



Højvandsbeskyttelse af Digeområde 1

Projekt, maj 2018

HØJVANDSBESKYTTELSE AF HALSSKOV BYDEL.
OMRÅDE 1.

PROJEKT

Dispositionsforslag for højvandsbeskyttelse af Område 1. Halskov Bydel.

Projekt nr. 210916
Dokument nr. 1220444475
Version 1
Udarbejdet af KBO
Kontrolleret af JAD
Godkendt af KBO

Preambel

Områderne ved Korsør By og Halskov Bydel er i oversvømmelsesdirektivet klassificeret som risikoområder. Syv oversvømmelsestruede områder er identificeret, herunder digeområde 1, Halskov Bydel som behandles i denne projektbeskrivelse.

Under udviklingen af skitseprojekt for digeområde 1 - siden forundersøgelser udført fra september 2012 - har en række forslag været drøftet dels internt i digegruppen, dels med kommunen og Kystdirektoratet. Kystdirektoratet har ved e-mail af 25. maj 2016 kommenteret på skitseforslag fremsendt til Kystdirektoratet 13.4.2016.

Ved efterfølgende møde i digegruppen er Kystdirektoratets kommentarer drøftet og digegruppens valg til løsning inkluderet i skitseprojekt. Ved samme møde gav digegruppen udtryk for at man ikke længere vedstod solidarisk betaling for projektet, idet udgiften for andelsforeningen Granskoven blev ganske betydelig.

Efterfølgende har NIRAS udarbejdet notater med forslag til ændringer ved Granskoven, afholdt møder og besigtigelser med repræsentanter for andelsforeningen og kommunen for mulige besparelser for andelsforeningens andel i projektet.

Andelsforeningens valg er inkluderet i nærværende projekt. Hvor andelsforeningen ligeledes har sat en begrænsning på den maksimale digehøjde til kote + 2,25 m, idet man ved højere vandstand vil mobilisere privat lokalt beredskab for udlægning af sandsække.

For de den midterste del af digestrækningen (Delområde B) har kommunen valgt tracé med det tilbagetrukne jorddige ved forhøjelse af det eksisterende dige.

For den sydlige del af digestrækningen (Delområde C) har beboerne ønsket kronекoten til beskyttelsen reduceret fra + 2,8 m (DVR90) til kote + 2,5 m (DVR90) af hensyn til udsigt. Herved bliver bølgeoverskyl i den dimensioneringsgivende situation forøget og der skal træffes særlige foranstaltninger til afledning af overskylsvandet.

Det nuværende projekt er godkendt af digegruppe 1 og ved mødet i digegruppen blev der opnået enighed om solidarisk betaling som tidligere besluttet.

Kommunen har fremsendt det af digegruppen valgte projekt til Kystdirektoratet for en § 2 udtalelse, der foreligger i e-mail fra 17. maj 2017.

Den 18. august er afholdt møde med deltagelse af Slagelse Kommune, Kystdirektoratet og NIRAS for drøftelse af §2 udtalelsen og projektet som sådan, hvor der lægges vægt på at projektet hovedsagligt er for højvandsbeskyttelse og i mindre grad erosionsbeskyttelse ud for pynten ved Pilevænget. Ved mødet blev det besluttet at betegnelsen 'Projekt' benyttes fremover med underbetegnelsen 'Dispositionsforslag' for at tilkendegive projektets stade.

1	Indledning.....	1
2	Sikringsniveau.....	2
2.1.1	Vandstandsstatistik.....	2
2.1.2	Bølgetillæg.....	3
2.1.3	Bølger til beregning af dæksten.....	4
3	Kystanalyse.....	5
3.1	Kysten syd for færgehavnen – Delområde B og Delområde C	5
3.2	Kysten inde i færgehavnen – Delområde A.....	9
4	Projekt for højvandssikring af digeområde 1.....	14
4.1	Generelt om drænforhold	14
4.2	Projekt for Delområde A: Inde i Halsskov Havn.....	15
4.2.1	Udfordring i Delområde A.....	15
4.2.2	Beskyttelsesstrategi for Delområde A.....	17
4.2.3	Dimensioneringskriterier for Delområde A	18
4.2.4	Begrundelse for valgt løsning.....	19
4.2.5	Beskrivelse af beskyttelsen på Delområde A – Granskoven	20
4.2.6	Beredskab for Delområde A	22
4.3	Projekt for Delområde B: Mellem havnemolen og pynten ved Pilevænget	23
4.3.1	Udfordring i Delområde B.....	23
4.3.2	Beskyttelsesstrategi for Delområde B.....	24
4.3.3	Dimensioneringskriterier for Delområde B	25
4.3.4	Forstærkning af eksisterende dige i Delområde B.....	25
4.3.5	Beredskab for Delområde B	25
4.4	Projekt for Delområde C: Pynten ved Pilevænget	25
4.4.1	Udfordring i Delområde C.....	25
4.4.2	Beskyttelsesstrategi for Delområde C.....	27
4.4.3	Dimensioneringskriterier for Delområde C	27
4.4.4	Beskyttelse af Delområde C - Udformning, plan og snit	28
4.4.5	Kompensationsfodring Delområde C	31
4.4.6	Beredskab for Delområde C.....	31
4.5	Drift og vedligeholdelse af digeområde 1	32
5	Økonomiske- og budgetoverslag	33
5.1	Budgetoverslag for udgifter til kystbeskyttelse af Digeområde 1	33
5.2	Budget for vedligeholdelses- og driftsomkostninger	34
5.3	Finansiering	35
6	Partsfordeling – FORSLAG.....	36
6.1	Forslag til partsfordeling	36
6.2	Økonomisk partsfordeling.....	37
6.2.1	Anlægsudgift.....	37

6.2.2	Driftsudgift	37
6.2.3	Bidragsfordeling – oversigt.....	37
7	Referencer	39

Tegningsliste

C3_400:	Oversigtsplan.
C3_401:	Oversigtsplan. Delområde A
C3_403:	Oversigtsplan. Delområde C
C3_410:	Tværsnit 1-3
C3_411:	Delområde A – Profiler med højvandsmur
C3_413:	Delområde C – Tværsnit 4a – 4b

Bilag

Bilag A: Partfordeling

Ordliste:

Krone:	Det vandrette øverste fladestykke af et dige eller en stenkastning/skråningsbeskyttelse
Kronekote:	Højden på konstruktionens kronen over vandspejl (DVR90)
Signifikant bølgehøjde:	Middelværdien af bølgehøjden i en tredjedel af de højeste bølger i et bølgetog.
DVR90:	Dansk vertikal Referenceniveau er et højdesystem opdateret i 1990. Alle koter i dokumentet refererer til DVR90.
Kystbeskyttelse:	Tekniske tiltag i kystzonen til imødegåelse af erosion eller oversvømmelse. F.eks. <ul style="list-style-type: none">• Hårde konstruktioner til fastholdelse af bagstrand og/eller materialer i kystprofilet (skråningsbeskyttelse, høfder, bølgebrydere);• Bløde tiltag ved sand- eller ralfodring som offermateriale ved kronisk- og/eller akut erosion eller som kompensation for materiale tilbageholdt af hårdekonstruktioner;• Diger i forskellige materiale (jord, beton spuns) som højvandsbeskyttelse.
Kompensations fodring:	Tilførsel af materiale (sand, grus, ral) til substituering af det materiale som konstruktionerne tilbageholder.

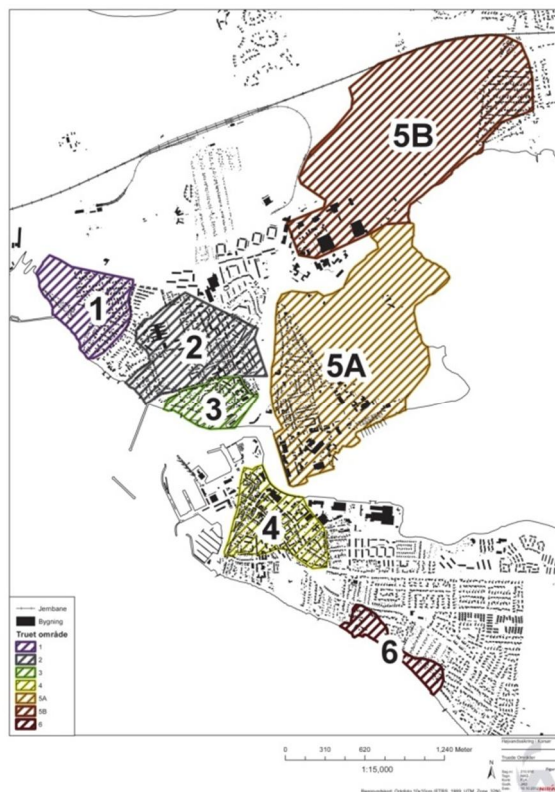
INDHOLD

Symboler:

m	Enheden meter
l	Rummålet liter
s	Tidsenheden sekunder
H_s	Signifikant bølgehøjde
T_m	Bølgernes middelperiode

1 INDLEDNING

Slagelse Kommune har fra september 2012 fået gennemført forundersøgelser om højvandsikring i Korsør og Halsskov med efterfølgende idé-projekter for højvandsbeskyttelse af Halsskov og Korsør bydele (Ref./1/). Projektet er inddelt i seks områder (Figur 1-1).



Figur 1-1 Inddeling i projektområder (digeområder 1 - 6)

Slagelse Kommune besluttede efterfølgende at starte med højvandsbeskyttelsen af Område 1 til 3. For hvert af de tre områder er der etableret en digegruppe.

NIRAS har i samarbejde med Slagelse Kommune og digegrupperne udarbejdet skitseprojekter til højvandsbeskyttelse af områderne 1-3. I nærværende dokument beskrives et projekt (dispositionsforslag) for Digeområde 1.

I forbindelse med udarbejdelsen har der været afholdt flere møder med de enkelte digegrupper, Slagelse Kommune, NIRAS, og Kystdirektoratet. Kystdirektoratets § 2 udtalelse af 17. maj, 2017 til det af digegruppe 1 valgte skitseprojekt er indarbejdet i nærværende projektbeskrivelse til højvandsbeskyttelse af Digeområde 1.

Forslaget er baseret på det af digegruppen valgte sikringsniveau, der er en reduktion af det teoretiske først besluttede sikringsniveau.

2 SIKRINGSNIVEAU

Digegrupperne har ønsket, at digerne projekteres så de kan modstå en fremtidig forventet 100 års højvandhændelse frem til år 2050. Der redegøres nærmere for det valgte sikringsniveau i det følgende.

Det anbefales at der under detailprojekteringen sker en verificering af de dimensionsgivende vandstands- bølgeforhold.

