



## Højvandsbeskyttelse af Digeområde 2

Projekt, maj 2018

---

HØJVANDSBESKYTTELSE AF HALSSKOV BYDEL.  
OMRÅDE 2

---

**PROJEKT**Projekt til højvandsbeskyttelse af Område 2. Halskov bydel

---

Projekt nr. 210916  
Dokument nr. 1220445011  
Version 2  
Udarbejdet af JAD/MRI  
Kontrolleret af KBO  
Godkendt af ~~KBO~~

**Preamblel**

Områderne ved Korsør By og Halskov Bydel er i oversvømmelsesdirektivet klassificeret som risikoområder. Syv oversvømmelsestruede områder er identificeret, herunder digeområde 2, Halskov Bydel som behandles i denne projektbeskrivelse.

Under udviklingen af skitseprojekt for digeområde 2- siden forundersøgelser udført fra september 2012 - har en række forslag været drøftet dels internt i digegruppen, dels med kommunen og Kystdirektoratet.

Efterfølgende har NIRAS udarbejdet notater med forslag til ændringer, der er fremsendt i form af opdaterede skitseprojekter, dels for Kystdirektoratets, dels for digegruppens kommentarer. Slutteligt ved møde med digegruppen 21. april 2016 blev løsning 3 valgt for yderligere bearbejdning.

Kystdirektoratet har ved e-mail af 23. maj 2016 kommenteret på skitseforslag – løsning 3.

Skitseforslaget blev drøftet med Slagelse Kommune i begyndelsen af september 2016 og endelig i tilrettet udgave fremsendt til digegruppen 9. september 2016.

Ved efterfølgende møde i digegruppen 9. november 2016 er Kystdirektoratets kommentarer drøftet og digegruppens endelige valg til løsning inkluderet i nærværende projektbeskrivelse. Ved samme møde gav digegruppen udtryk for at man fortsat var enig i den drøftede partfordeling, som inkluderet i nærværende projekt beskrivelse.

Denne projektbeskrivelse og forslag til partfordeling reflekterer således det projekt som der har været enighed om skulle gennemføres.

---

## INDHOLD

<b>1</b>	<b>Indledning.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Sikringsniveau.....</b>	<b>2</b>
2.1.1	Vandstandsstatistik.....	2
2.1.2	Bølgetillæg.....	3
2.1.3	Bølgeopskyl.....	3
<b>3</b>	<b>Kystanalyse.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Eksisterende konstruktioner på kysten .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Projekt for højvandsikring af Digeområde 2 .....</b>	<b>8</b>
5.1	Afgrænsning af Digeområde 2.....	8
5.2	Strategi for kystbeskyttelsen.....	9
5.3	Projekt for højvandbeskyttelsen.....	10
5.3.1	Dimensioneringskriterier.....	10
5.3.2	Udformning og snit.....	10
5.3.3	Kystfodring.....	14
5.3.4	Ballastering af udløbsledning .....	14
5.3.5	Beredskab for Område 2.....	14
5.4	Drift og vedligeholdelse .....	15
<b>6</b>	<b>Økonomiske- og budgetoverslag .....</b>	<b>16</b>
6.1	Budgetoverslag for udgifter til kystbeskyttelsen.....	16
6.2	Budget for drifts- og vedligeholdelsesomkostninger .....	16
6.3	Finansiering .....	17
<b>7</b>	<b>Partsfordeling – FORSLAG.....</b>	<b>18</b>
7.1	Forslag til Partsfordeling.....	18
7.2	Økonomisk partsfordeling.....	19
7.2.1	Anlægsudgift.....	19
7.2.2	Driftsudgift .....	19
7.2.3	Bidragsfordeling – oversigt.....	20
<b>8</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>21</b>

### Tegningsliste

C3\_204 B: Plan Plantegning – Digeområde 2.

C3\_212 B: Snit Tværsnit 7A og 7B – Digeområde.

### Bilag

Bilag A Oversvømmelsestruede matrikler og ejendomme samt partstildeling.

---

## INDHOLD

### Ordliste:

- Krone: Det vandrette øverste stykke af et dige eller en stenkastning/skråningsbeskyttelse
- Kronekote: Højden på Kronen over vandspejl (DVR90)
- Signifikant bølgehøjde: Middelværdien af bølgehøjden i en tredjedel af de højeste bølger i et bølget.
- DVR90: Dansk vertikal Referenceniveau opdateret i 1990: Alle koter i dokumentet refererer til DVR90.

