIL HALV STØRELSE
 UDEN ÆNDRING AF MÅLFORHOLD





Rev.	Dato	Konst./Tegn.	Kontrol.	Godk.	 Hannemanns Allé 53 DK-2300 København S Tlf: +45 5161 1000 Fax: +45 5161 1001 www.ramboll.dk
	2017-02-23	KRSP/FHS	JAN	EAB	
Projektnr. 1100024096		Mål 1:2000	Kystbeskyttelse Faxe Ladeplads		
Oversigtsplan					Tegning nr. Rev. FXL-H-TH-1000 0

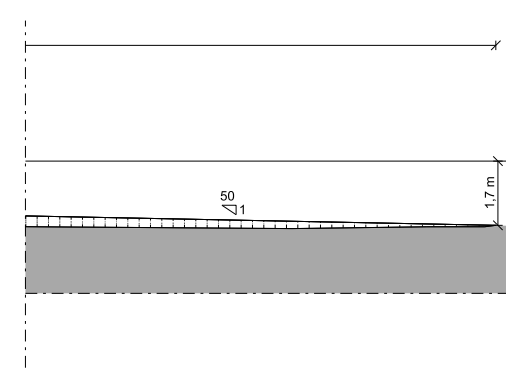
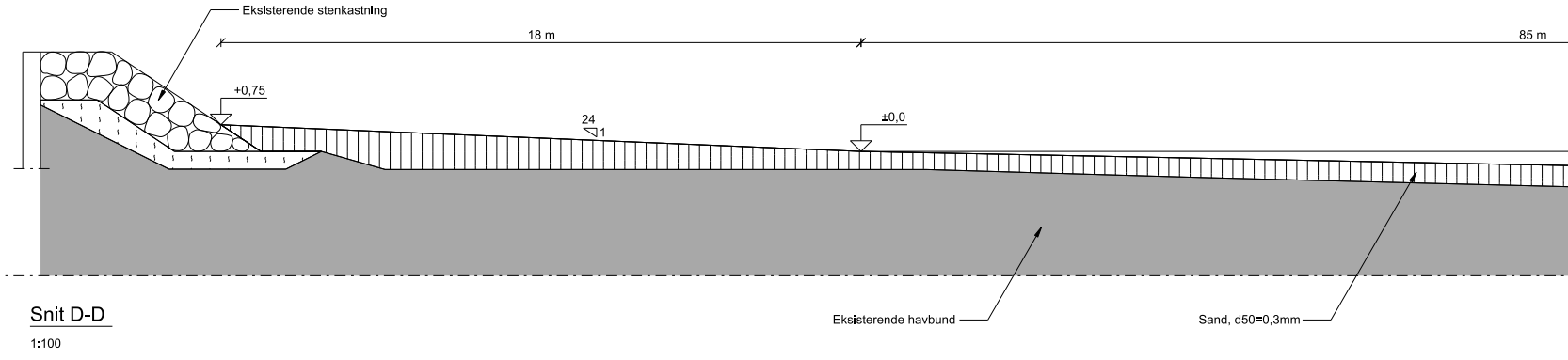
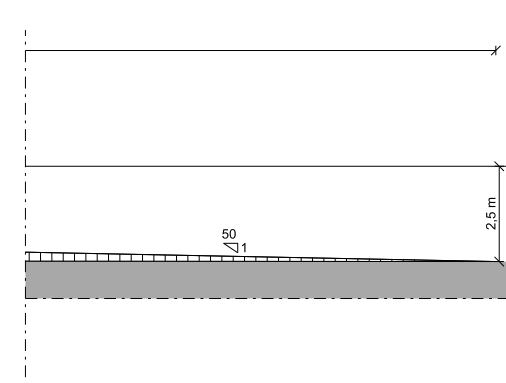