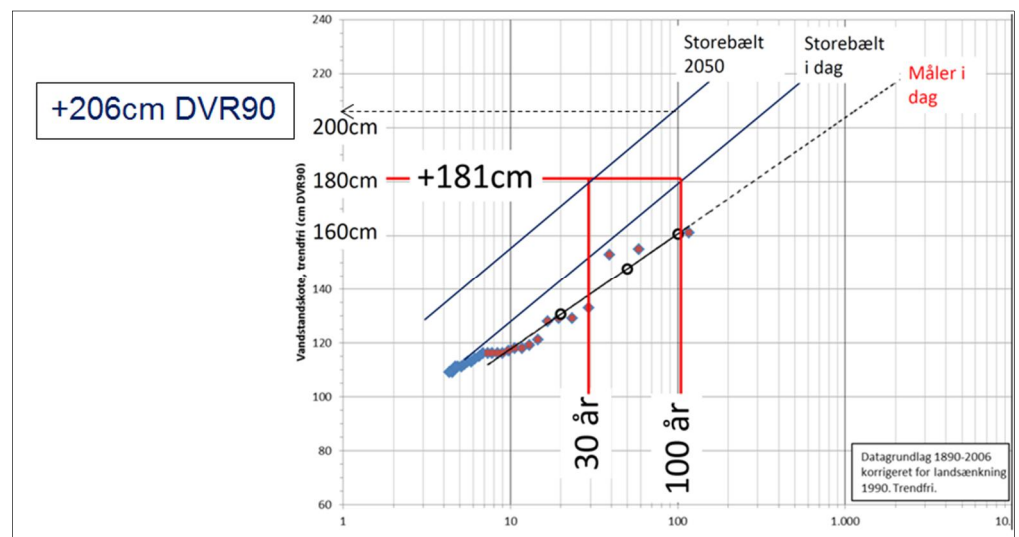
2.1.1 Vandstandsstatistik

Som grundlag for at vurdere 100 års hændelsen i dag har NIRAS valgt en forsigtig fremskrivning af den eksisterende højvandsstatistik fra Korsør havn til en højvandstatistik for Storebælt, hvor der er lagt vægt på de seneste ekstreme højvandshændelser, se Figur 2.1.

Til den statistiske 100 års højvandskote på +1,61 m DVR90 i havnen er der taget højde for lokal vindstuvning og bølgeopstuvning langs kysten med et tillæg på 0,2 m, således at en 100 års vandstandskote på kysten ud for de tre områder når op på +1,81m DVR90.

Effekten i de indre danske farvandede af den forventede globale havvandspejlsstigning vurderes af Kystdirektoratet til 0,25 m i år 2050, baseret på klimaforandringerne ifølge rapport fra FN's "Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)", 2013.

Herefter fås følgende **Sikringsniveau**: $1,81 + 0,25 = +206\text{cm DVR90}$ (Figur 2-1), svarende til 100 års vandstand i 2050.



Figur 2-1 Statistisk 100-års højvande ved Korsør og Halsskov i 2014 inklusive 0,25 m klimatilpasning resulterer i et designhøjvande på +2,06m DVR90.

2.1.2 Bølgetillæg

Foruden vandstanden indgår bølgerne i dimensioneringen af kystbeskyttelsen (højvandsbeskyttelsen).

I dette projekt er der tale om dimensionering af højvandsbeskyttelse og i Delområde C tillige om erosionsbeskyttelse (bølgebryder og skråningsbeskyttelse) opbygget i sten med tilhørende kompensationsfodring.

Sikringskoten på +2,06 m DVR90, som sikrer mod direkte indstrømmende havvand hen over konstruktionerne, skal øges med et bølgetillæg, som skal sikre, at bølgeoverskyllet hen over konstruktionen holdes under et givet acceptabelt niveau. Det er valgt at benytte et overløbskriterie på 2 l/s/m dige-konstruktion, der svarer til, at personer kan opholde sig bag diget uden at blive skyllet væk. Dermed kan der arbejdes bag digerne med at udlægge sandsække på diget, bortlede overskyllet vand, reparere diget og/eller evakuere værdier og mennesker i tilfælde af ekstrem stormflod.

Bølgetillægget er en variabel størrelse, som afhænger af flere faktorer først og fremmest: bølgehøjde og bølgeperiode samt hældning af digets forside, henholdsvis stenskråningen mod havet.

Bølgehøjden vurderes som den mest sandsynlige bølgehøjde, der kan forekomme samtidigt med passagen af den højeste vandstand under en 100 års vandstandshændelse. De højeste målte vandstande i år 1872 optrådte samtidigt med vind fra NØ, hvilket ikke gav anledning til høje bølger ved Halsskov (Ref./2/). I 2006 og 2013 forekom højvande derimod samtidigt med vind fra N og NV, som generede bølger mod kysten ved Halsskov.

I henhold til Ref. /2/ forekom de maksimale vinde under 2006 stormen ikke samtidigt med den maksimale højvandstand. Det skønnes på dette grundlag, at maksimalt højvande indtræffer med maksimale vindhastigheder på ca. 20 m/s fra NV, som over et frit stræk på 30 km kan generere bølger med en højde på ca. 2,1 m.

Område 1 ligger i læ af Storebæltsforbindelsens ankerblok ø, Halsskov rev og Halsskov Havn for bølger fra N og NV. NIRAS har vurderet, at bølgerne fra denne retning reduceres af diffraktion, refraktion, brydning og bundfriktion til en højde på 1 á 1,5 m ud for stranden i Område 1 og yderligere til 0,5 m inde i Halsskov Havn.

Det har ikke været indenfor rammerne af dette projekt at udføre modelberegninger af bølgepåvirkningen og en detaljeret statistisk analyse af sammenfaldende højvande og bølger. Men det vil være naturligt at bekræfte overstående vurdering om samtidigt højvande og bølgehøjder under myndigheds- eller detailprojekteringen.

Inde i havnen (Delområde A) forudsættes således den dimensionerende signifikant bølgehøjde $H_s = 0,5$ m med en middelbølgeperiode på $T_m = 4$ s. samtidigt med designvandstanden på +2,06 m DVR90.

Udenfor havnen (Delområde B og Delområde C) anvendes $H_s = 1,0 - 1,5$ m og $T_m = 4$ s. samtidigt med designvandstanden på +2,06 m DVR90.

Bølgetillægget beregnes for de enkelte konstruktionselementer i de relevante afsnit i kapitel 4.

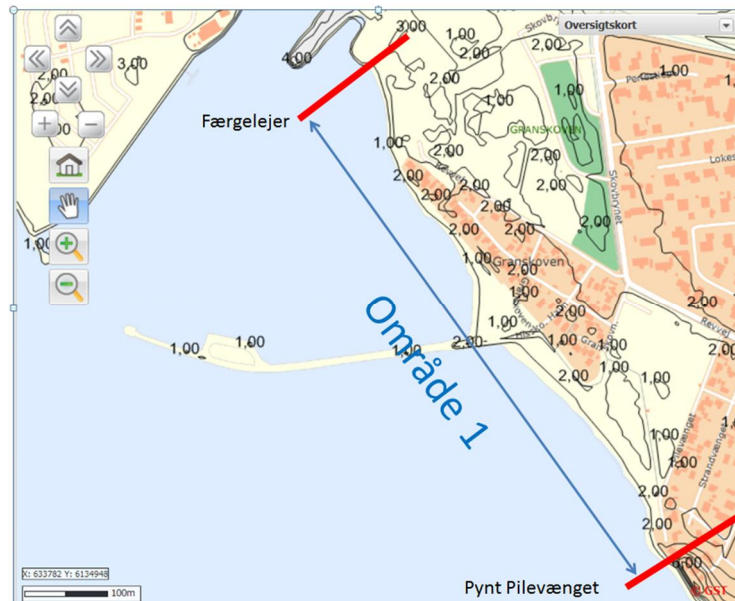
2.1.3 *Bølger til beregning af dæksten*

Dimensionering af størrelsen på dæksten i hårdbeskyttelsen afhænger af bølgehøjderne foran beskyttelsen og bølgeperioden.

Den dimensionsgivende bølgehøjde for stenstørrelsen er bestemt af de bølger, som kan nå konstruktionen uden at bryde.

3 KYSTANALYSE

Kyststrækningen for hele område 1 strækker sig fra pynten mod syd ved Pilevænget til havnens sydlige mole og videre ind i havnen til de tidligere færgelejer i Halskov Færgehavn (Figur 3-1)



Figur 3-1: Område 1

I de følgende afsnit analyseres kystudviklingen for de to områder, henholdsvis syd for havnen og inden i havnen.

3.1 Kysten syd for færgehavnen – Delområde B og Delområde C

Stranden på denne del er opbygget af sand, som er tilført fra nedbrydningen af klinten syd for pynten ud for Pilevænget (Figur 3-3)). På det meste af strækningen er udført kystbeskyttelse ved høfder. I den sydlige ende er pynten beskyttet af en stenkastning.



Område 1 set fra syd mod nord med eksisterende dige til højre



Område 1 (sydlige del af Delområde B) set mod syd hen mod pynten ved Pilevænget (Delområde C).
Bemærk: læsideerosion og parallelværk ved flisebelægning lige nord for høfden.



Delområde C set mod syd ved pynten hen mod klinten.
Bemærk: den kraftige stenskråningsbeskyttelse.

Figur 3-2: Billeder fra Område 1 i år 2016

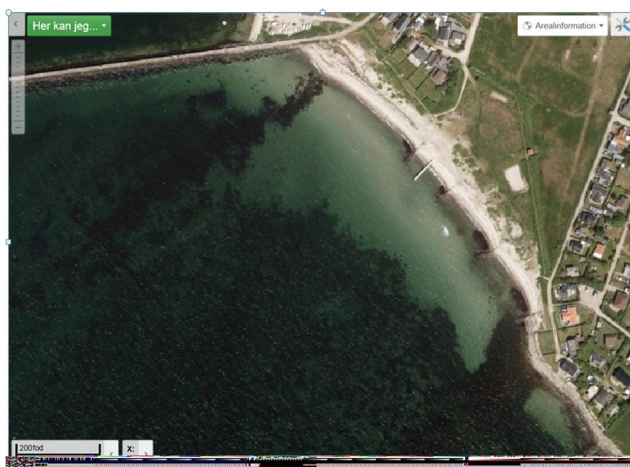
Det fremgår af luftfoto fra 1954, før Halsskov havn blev anlagt, at kystlinen fremstår som en guirlandekyst mellem to stenrev, der strækker sig ud i Storebælt (Figur 3-3).