### Kompensations

- fodring: Tilførsel af materiale (sand, grus, ral) til substituering af det materiale som konstruktionerne tilbageholder fra at indgå i kystdynamikken.

Bølgestuvning: Hævning af vandspejlet ind mod kysten

Bølgeopskyl: Summen af bølgestuvning og bølgeopløb på sandstranden.

### Uensformig-

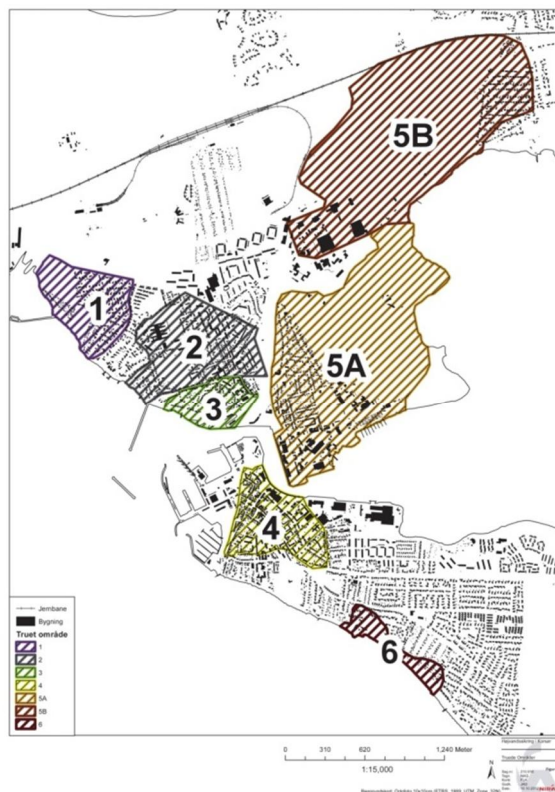
hedstal: Mål for sorteringen af sandet. Højt U betyder flere forskellige kornfraktioner fra fint til groft sand, mens et lavt U betyder meget velsorteret sand.

### Symboler:

- m Enheden meter
- l Rummålet liter
- s Tidsenheden sekunder
- $H_s$  Signifikant bølgehøjde
- $H_{s,12h/år}$  Signifikant bølgehøjde, der forekommer 12 timer pr. år
- $T_m$  Bølgernes middelperiode
- $B_{ST}$  Bølgestuvning hævnning af vandspejlet ind mod kysten
- $B_{OS}$  Bølgeopskyl er summen af bølgestuvning og bølgeopløb
- DI Vanddybden for det aktive kystprofil
- $d_{50}$ : Korndiameter, hvor 50% (vægtprocent) af kornene er mindre end talværdien.
- U: Uensformighedstallet, der angiver sandet sortering:  $U = \text{forholdet mellem } d_{60} \text{ og } d_{10}$

## 1 INDLEDNING

Slagelse Kommune har fra september 2012 fået gennemført forundersøgelser om højvandssikring i Korsør og Halssskov med efterfølgende idé-projekter for højvandsbeskyttelse af Halssskov 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 beskyttelse af områderne 1-3, en proces der påbegyndes i efteråret 2013.

I forbindelse med udarbejdelsen har der været afholdt flere møder med Digegruppen, Slagelse Kommune, NIRAS og Kystdirektoratet.

Kystdirektoratets kommentarer i e-mail af 23. maj 2016 til den af digegruppen valgte løsning er indarbejdet i nærværende projektbeskrivelse.

Forslaget er baseret på det af Digegruppen valgte sikringsniveau og den valgte løsning, som præsenteres i de følgende kapitler.