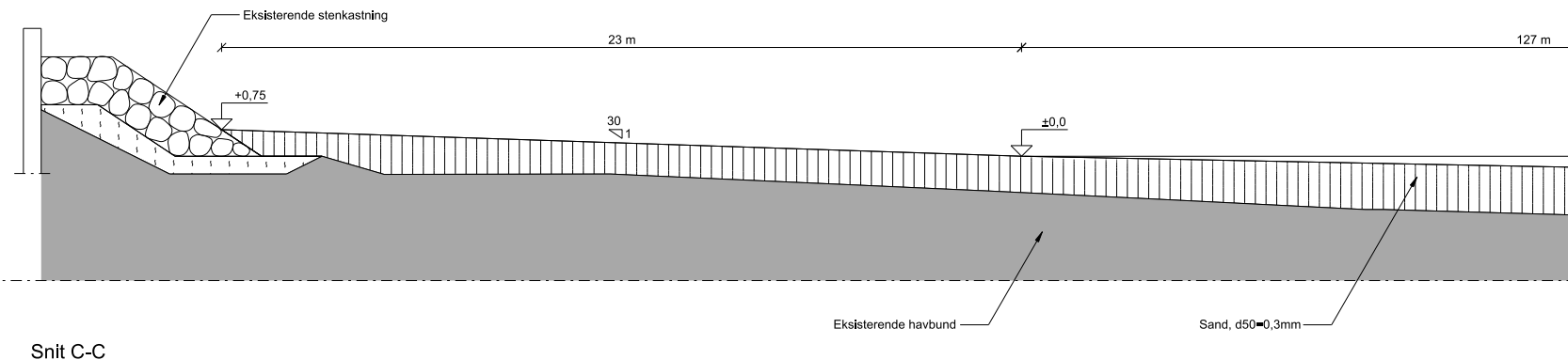
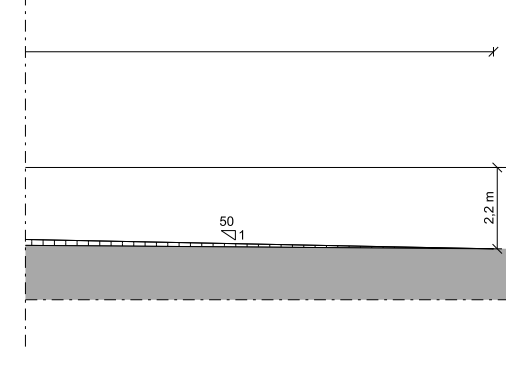
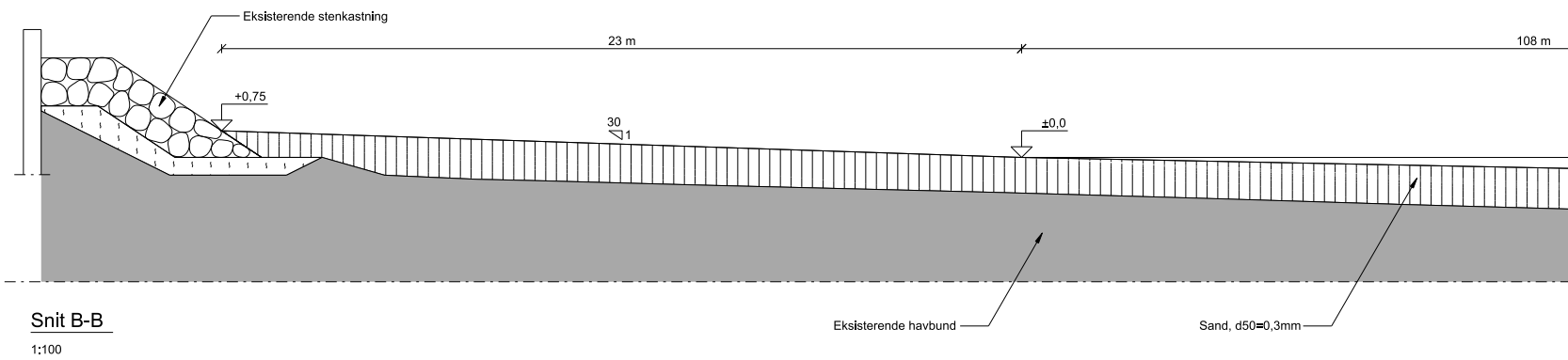
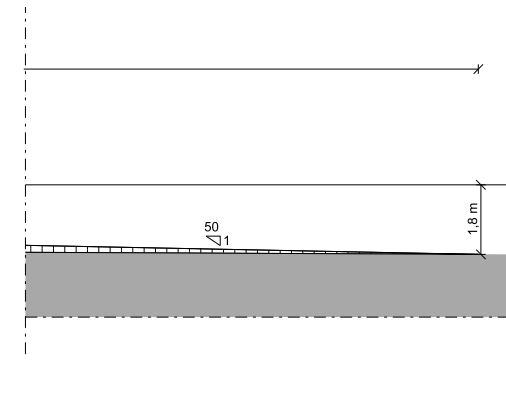
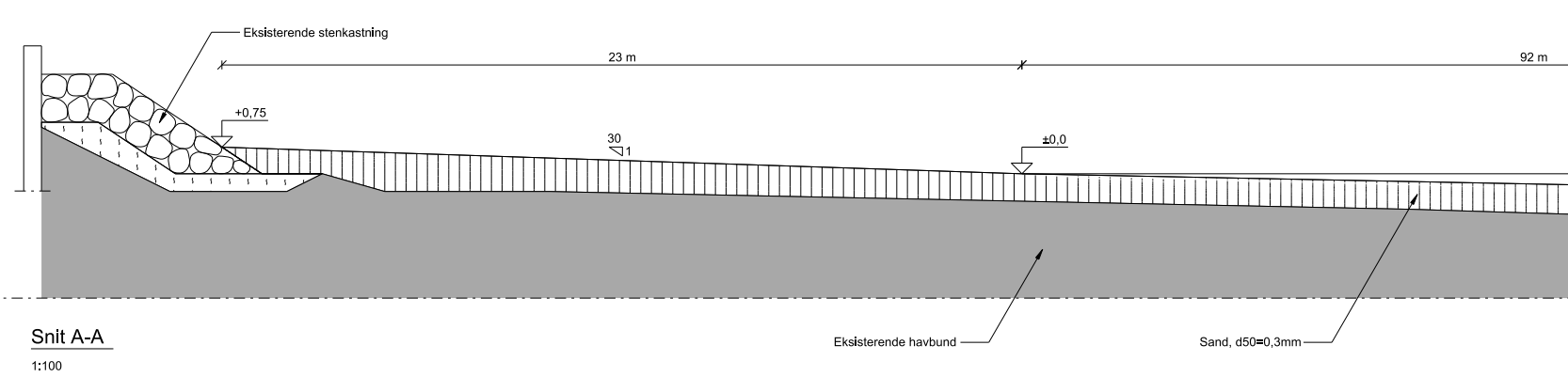
NOTE:

Koordinater og koter i m.
 Øvrige ubenævnte mål er i m.
 Koordinater refererer til UTM32/ETRS89.
 Koter refererer til DVR90.

HENVISNINGER:
 For snitplacering, se tegn.:
 XXX-H-TH-1000

SIGNATURER:

-  Eksisterende havbund
-  Dæksten og erosionssikring
-  Filtersten
-  Sand



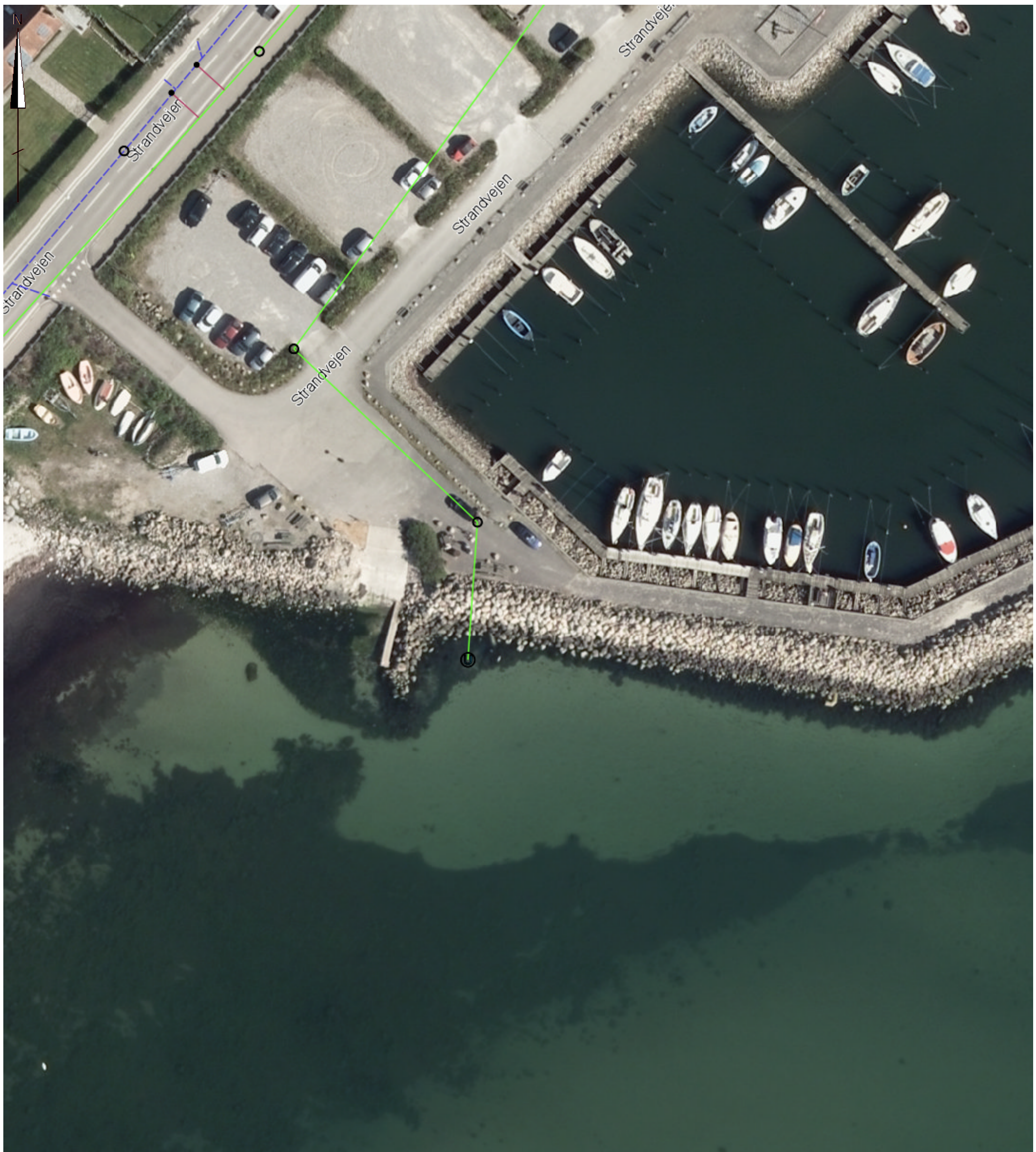
FXL-H-TH-1005-0

REDUCERET TIL HALV STØRELSE
 UDEN ÆNDRING AF MÅLFORHOLD

Rev.	Dato	Konst./Tegn.	Kontrol.	Godk.
	2017-02-23	KRSP/FHS	JAN	EAB
Projektnr. 1100024096		Mål 1:100		
Kystbeskyttelse Faxe Ladeplads				
Tværsnit				
				Tegning nr. Rev.
				FXL-H-TH-1005 0

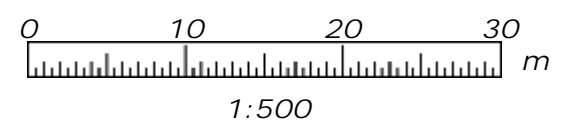
RAMBOLL
 Hønnemanns Allé 53
 DK-2300 København S
 Tlf: +45 5161 1000
 Fax: +45 5161 1001
 www.ramboll.dk

BILAG 3
KORT FAXE FORSYNING



Udtegnet: 14-02-2017. Gyldig: 04-03-2017

Denne plan omfatter delområde af oversigtsplan. Alle viste ledninger er Faxe spildevand og vandforsynings ledningsnet
Den viste placering er kun en forventet placering.



Kortblad nr.: 16

LER nr.: 1182115