1954 Kilde: Miljøportalen



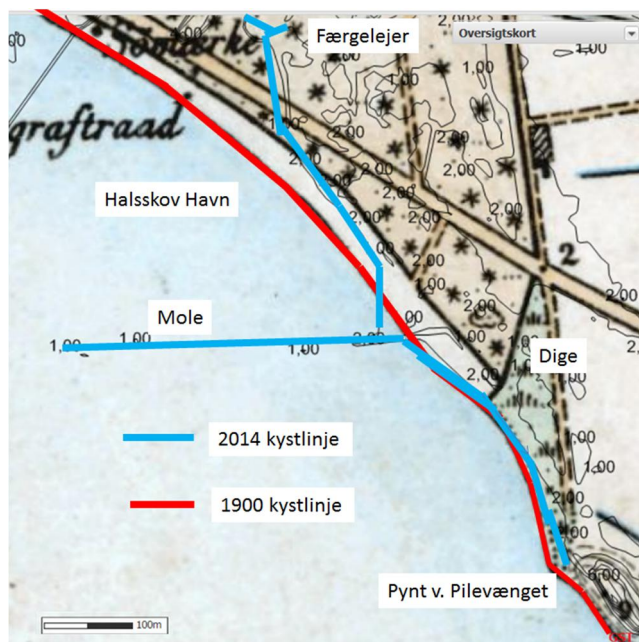
1995 Kilde: Miljøportalen



2014 Kilde: Miljøportalen

Figur 3-3: Kysten syd for molen i 1954, 1995 og 2014.

Bortset fra lokal erosion lige omkring pynten ved Pilevænget har kystlinien frem til den sydlige mole på Halsskov Havn ligget meget stabilt de sidste 130 år (Figur 3-4).



Figur 3-4: Kystlinje sammenligning 1900 til 2014. Der synes at være spor af det nuværende dige helt tilbage til år 1900.

I 1954, før klinten syd for pynten ved Pilevænget blev skræntbeskyttet, var der sandstrande op til revet og ralstrand lige ud for og lidt nord for pynten og derefter sandstrande videre mod nord op til molen (Figur 3-3 og Figur 3-5).

I 1995 er sandstrandene syd for pynten reduceret og der er sket en læside erosion nord for pynten, som nu er beskyttet ud for Pilevænget 29 og 31 med sten-kastninger og en høfde og parallelværk ved flisebelægning ud for nr. 27.

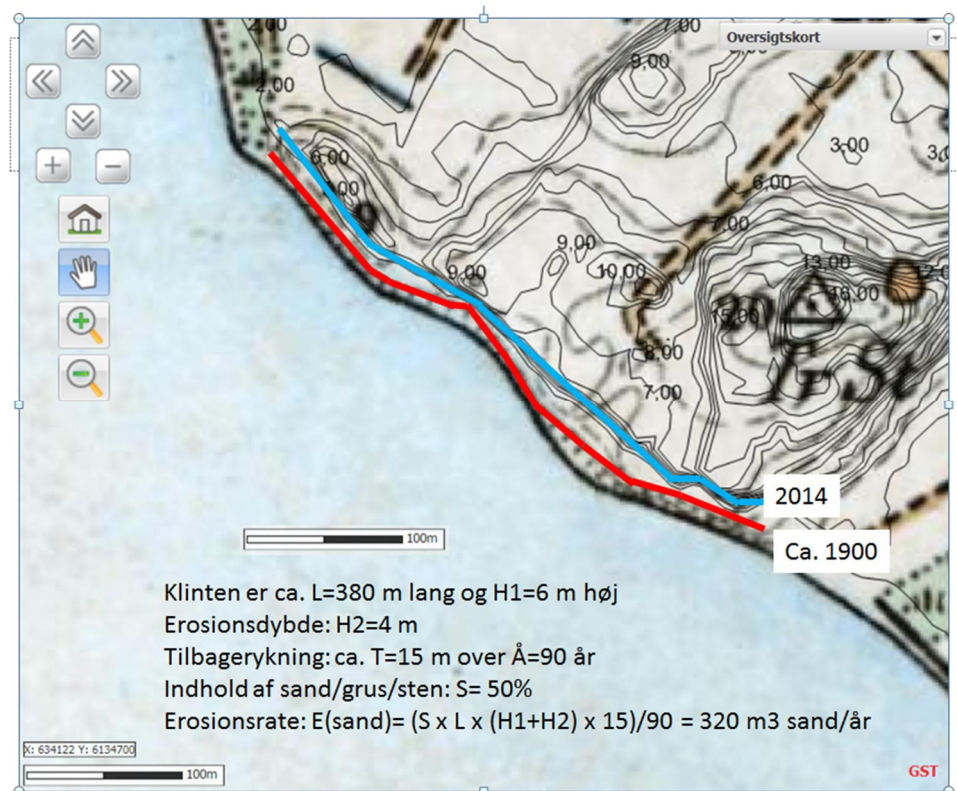


Figur 3-5: Udvikling af Pynten ved Pilevænget med vejnumre.

Læsideerosionen er yderligere tiltaget nord for høfden frem til 2014 grundet den reducerede tilførsel af sediment fra klinten, som er yderligere beskyttet med sten-kastninger.

Den gennemsnitlige årlige tilførsel af sand til Område 1 inden beskyttelsen af klinten er vurderet på grundlag af sammenligninger af kort fra 1890 med kort fra 2014. Frem til 1970-80-erne, dvs. i ca. 90 år, har klinten ligget ubeskyttet. Det fremgår, at klinten i denne periode er rykket ca. 15 m tilbage (Figur 3-6).

Erosionsdybden ude i Storebælt foran klinten vurderes at være i gennemsnit ca. 4 m, klinthøjden ca. 6 m og længden af klinten ca. 380 m. Det giver en samlet årlig nedbrydning på 640 m^3 af klinten. Det vurderes at halvdelen af klintmaterialet er så fint, at det forsvinder ud på større dybder, mens den resterende del af materialet (320 m^3) transporteres ligeligt mod henholdsvis digeområde 1 og digeområde 2. Det vil sige at digeområde 1 i perioden årligt tilføres 160 m^3 materiale.



Figur 3-6: Udvikling af Klinten de sidste 90 år. Der er eroderet ca. $640 \text{ m}^3/\text{år}$ materiale, hvoraf 50 % anses for at være sand, grus og ler som bliver i den aktive kystzone, mens silt- og lerfraktionen forsvinder væk fra kysten med strømmen.

3.2 Kysten inde i færgehavnen – Delområde A

Inde i havnen er der sket store kystlinieændringer som følge af bygningen af Halsskov Færgehavn i 1957. Havnens opførelse bevirkede en ændring af kystlinien grundet anderledes bølgeforskel (både naturlige og især bølger skabt af færgernes bevægelser).



Figur 3-7: Halskov Havn i 1995 med sandstrand inde i havnen.

For at skabe plads til Vognmandsrutens færger i havnebassinet i 1983 blev der uddybet til tæt ind på stranden (Fig. 3-8) . Vanddybden er 5 m i en afstand fra kystlinien på 35 – 50 m og hældningen af havbunden varierer fra 1:8 til 1:10.



Figur 3-8: Dybdeforhold i havnen efter anlæg af oplæggerplads for færger.
Kilde: Den Danske Havnelods – nu ikke længere tilgængelig for Halskov Havn

Færger ligger tæt på kysten og skaber læ for indkomne bølger, se billede fra 1999 (Figur 3-9).



Figur 3-9: Billede fra 1998 med vognmandsruten og bilfærger.

Efter at færgetrafikken indstilles i 1998 ophører alle bølgerne fra skibene og naturlige bølger gennem havnehullet resulterer i en ændret ligevægt, som illustreret med gul linie på billede Figur 3-10.



Figur 3-10: Billede fra 2012, der med gul linie indikerer den fremtidige ligevægts kystlinie, som vil blive resultatet uden der var blevet grebet ind udviklingen.

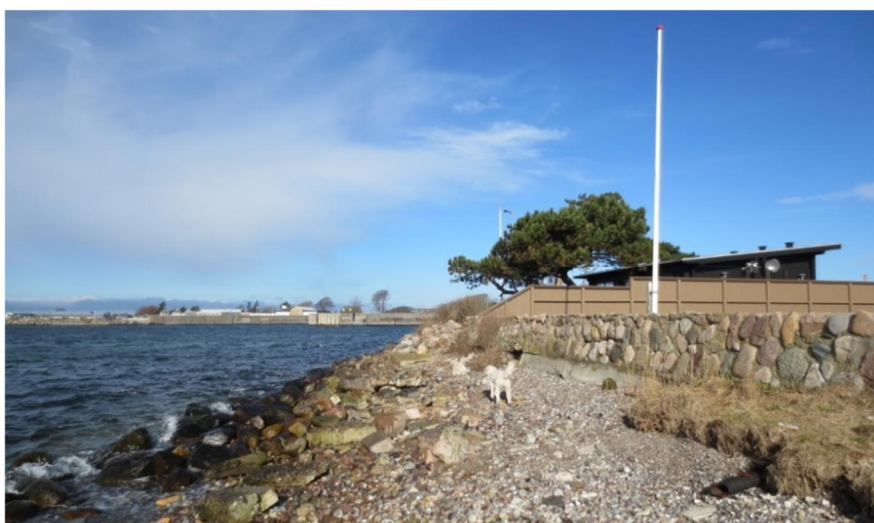
Bølgerne eroderer i midterstykket og trækker den finere fraktion af sandet ud på det nærliggende dybe vand i havnen og de grovere dele ud til hver side langs kysten.

Denne erosion er søgt bremset med stenkonstruktioner, se billederne nedenfor på Figur 3-11 og Figur 3-12.

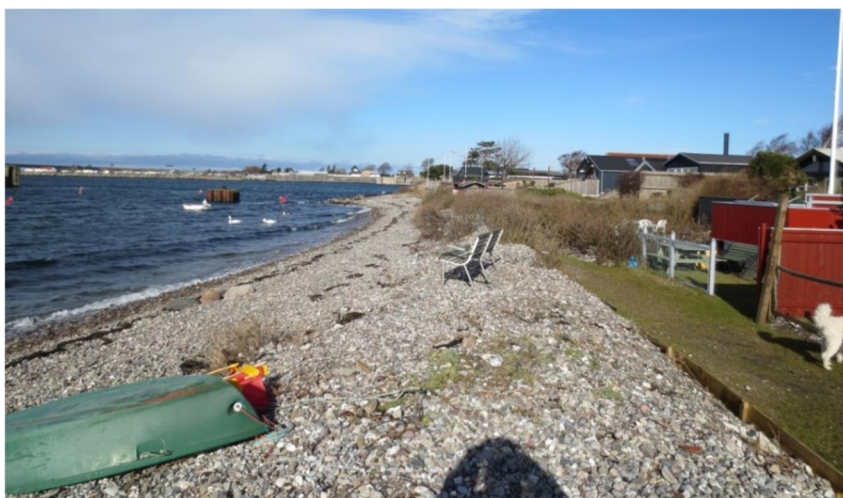
Stenene reducerer erosionen på pynten og blokerer derved tilførsel af materiale til de tilstødende strande. Det har resulteret i at kysten over årene er forvandlet fra en sandkyst til en mere stenet kyst.



Figur 3-11 Strand med beskyttende sten og ral set fra midten af Delområde A og mod syd.