## 2 SIKRINGSNIVEAU

Digegrupperne har ønsket, at digerne projekteres så de kan modstå en fremtidig forventet 100 års højvandsituation helt 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

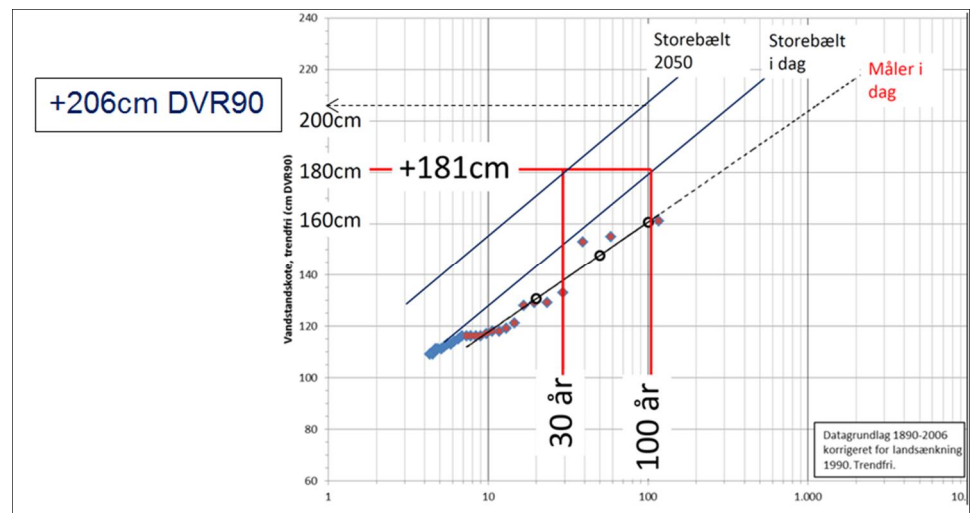
Som grundlag for at vurdere 100 års situationen i dag har NIRAS valgt en forsigtig fremskrivning af den eksisterende højvandsstatistik fra Korsør havn, hvor der er lagt vægt på de seneste ekstreme højvandsituationer, se Figur 2.1.

Det fører frem til en 100 års højvandskote på +1,61 m DVR90 i havnen.

For at tage højde for lokal vindstuvning og bølgeopstuvning langs kysten er denne værdi øget med 20cm således, at en 100 års vandstandskote på kysten ud for de tre områder når op på +1,81m DVR90.

Hertil lægges 25cm, der er den forventede generelle vandstandsstigning frem til 2050 forårsaget af klimaforandringerne ifølge den seneste 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 Design 100års højvande ved Korsør og Halsskov i 2014. Hertil lægges 25 cm klimatilpasning hvorved fås et design højvande på +2,06m DVR90.

---

### 2.1.2 *Bølgetillæg*

Foruden vandstanden indgår bølgerne i dimensioneringen af kystbeskyttelsen.

I dette tilfælde er der tale om dimensionering af både bløde konstruktioner opbygget i sand samt hårde skråningsbeskyttelse opbygget i sten.

Sikringskoten på +2,06 m DVR90, som sikrer mod direkte indstrømmende havvand hen over konstruktionerne, skal øges med et bølgetillæg, som skal sikre, at bølgeoverskyllt hen over konstruktionen holdes under et givet niveau. Der er valgt at bruge et overløbskriterie på 2 l/s/m dige-konstruktion, der svarer til at personer kan opholde sig bag diget uden at blive skyllet væk. Derved kan der arbejdes bag digerene med at bortlede overskyllt vand, reparere diget og/eller evakuere værdier og mennesker.

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

Bølgehøjden vurderes som den mest sandsynlige bølgehøjde, der kan forekomme samtidigt med passagen af den højeste vandstand under en 100 års vandstandssituation. De højeste målte vandstande i 1872 optrådte samtidigt med vind fra NØ, hvilket ikke gav anledning til høje bølger ved Halsskov (Ref./2/). I 2006 og 2013 optrådte højvandet 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 maksimal højvande indtræffer med maksimale vindhastigheder på ca. 20 m/s fra NV, som over et frit stræk på 30 km kan danne bølger med en højde på ca. 2,1 m.

Område 2 ligger i læ af Storebæltsforbindelsens ankerblok ø, Halsskov rev og Halsskov Havn for bølger fra N og NV. Vi har vurderet, at bølgerne fra denne retning derfor reduceres af diffraktion, refraktion, brydning og bundfriktion til en højde på ca. 1,5 m ud for stranden i Område 2.

Det har ikke været indenfor rammerne af denne opgave 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 detailprojekteringen.

For Område 2 er anvendt  $H_s = 1,5$  m og  $T_m = 4,5$  sekunder samtidigt med designvandstanden.