Figur 3-12 Kysten set fra syd mod nord midt på Delområdet med stenskråningsbeskyttelse udfor det nordligste og yderste hus og stenbeskyttelse med betonbrokker ved vandlinjen syd herfor.



Figur 3-13 Ralstrand set fra den sydlige del af Delområde A i færgehavnen mod nord.

Sammenlignet med den mere eksponerede klintkyst, som rykkede tilbage med ca. 0,17 m/år (Ref./2), før den blev beskyttet, vurderes erosionen af kystlinien i havnen at have været i størrelsesordenen 0,1 m/år, hvis der ikke var blevet erosionsbeskyttet mod dels direkte bølger og bølger fra færgerne.

Det bemærkes, at sandfodring ikke er velegnet til højvandsbeskyttelse på denne lokalitet, idet de fine fraktioner af sandet hurtigt vil blive trukket ud på de nærliggende store vanddybder og de grove dele vil blive transporteret væk fra midtområdet henholdsvis mod NV og SØ.

4 PROJEKT FOR HØJVANDSSIKRING AF DIGEOMRÅDE 1

Forslag til højvandsbeskyttelsen kan naturligt deles op i tre geografiske områder (Figur 4-1):

- A: Kysten beliggende inde i Halsskov havn, der er delvist beskyttet af havnemolerne mod bølger.
- B: Sandstranden mellem den søndre havnemole og hen til pynten ved Pilevænget, i dag beskyttet af et tilbagetrukket jorddige
- C: Beskyttelsen af Pynten ved Pilevænget



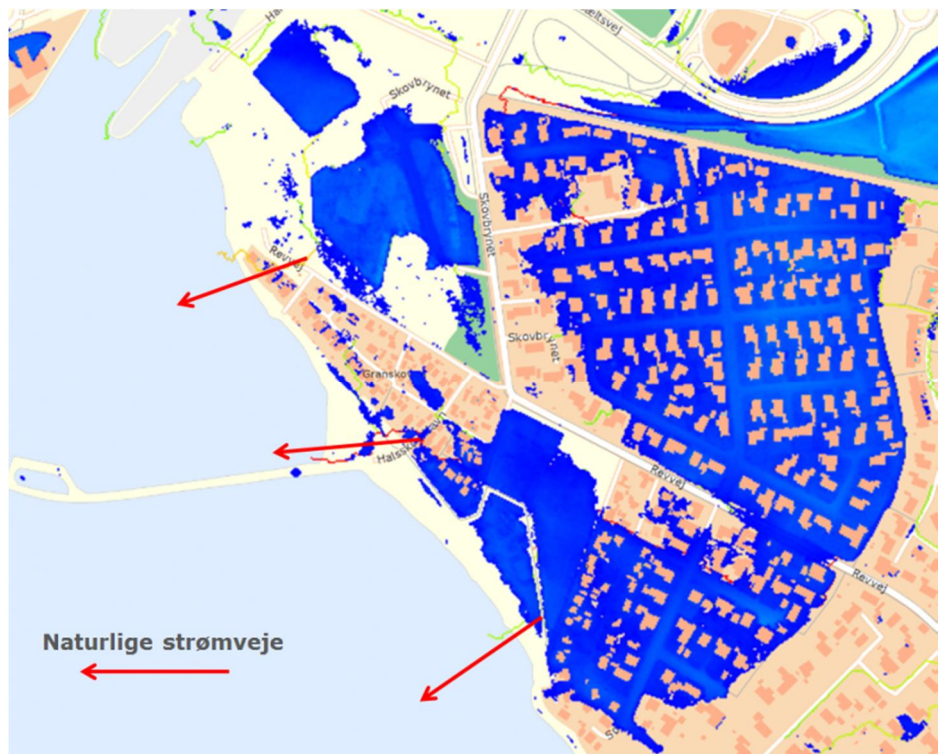
Figur 4-1 Opdeling af Digegruppe 1 i tre Delområder. A: inde i Halsskov Havn; B: mellem havnen og pynten ved Pilevænget; C: Pynten ved Pilevænget. Tegn. C3_400.

Den endelige justering af skitseprojekt til det af digegruppen valgte projekt for hvert af de tre Delområder A, B og C (Figur 4-1) præsenteres i afsnit 4.2, 4.3 og 4.4.

Kystdirektoratet har vurderet, at område 1 opfylder kravene for kystbeskyttelse.

4.1 Generelt om drænforhold

Den naturlige opsamling af regnvand foregår i dag i de blå områder (Blue spot) indikeret på (Figur 4-2), som også viser de naturlige strømveje fra regnvandsbassinerne til havet. Regnvandet kan opsamles bag diget i drænet/grøften og føres langs diget til en udløbsstruktur, som enten udføres som en ledning gennem diget med højvandslukke eller som en pumpebrønd, hvorfra vandet pumpes hen over diget ud i havet. Afløbsforholdene udformes nærmere i forbindelse med myndigheds- eller detailprojekteringen.

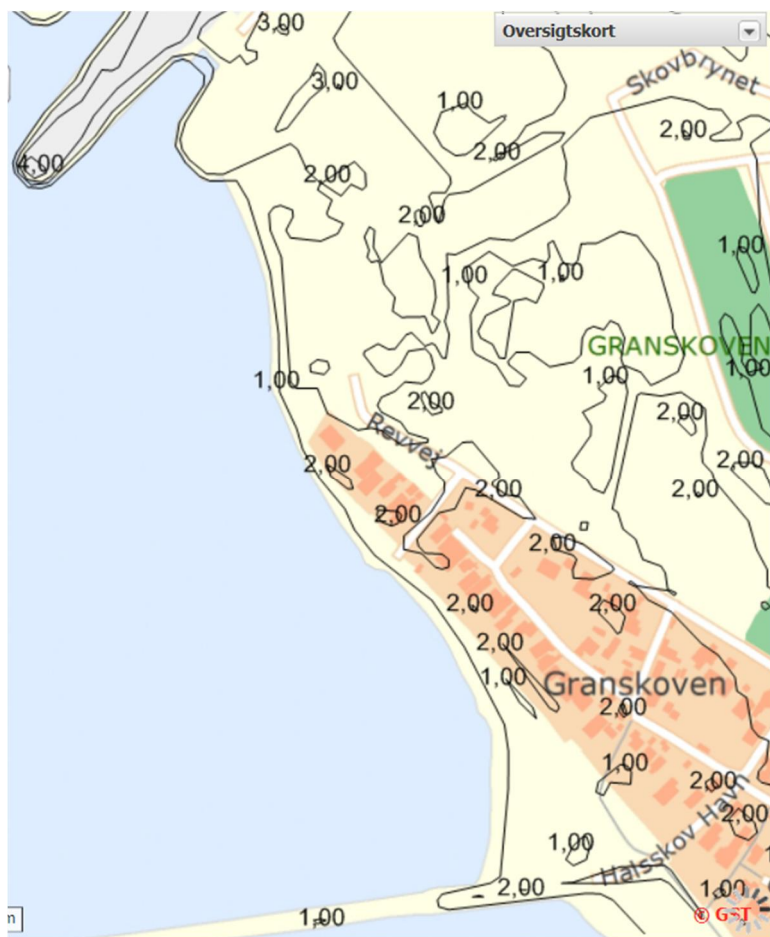


Figur 4-2 Afstrømningsforhold. Blå områder viser hvor vandet opsamles under nedbør. Pilene viser de naturlige strømveje fra bassinerne.

4.2 Projekt for Delområde A: Inde i Halsskov Havn

4.2.1 Udfordring i Delområde A

Kyststrækningen er nærmere beskrevet i afsnit 3.2. Hele området ligger under sikringskoten på +2,06 m og er derfor truet af oversvømmelse (Figur 4-3). Desuden er en del af kyststrækningen udsat for mindre erosion, som er imødegået ved hårdbeskyttelse, der vurderes ikke at være ulovlig.



Figur 4-3 Koter i Delområde A i Område 1. Ejendommene ligger i kote ca. +2m mens større områder i den nordlige del ligger i kote +1m.
Grundkort fra Slagelse Kommune

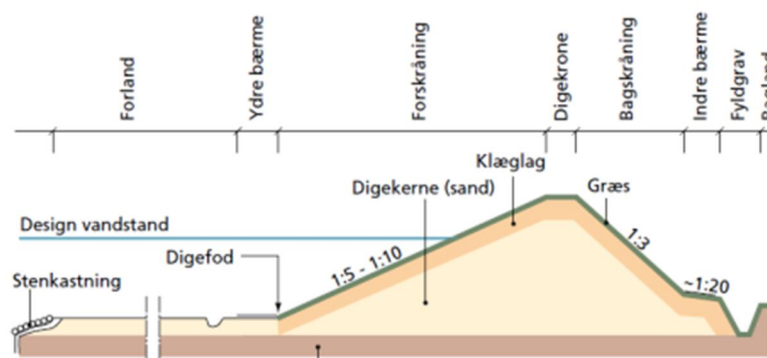
Kyststrækningen er i dag beskyttet af et lavt dige med topkote i ca. +1,5 m.



Figur 4-4 Delområde A set fra syd mod nord fra grænsen til Delområde B i syd.
Beskyttet af et lavt dige med topkote i ca. +1,5 m.

4.2.2 Beskyttelsesstrategi for Delområde A

Den billigste måde at beskytte mod oversvømmelse er at anlægge et jorddige med en passende hældning på 1:3 á 1:10 på forsiden ud mod havet og 1:1,5 á 1:3 på bagsiden mod land.



Figur 4-5 Principsnit i dige med flad forskråning. Kilde: Kystdirektoratet.

Illustration af dige med flad forskråning. I Delområde A kræver det en bredde på 20 – 40 m i kote 0 ved en digekrone i kote + 2,5. Dette tillader pladsen ikke med mindre der bygges ud i havet.

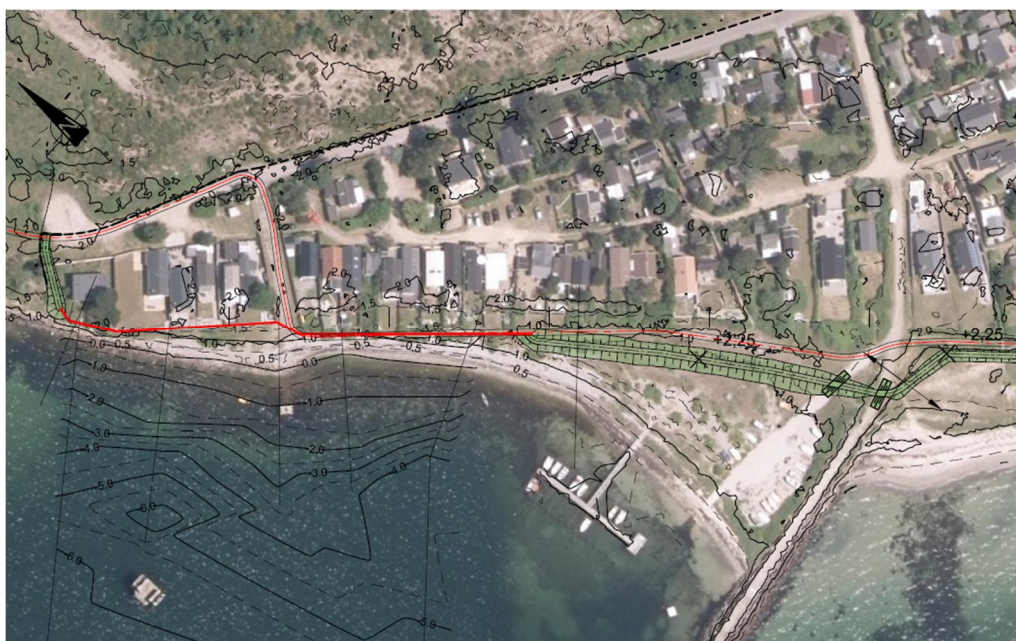
Når jorddiget ligger tæt på kysten og dermed udsættes for bølgepåvirkninger skal det beskyttes mod bølgenes erosion typisk med lag af sten af en passende størrelse så bølgerne ikke flytter stenene og eroderer diget.

Hvor der ikke er plads til at placere et jorddige med erosionsbeskyttelse, som fylder med hældninger og kronebredde, erstattes diget af en beton mur.

På grundlag af en vurdering af de naturlige forhold med en blanding af frie arealer og bebyggelse tæt på kysten og ønsker fra andelsforeningen, Granskoven foreslås den samlede højvandsbeskyttelsen opdelt i fire følgende dele (Figur 4-6):

1. Jorddige fra grænsen til Delområde B justeres i længde (110 m) og tilpasses tilslutningen til betonmuren. Diget udstyres med to overgange henholdsvis til stranden og til molen;
2. Der udføres sammenhængende beton-højvandsmur med i topkote + 2,25 m
 - a. Frem til Oplæggervej (80 m);
 - b. Fra Oplæggervej til skel ved de nordligste og yderste hus (50 m) udføres muren umiddelbart foran de eksisterende mure, der ikke har tilstrækkelig højde;
 - c. Foran det nordligste og yderste hus opføres en ny mur (15 m) op til kote + 2,25 m fra skel i øst og ind over grunden langs 1,5 m højdekurven;
 - d. Vest for det nordligste og yderste hus udføres en fløjmur (5 m) med topkote + 2,25 m langs skel;

3. Ralfodring - det naturlige materiale på strækningen - udføres i fornødent omfang for reduktion af bølgeopskyl. Ralfodring anslået til 6 m^3 pr. m, men ønskes af digegruppen/andelsforeningen reduceret mest muligt. Dette vil blive foretaget under detailprojekteringen.
4. Diget op mod færgeløjerne udføres ikke under dette projekt, da kommunen for sikring af arealet mod oversvømmelse vil gennemføre en forhøjning af terrænet som et særskilt projekt til kote + 2,5 m. Der udføres dog et afskærende jorddige mellem kommunens areal og Granskoven langs skellet ved det nordligste og yderste hus indtil 2,2 m niveaukurven i baglandet med en længde på 20-30 m. Kommunens projekt forventes muligvis senere integreres i det samlede projekt.



Figur 4-6 Plan af højvandsbeskyttelse i Delområde A i Område 1. Se plantegning C3_401. Rød markering angiver betonmur og grøn markering jorddige.

4.2.3 Dimensioneringskriterier for Delområde A

Der er anvendt følgende dimensioneringskriterier:

- Vandstand: +2,06 m
- Bølger til brug for beregning af bølgeoverskyl: $H_s = 0,5 \text{ m}$; $T_m = 4 \text{ s}$.
- Max. Overskyl: 2 l/s/m konstruktion.
- Bølgetillægget beregnes på grundlag af EuroTop, Ref./4/.
- Bølgeopløb: $0,9 \times H_s \sim 0,45 \text{ m} > \text{Topkote } 2,5 \text{ m}$
- Overkørsler udformes så de kan bære lette køretøjer

Med den valgte reducerede topkote på 2,25 m skal bølgeoverskyl endeligt verificeres i detailprojekteringsfasen.

4.2.4 Begrundelse for valgt løsning

Det mest omkostningskrævende konstruktionselement i skitseprojekt april 2016 var ombygning, forhøjelse og forstærkning af stenskråning ved det yderste hus, der i anlægsbudgettet beløber sig til i alt ca. 1,3 mio. kr. plus en omfattende og bekostelig sandfodring. Denne løsning er nu fravalgt, men den eksisterende skråningsbeskyttelse bevares og vedligeholdes fremover.



Figur 4-7. Skråningsbeskyttelse ved det nordligste og yderste hus

De eksisterende højvandsmure mellem Oplæggervej og det nordligste og yderste hus har ifølge digegruppen's opmåling ikke tilstrækkelig højde (oprindeligt fastlagt til kote + 2,5 m). Derfor har digegruppen/andelsforeningen besluttet, at der opføres en ny gennemgående betonmur umiddelbart foran de varierende eksisterende mure. Topkoten på denne mur må ikke være højere end kote + 2,25 m.



Figur 4-8. Eksisterende højvandsmure.

4.2.5 *Beskrivelse af beskyttelsen på Delområde A – Granskoven*

Der er indført en ændret stationering startende med St. 0 ved det nordligste og yderste hus og stigende mod Delområde B. Overgang til område B er i St. 280.

Fra område B St. 280 – midt på bebyggelsen St. 145

Her udføres projektet identisk med tidligere skitseprojekt, april 2016.



Figur 4-9. Eksisterende dige forhøjes

Der anlægges et 135 m langt jorddige med kronekote + 2,25 m forsynet med to dige-overgange til henholdsvis molen og bådpladser/bådebro.

Adgang langs kysten foregår som nu på diget og fortsætter via en jordrampe indbygget i diget ned bag højvandsmuren på den følgende strækning.

Fra midt på bebyggelsen St. 145 til Oplæggervej St. 65



Figur 4-10. Nuværende adgang langs stranden bevares

På strækningen etableres en 80 m lang betonmur med topkote + 2,25 m, der tjener højvandsbeskyttelsen. Muren anlægges ca. 2,1 m fra matrikelskel og drejes udfor Oplæggervej ind til den eksisterende højvandsmur foran de yderste huse.

Der er ikke behov for dige-overgang ud for Oplæggervej.

Adgang langs kysten foregår bag muren til Oplæggervej.

Foran muren justeres/udjævnes de nuværende ralbænke.

Fra Oplæggervej St. 65 til det yderste hus St. 15

De eksisterende mure bevares og umiddelbart foran etableres en ny højvandsmur med topkote + 2,25 m.

Inden de nye mure etableres reparerer de yderste 5 á 6 m af muren, der er undermineret.



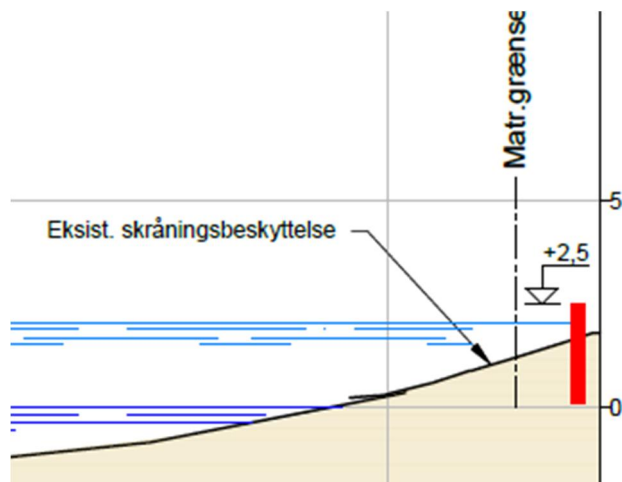
Figur 4-11. Reparation af eksisterende højvandsmur

Foran højvandsmuren udlægges ral i et nærmere ved detailprojektering bestemt omfang, hvilket i projektet/dispositionsforslaget er vurderet til 6 á 7 m³/m.

Der er som i dag ingen adgang rundt om det nordligste og yderste hus. Adgangen frem til det kommunale område foregår via Oplæggervej og ad Revvej bag bebyggelsen.

Foran det nordligste og yderste hus St. 15 til St. 0

Stenskråningen bibeholdes som den fremtræder i dag. Som højvandsbeskyttelse anlægges på matriklen bag skråningen en 15 m lang betonmur med topkote + 2,25 m. Denne mur fortsættes 5 á 6 m ind i land udenfor og langs med matrikel-skel.

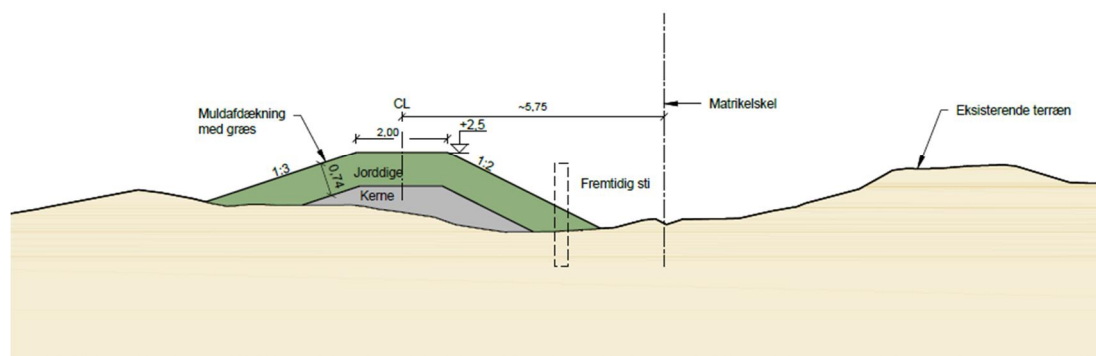


Figur 4-12. Ny højvandsmur anlægges delvist inde på matriklen. Muren tilsluttes højvandsmuren i det sydøstlige hjørne og følger kronen af stenskråningen ind bag matrikel-skel mod nordøst.

Fra St. 0 frem til vendeplads på vejen

Langs skellet ved det yderste hus udføres i forlængelse af betonmuren muligvis et afskærende jorddige. Dette anlægges til imødegåelse af vandindtrængning fra den kommunale grund, hvis højvandsbeskyttelsen her ikke udføres.

Det kommunalt ejede areal behandles i et særskilt projekt, hvor det er hensigten at opfylde arealet ovenfor jordskråningen langs kystlinien med 0,5 m jord til minimum kote + 2,5 m. Fra Revvej og frem til havneanlægget anlægges på opfyldningen en gangsti. Hvis dette projekt fremskyndes udgår det ovenfor nævnte afskærende jorddige.



Figur 4-13 Tværsnit 2b. Digebeskyttelse på de tilstødende strækninger, se Tegn. C3_410.

4.2.6 Beredskab for Delområde A

For Delområde A er etableret et lokalt beredskab, der allerede har været i funktion. I Granskoven er der blandt beboerne etableret en telefonkæde.

Beredskabsindsatsen består i at fylde sand/grus i sække som oplægges på den etablerede højvandsbeskyttelse.

4.3 Projekt for Delområde B: Mellem havnemolen og pynten ved Pilevænget

4.3.1 Udfordring i Delområde B

Kyststrækningen er nærmere beskrevet i afsnit 3.2.

På nær et mindre område i midten af delområdet ligger hele området under sikringshøjden på +2,06 m og er derfor truet af oversvømmelse (Figur 4-14).



Figur 4-14 Koter (DVR90) i Delområde B i Område 1. På nær et mindre område ligger hele området under den valgte sikringskote på +2,06 m.

Kyststrækningen er i dag beskyttet af et dige med topkote i ca. +1,8 m (Figur 4-14). Diget forløber fra nord langs stranden og ind i land, hvorefter det drejer og løber som et tilbagetrukket dige lige ned mod pynten ved Pilevænget.

Foruden diget beskyttes dette område af en naturlig klit med et topkote på ca. +1,7 m. Lavningen mellem klitten og diget (Figur 4-15) er i dag registreret som strandeng og anvendes delvist til rekreative formål.



Lavningen mellem klitten til højre og diget til venstre set mod syd mod Pilevænget.



Set mod nord fra Pilevænget med diget i forgrunden til højre.

Figur 4-15 Billeder fra Delområde B i Område 1

Ved den meget begrænsede nordgående materialetransport langs stranden forventes den stabiliserende virkning fra høfderne at være begrænset bortset fra den sydligste høfde, som fremover indgår som en del af beskyttelsen af pynten.

Sammenligning af kystudviklingen i området viser også, at kystlinien stort set ikke har bevæget sig de sidste 20 år. Det kan derfor overvejes at høfderne fjernes på denne strækning og stenene anvendes til de foreslåede hårdekonstruktioner (bølgebryder eller skråningsbeskyttelse) ved Pilevænget.

4.3.2 *Beskyttelsesstrategi for Delområde B*

Den valgte og billigste løsning vil være at forstærke det eksisterende jorddige, hvilket også er valgt. Løsningen har tillige den fordel at bølgeopskyl på det tilbagetrukne dige er neglicibel på grund af ruheden af terrænet.

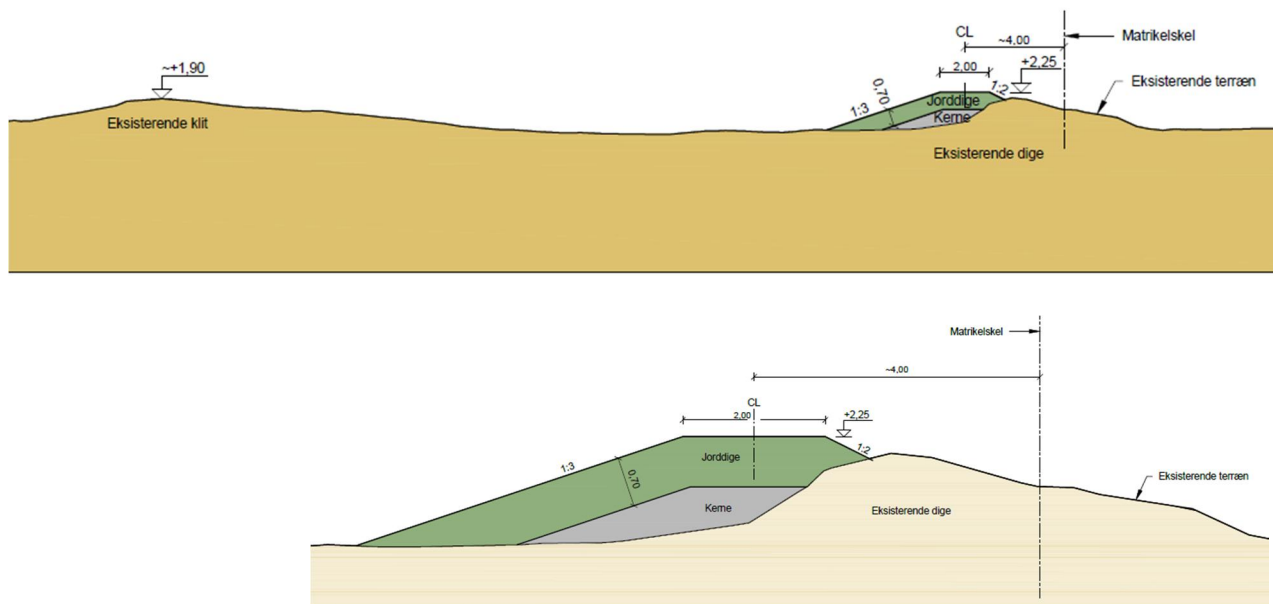
4.3.3 Dimensioneringskriterier for Delområde B

Der er anvendt følgende dimensioneringskriterier:

- Vandstand: +2,06 m DVR90;
- Bølger: $H_s = 1$ m; $T_m = 4$ s.
- Ubrudt bølgehøjde over forklit: $H < 0,2$ m;
- Max. Overskyl: 2 l/s/m konstruktion

4.3.4 Forstærkning af eksisterende dige i Delområde B

Projektet omfatter en forstærkning (Figur 4-16) af det eksisterende dige så det opfylder det valgte sikkerhedsniveau.



Figur 4-16: Forstærket Digeprofil. Se Tegn. Nr. C3_410, tværsnit 3,

Diget forhøjes inklusive et bølgetillæg på 0,19 m til en topkote i + 2,25 m med anlæg 1:3 mod havet og anlæg 1:2 mod land.

4.3.5 Beredskab for Delområde B

Der vurderes ikke at være behov for et lokalt beredskab for Delområde B.

4.4 Projekt for Delområde C: Pynten ved Pilevænget

4.4.1 Udfordring i Delområde C

Kyststrækningen ved pynten er nærmere beskrevet i afsnit 3.1.

Kyststrækningen er i dag beskyttet af et dige med topkote i ca. +1,8 m. Diget er yderligere beskyttet af en hofde, et mindre stenglacis og en regulær stenkastning (Figur 4-17).

Diget når helt ud til vandkanten i dette Delområde og er derfor særligt udsat for bølgeangreb. Desuden er hele beskyttelsen af Område 1 afhængig af at dette

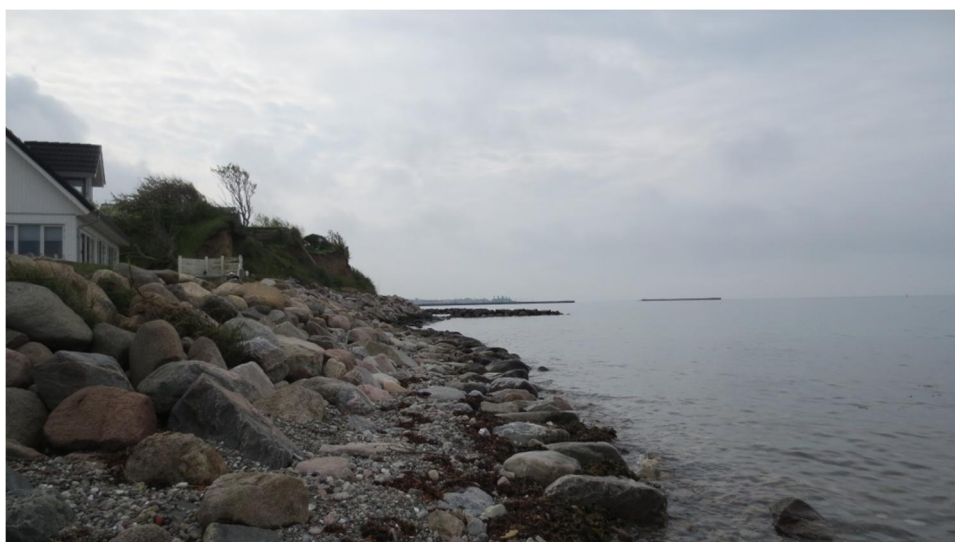
område beskyttes, idet en oversvømmelse kan brede sig herfra til det meste af Område 1.

Kystdirektoratet (KDI) har foreslået at minimere størrelsen og forløbet af stenkastningen således, at denne får et jævnt forløb fra stensætningen langs klinten, rundt om pynten til stranden i Delområde B. KDI ønsker dels at udstrækningen ud i Storebælt skal minimeres for at tillade så meget som muligt sedimenttransporten langs kysten passerer pynten, dels at der udføres kompensationsfodring. Desuden ønskes der skabt en fri passage rundt om pynten.



Diget i Delområde C i Område 1: Set mod syd.

Diget er i dag sikret med et glacis, høfder og stenkastning som ses i baggrunden.



Stenkastningen – sten skråningsbeskyttelsen - rundt om pynten.

Figur 4-17 Billeder fra Delområde C i Område 1.

Beboerne ønsker generelt, at beskyttelsen af Delområde C sikrer mod oversvømmelse på lige fod med alle andre dele af digebeskyttelsen i Område 1.

Hertil ønsker beboerne lige bag beskyttelsen, at stenkastningens topkote bliver så lav som muligt for ikke at reducere udsigten over havet, dog uden at gå på kompromis med sikkerheden. Tillige ønsker beboerne ingen restriktioner/forhindringer for benyttelse af den del af matriklen, der ligger havværts for vejen.

4.4.2 *Beskyttelsesstrategi for Delområde C*

For at sikre mod beskadigelse af diget fra store bølger i kombination med 100 års højvande inklusive klimatillæg er det nødvendigt at forstærke den eksisterende skråningsbeskyttelse.

For at belyse mulighederne for at begrænse omfanget af hård skråningsbeskyttelse og pyntvirkningen ved at inddrage dele af de private grunde er der tidligere udarbejdet en løsningsvariant for området. Denne er imidlertid fravalgt.

Projektet skal opfylde borgernes krav til den samlede sikkerhed, lokale ønsker om at sikre det frie udsyn ved en så lav en konstruktion som muligt samt muligheden for fri passage langs stranden.

Her skal redegøres for mængden af overskyl og hvordan denne håndteres under situationer med høj vandstand og store bølger.

For at reducere højden af stenkastningen udføres en bølgebryder foran stenkastningen. Bølgebryderen udformes med en højde som gør at den bryder alle de største bølger fra SV, som typisk indtræffer ved daglig vande og eller lavvande. Ved højvande fra nord og samtidige store bølger fra nord bremser bølgebryderen de største bølger og tillader kun bølger med begrænset højde (ca. 0,5 m) at nå stenkastningen. Derved kan højden af stenkastningen holdes nede og udsigten bevares.

4.4.3 *Dimensioneringskriterier for Delområde C*

Der er anvendt følgende dimensioneringskriterier:

- Vandstand: +2,06 m
- Bølger til beregning af stenstørrelser: $H_s=1,2$ m og $T_m=4,5$ s
- Bølger til brug for beregning af bølgeoverskyl: $H_s=0,5$ m; $T_m=4$ s.
- Max. Overskyl: 2 l/s/m konstruktion.
- Bølgetillægget beregnes på grundlag af EuroTop, Ref./4/.
- Stenkastningerne dimensioneres på grundlag af Van Der Meer's dimensioneringsformler, Ref./5/

Med en topkote på +2,5 m vurderes den sammensatte konstruktion (Figur 4) bølgebryder og stenkastning at reducere overskyllet til ca. 2 l/s/m konstruktion (EuroTop).

Stenstørrelserne på dækstenene dimensioneres på grundlag de dybdebegrænsede bølger, som kan nå konstruktionen fra SV under daglig vande og/eller de bølger som når konstruktionen fra N under højvande. I begge tilfælde vurderes bølge højden at være ca. 1,2 m med en periode på ca. 4-5 s.

4.4.4 Beskyttelse af Delområde C - Udformning, plan og snit

Beskyttelsen er vist på plantegning på Figur 4-18 og på snittegning på Figur 4-13.



Figur 4-18 Plantegning af kystbeskyttelsen i område C. Det fremgår at kystbeskyttelsen optager areal fra matrikel 84df og 84dg. Se Tegn. Nr. C3_403.

Projektet for beskyttelsen omfatter:

- En 80 m lang gennemgående bølgebryder langs størstedelen af hele skråningsbeskyttelsen på lavt vand med topkote i kote +1,4 m
- En 6 m bred passage sti med topkote i kote +0,5 m, som er opbygget af 220m³ ral og sand, som kompensation for erosion af det beskyttede område.
- En 95 m lang forstærkning og forhøjelse af den eksisterende beskyttelse med ét lag ekstra dæksten til en kronekote på +2,5 m.
- En indbygning af en 46 m lang og 2 m høj spunsvæg med topkote i +2,5 m langs bagsiden af den eksisterende skråningsbeskyttelse ud for Pilevænget nr. 29 og 31 til at forhindre at vandet trænger gennem og under stenkastningen og videre ind i det stenopfyldte område under ekstremt højt vand. Spunsvæggen fores med jord på bagsiden til kote +2,5m. Det er vanskeligt at nedbringe spunsvæggen ved ramning pga. store sten i undergrunden. Derfor skal der udgraves og fyldes og med lerjord som hindrer gennemstrømningen. Det anbefales at udføre forundersøgelser til optimering af designet
- En forhøjelse af det eksisterende dige til krone kote på +2,5 m på en strækning af 50 m.

- En 45 m lang drænkanal i beton forsynet med kørerist - beliggende i terræn (topkote i ca. +1,5 m) fra jorddiget langs vejen til husgrunden på Pi-levænget 31- til opsamling af vand, der ledes til en pumpebrønd.



Figur 4-19: Illustration af drænkanal – foto fra Køge. Dimensioner tilpasses de aktuelle forhold i digeområde C.

- En pumpebrønd, som kan benyttes til at pumpe vand, som skyller over i tilfælde af samtidigt forekommende ekstrem højvande og høje bølger, over diget og ud i Storebælt.

Denne løsning kræver et beredskab –se 1.1.6 nedenfor- som kan aktiveres i sjældne tilfælde i forbindelse med meget store højvandssituationer over +1,5 m og samtidige store bølger til sikring og bortledning af evt. overskyl fra bølgerne.

Det er vanskeligt at vurdere overskyllet fra en sammensat konstruktion. Men NIRAS vurderer, at overskyllet er indenfor de specificerede 2 l/s/m i designsituationen.

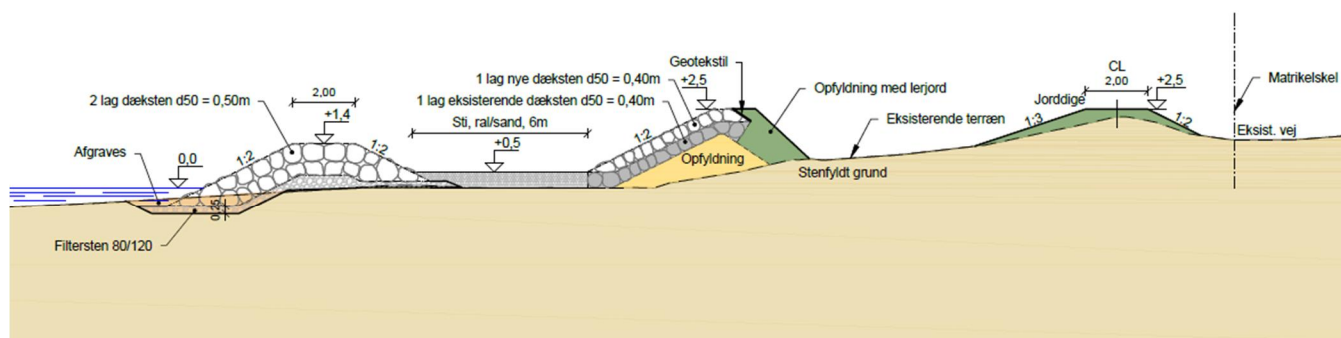
Det anbefales at der under detailprojekteringen foretages en verificering af overskyllet og optimering af profilet samt endelig fastlæggelse af drænkanal.

Arealet bag diget reguleres, så vandet løber ned i drænkanalen og derfra videre til pumpebrønden. Beredskabet kan så tømme vandet væk fra denne brønd ud over diget.

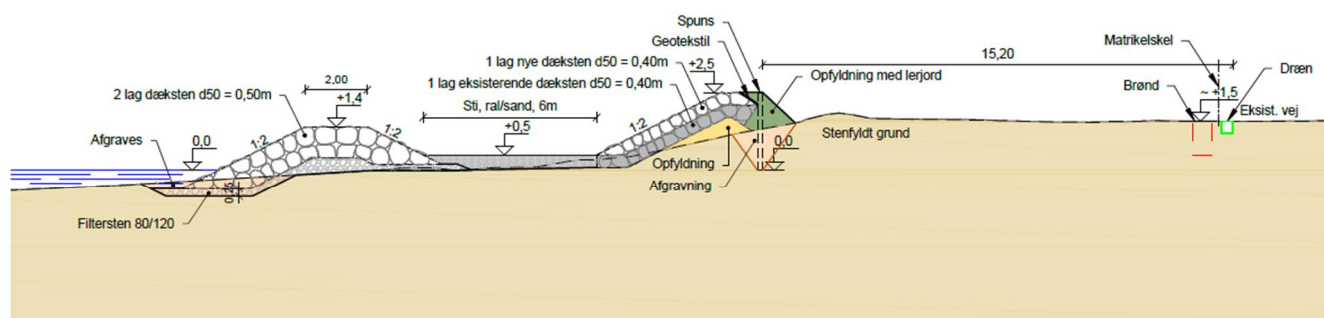
Overskyllet vil ske langs den 50 m lange strækning med spuns. Langs resten af stenkastningen vil overskyllet blive samlet op mellem stenkastningen og jorddiget og naturligt løbe tilbage til Storebælt. Det vare ca. 3 timer at opfylde arealet mellem konstruktionerne uden tilbageløb.

Kystbeskyttelsen går rundt om pynten i en blød kurve om rammer diget og beskytter diget på den sidste halvdel hele vejen. Beskyttelsen på hele vejen hen forbi matrikel 34f og 34m (Figur 4-18) er nødvendigt, da der kan forekomme store bølger og høje strømhastigheder, som kan erodere stranden på denne strækning.

Tværsnit gennem beskyttelse er vist i Figur 4.



TVÆRSNIT 4a, 1:150



TVÆRSNIT 4b, 1:150

Figur 4-20 Tværsnit 4a og 4b gennem beskyttelsen af pynten. Mål og koter i meter. Se Tegn. Nr. C3_413.

Løsningen har følgende egenskaber:

- Den yder en meget robust beskyttelse mod oversvømmelse ved at bryde alle bølger foran konstruktionen med vandstande under +1,4m og kun tillade reducerede bølger at slipper igennem under de meget sjældne forhold med ekstremt højvande og samtidigt store bølger. Alle situationer med stærke vinde og store bølger fra syd sker normalt ved daglig vande eller lavvande, hvorved den også giver anledning til opsamling af grovere sand bag bølgebryderen;
- Den giver mulighed for stipassage uden mulighed for direkte indkig til de bagvedliggende grundejere;
- Der kan sand og ralfodres til vedligeholdelse (kompensation for erosion) af stiforbindelsen;

- Samme konstruktion kan benyttes langs klinten syd herfor til skabelse af en stiforbindelse;
- Den kan klimatilpasses ved at øge den ydre bølgebryder med de generelle vandstandsstigninger og evt. justere topkoten på skråningsbeskyttelsen;
- Den bygger på en mindre udvidelse med den eksisterende skråningsbeskyttelse med et dæklag af 40 cm sten og en forøgelse af topkoten på stenkastningskronen med 0,5 m.

Ønskes overskyllt yderligere reduceret kan dette økonomisk set mest optimalt ske ved at forhøje stenkastningens topkote.

Forhøjelsen kan ske med et ekstra lag sten som udelukkende placeres på toppen stenkastningen. Dette kan udføres indenfor en begrænset merudgift.

4.4.5 *Kompensationsfodring Delområde C*

Kompensationsfodring er et myndighedskrav ved erosionsbeskyttelse.

Forslaget omfatter en beskyttelse af 95 m stenkastning fra kote -0,5 til terræn i kote + 1,7 m DVR 90, dvs. en højde på 2,2 m, samt en 80 m lang bølgebryder fra kote - 1 m til kote + 1,2 m.

Konstruktionerne forhindrer således den gennemsnitlige årlige kysttilbagerykning på 0,15 m/år, hvorfor det indregnes at kompensationsfodre for det teoretisk fastholdte materiale fra 'den aktive dybde' til 'terrænkoten'.

Den årlige fodringsmængde anslås til: $(1,7+3,5) \times 95 \times 0,15 = 75 \text{ m}^3$

For en 5-årig periode fodres med ca. 400 m^3 , hvoraf der allerede er indbygget ca. 220 m^3 mellem stenkastning og bølgebryder. Den resterende fodringsmængde 200 m^3 udlægges nedstrøms for kystbeskyttelsen.

Det foreslås efter 5 år at supplere med 200 til 400 m^3 af en blanding af 50 % ral og 50 % sand efter behov, og herefter hvert 5. år vedligeholde med samme mængde.

4.4.6 *Beredskab for Delområde C*

Digelaget har et lokalt beredskab, som kan aktiveres i sjældne tilfælde i forbindelse med meget store højvandshændelser og samtidige store bølger, til bortledning af vand ved evt. overskyl fra bølgerne.

Under detailprojektering foretages en verificering af overskyllt og optimering af profilet.

Evt. overskyl langs den ca. 50 m lange sydvestlige strækning med spunsvæg vil udgøre ca. 100 l pr. sekund ind i området bag spunsen. Her vil det fordele sig over det ca. 350 m^2 store område bag spunsen afgrænset af drænkanalen langs vejen. Storm-højtvands maksimum varer normalt mellem 1 time og op til 6 timer. I løbet af denne periode vil der løbe henholdsvis 360 m^3 og 2.160 m^3 ind bag ved stenkastningen/diget.

Det vil tage mindre ca. 5 minutter at fylde arealet op til 5 cm over terræn bag ved spunsvæggen og til drænkanalen. Det betyder, at beredskabet skal være varslet inden stormen

kommer og parat til at opsamle med en kapacitet på 0,1 m³ pr. sekund (100 l/s) fra pumpebrønden, når stormen er på sit højeste.

Forhøjes kystbeskyttelsen med f.eks. 30 cm til +2,8 m vil bølgeoverskyllet reduceres med en 10 faktor til ca. 0,1 l/s/m. Det vil derefter tage ca. 1 time at fylde arealet bag, hvorefter der skal bortpumpes med 0,01m³/s (10 l/s) under den resterende varighed af stormen.

4.5 Drift og vedligeholdelse af digeområde 1

Jorddiger med græs slås 3 gange om året: slut på foråret, midt på sommeren og i sensommeren.

Jorddiget gennemgås i sensommeren for evt. huller efter dyr og fugle. Evt. huller fyldes op.

Betonmure gennemgås om foråret for evt. frostskeer under vinteren. Evt. revner fuges op med egnet materiale.

Stenskråninger gennemgås i sensommeren og efter evt. stormflod. Evt. skader på stenskråningerne repareres.

Tilførsel af materiale – kystfodringer - , udføres i henhold til tilladelsen til anlæget udstedet af Kystdirektoratet.

5 ØKONOMISKE- OG BUDGETOVERSLAG

De økonomiske overslag er udarbejdet på samme grundlag som overslagene i skitseprojekt, april 2016. Dvs. i prisniveau 2 kvartal 2016 og baseret på entreprenør tilbud på tilsvarende projektet for de forskellige delmængder.

5.1 Budgetoverslag for udgifter til kystbeskyttelse af Digeområde 1

Nedenfor er anlægsudgifterne fordelt på de tre Delområder A, B og C:

Område 1. Delområde A I Halskov færgehavn	Delposter Kr. ekskl. moms	Total kr. Inkl. moms
Jorddige (St. -5 –St. - 35 og St. 145 – St. 280)	316.000	
Betonmur (St. -5 – St. 145)	625.000	
Moleovergange (2 stk.)	35.000	
Reparation af hul i eksisterende mur	4.000	
Ralfodring 840 m ³ (St. 0 – St. 140)	420.000	
Mobilisering, 10 %	140.000	
Usikkerhed, 20 %	310.000	
Totalt anlægsbudget	1.850.000	
Forundersøgelser	100.000	
Projektering, udbud og tilsyn, 10 %	200.000	
Budget, ekskl. moms	2.150.000	
Moms (25 %)		540.000
Totalt budget inklusive moms (afrundet)		2.700.000

Tabel 5-1 Anlægsoverslag Digeområde 1, Delområde A

Område 1. Delområde B Forstærkning af eksisterende dige fra søndremole til Pilevænget	Delposter Kr. ekskl. moms	Total kr. Inkl. moms
Dige-opbygning (St.280 – St. 580)	750.000	
Mobilisering, 10 %	75.000	
Usikkerhed, 20 %	165.000	
Totalt anlægsbudget	990.000	
Forundersøgelser	50.000	
Projektering, udbud og tilsyn, 10 %	100.000	
Budget, ekskl. moms	1.140.000	
Moms (25 %)		285.000
Totalt budget inklusive moms (afrundet)		1.425.000

Tabel 5-2 Anlægsoverslag Digeområde 1, Delområde B

Område 1. Delområde C Ved Pilevænget	Delposter Kr. ekskl. moms	Total Kr. inkl. moms
Skråningsbeskyttelse og bølgebryder, dæksten (m ³)	650.000	
Skråningsbeskyttelse, filtersten (m ³)	175.000	
Spuns, pumpebrønd, drækanal	270.000	
Sand/ralfodring, mellem skrånning og bølge- bryder	125.000	
Kompensationsfodring 200 m ³ sand	100.000	
Dige, afgravning og fyld	150.000	
Entreprenørudgift	1.470.000	
Mobilisering, 10 %	147.000	
Usikkerhed, 20 %	323.000	
Totalt anlægsbudget	1.940.000	
Forundersøgelser	100.000	
Projektering, udbud og tilsyn, 10 %	200.000	
Totalt budget eksklusive moms	2.240.000	
Moms (25 %)		560.000
Totalt budget inklusive moms (afrundet)		2.800.000

Tabel 5-3 Anlægsoverslag inklusive moms, Område 1, Delområde C

Samlet anlægsbudget for Digeområde 1, inklusive moms:

Delområde A:	kr. 2.700.000
Delområde B:	kr. 1.400.000
Delområde C:	kr. 2.800.000
<u>Ekspropriation:</u>	<u>kr. 100.000</u>
Totalt:	kr. 7.000.000, inklusive moms

5.2 Budget for vedligeholdelses- og driftsomkostninger

Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger ansættes baseret på erfaringstal til 2 – 3 % af anlægsgiften for hårde konstruktioner og 5 – 7 % af anlægsgiften for bløde konstruktioner (bevægelige materialer som sand og ral)

Årlige driftsomkostninger er ansat til 3 % af anlægsbudgettet: i alt kr. 210.000 inklusive moms. Driftsomkostninger skønnes at kunne rumme den foreslåede kompensationsfodring hvert 5. år i Delområde C. Denne er estimeret til 100.000 – 200.000 kr.

Ligeledes vurderes udgifterne til de lokale beredskab at kunne rummes indenfor de årlige omkostninger på kr. 210.000.

5.3 Finansiering

Grundejernes og ledningsejernes del af finansieringen af kystbeskyttelsen sker ved ejernes egenfinansiering.

Slagelse Kommune afholder udgifterne, der er omfattet af sagens forberedelse.

Kommunen kan efter ansøgning stille garanti for lån til anlægsudgifterne ved etablering af beskyttelsen. Typisk vil det ske ved optagelse af byggekredit, der efter beskyttelsens færdiggørelse konverteres til et lån uden afdragsfrihed, til fast rente og med en løbetid på maksimalt 25 år.

Evt. udgifter til ekspropriation finansieres med grundejernes og ledningsejernes egenfinansiering kommunen betaler 14 %.

6 PARTSFORDELING – FORSLAG

Der er tidligere udarbejdet forslag til partsfordeling i digegruppen.

Slagelse kommune har arbejdet videre herpå og inkluderer bidrag fra lednings-ejere i området, i henhold til Kystdirektoratets vejledning til partfordeling der har været sendt i høring indtil 15. maj 2018.

6.1 Forslag til partsfordeling

Alle matrikler deltager solidarisk i betalingen og får tildelt 1 part med undtagelse af matriklerne langs Bragesvej, som ikke tildeles parter, idet haverne kun oversvømmes marginalt og der kan evakueres ad Bragesvej, som ligger over kote +3 m DVR90. Ligeledes tildeles ledningsejere 1 part pr. kunde i området.

Alle sommerhusadresserne i matrikel 352b og 252c tildeles hver en part.



Figur 5-1: Digeområde 1 beliggende under kote + 2,06 m.

Oversvømmelsesniveauet er fastsat: +2,06 m DVR90 svarende til at området i gennemsnit oversvømmes en gang hvert 100 år frem til år 2050.

Antal parter

	Procent %	Antal parter
Kommunen	14	
Grundejere	72	282
Forsyningsselskaber (1 part pr. 30 kunder)	14	56
I alt	100	338

Tabel 5-4 Procentuel fordeling mellem interessenter og fordeling af parter.

6.2 Økonomisk partsfordeling

6.2.1 Anlægsudgift

Kommunen dækker en fast udgift på 14 %, der er fastlagt på grundlag af kommunens procentuelle andel af det samlede oversvømmede areal.

Hvert forsyningsselskabernes er ansat til en part pr. 30 kunder.

Efter ovenstående forslag til partsfordeling deltager i alt 282 private parter og i alt 50 ledningsejer parter i fordelingen af resten af anlægsudgiften.

Hvilket resulterer i følgende maksimalbetalinger pr. matrikel/adresse til anlægsomkostninger:

$$(7.000.000 \times 0,86)/(338) = \mathbf{17.810 \text{ kr.}}, \text{ inklusive moms.}$$

Forsyningsselskabernes udgift varierer fra 89.000 kr. til 178.000 kr., inklusive moms.

6.2.2 Driftsudgift

Slagelse Kommune dækker 14 % af de årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger: herefter fås følgende betaling pr. matrikel/adresse:

$$(210.000 \times 0,86) / (338) = \mathbf{534 \text{ kr./år}}, \text{ inklusive moms.}$$

Forsyningsselskabernes udgift varierer fra 2.670 kr. til 5.340 kr., inklusive moms.

6.2.3 Bidragsfordeling – oversigt

Ovenfor beregnede bidrag er indsat i tabel nedenfor.

	Samlet udgift (1.000 kr.)	Udgift pr. part (kr.)	Ledningsejernes udgift (1.000 kr.)	Kommunens udgift (1.000 kr.)
Anlægsomkostninger	7.000	17.810	997,4	980

Årlige drifts- og vedligeholdelses omkostninger	210	534	29,8	29,4
---	-----	-----	------	------

Tabel 5-5 Oversigt over udgiftsfordeling mellem interessent grupper.

Bidragsfordelingen gennemgås og justeres hvert år efter der er oprettet et digelag.

7 REFERENCER

- Ref./1/: Slagelse Kommune: Forundersøgelser for højvandsbeskyttelse ved Korsør Højvandsbeskyttelse af Halvsskov Bydel. Strategi og scenarier for højvandsbeskyttelse af Korsør og Halskov bydele. Udarbejdet af NIRAS 9.12.2012.
- Ref./2/: Slagelse Kommune: Kystplan 2009.
- Ref./3/: Skitseforslag for Digeområde 1. Udarbejdet af NIRAS april 2016.
- Ref./4/: EurOtop. Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual, August 2007. www.overtopping-manual.com
- Ref./5/: The Rock Manual: The Use of Rock in Hydraulic Engineering. CIRIA Publication C683. (Van der Meer formula).