### 2.1.3 *Bølgeopskyl*

På strækninger med sandfodring anvendes bølgeopskyllt til at bestemme den nødvendige højde af bagstranden for at undgå opskyl på arealet landværts for sandstranden.

På en sandstrand opererer man med to niveauer forårsaget af bølgerne, dels bølgestuvning (wave set-up), som er en lokal hævnning af vandspejlet tæt på stranden og dels bølgeopskyl (wave run-up), som består af bølgestuvningen plus bølgeopløbet (swash). Disse to niveauer, som skal adderes til den dimensionsgivende vandstand, kan tilnærmes ved følgende udtryk:

Bølgestuvning:  $B_{St} = 0.29 H_s$

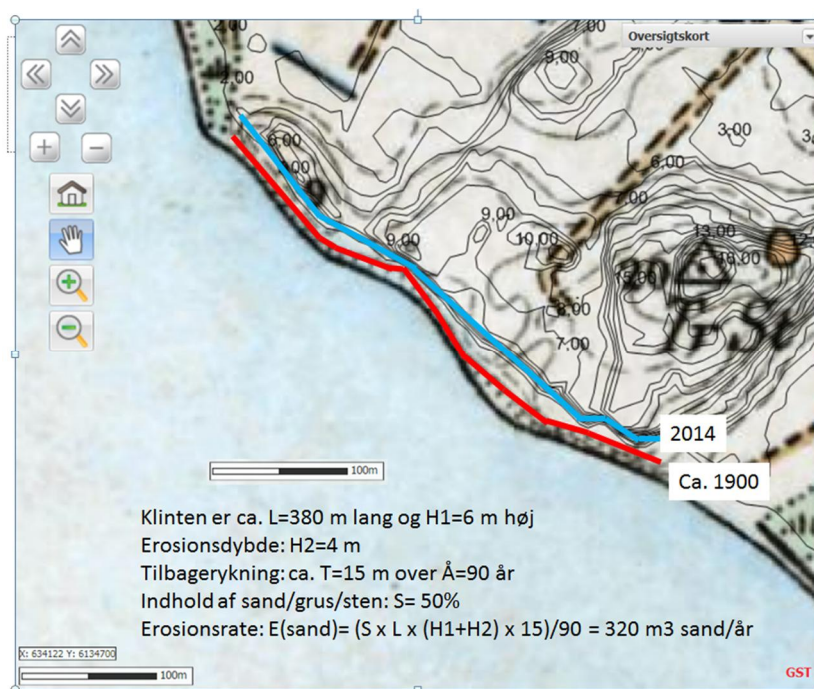
Bølgeopskyl:  $B_{OS} = 0.36 H_s$

Bølgeopskyllet er anvendt til dimensionering af bagstrandens nødvendige højde for at minimere overskyl over konstruktionerne.

### 3 KYSTANALYSE

Den gennemsnitlige årlige tilførsel af sand til Område 2 inden beskyttelsen af klinten kan vurderes 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 3-1).

Erosionsdybden ude i Storebælt foran klinten vurderes at være i gennemsnit ca. 4 m, klinthøjden ca. 6 m og længden af klinten ca. 380m. Det giver en samlet sandtransport på 320 m<sup>3</sup> langs kysten, idet det vurderes at halvdelen af klintmaterialet er så fint, at det forsvinder ud på større dybder, mens resten transporteres ligeligt mod henholdsvis Område 1 og Område 2.



Figur 3-1 Udvikling af Klinten de sidste 90 år. Der i alt eroderet ca. 640 m<sup>3</sup>/år materiale, hvoraf 50% anses for at være sand, grus og ler som bliver i den aktive kyszone, mens silt- og lerfraktionen forsvinder væk fra kysten med strømmen.



Så længe klinten ikke har været beskyttet med stenkastning har denne erosion skabt sandstrande se billedet fra 1954 på Figur 3-2.



1954



1995



2012

Figur 3-2 Luffotos af kysten for forskellige år. Der ses en mindre tilbagerykning i den vestlige ende af Område 2, mens den østlige ende ved molen ligger fast.

---

Siden 1954 er der foretaget en skræntbeskyttelse af klinten og den nordre mole på Korsør Havn er etableret. Skræntbeskyttelsen har reduceret tilførslen af sand til stranden og en opbygning af standen lige nord for den nordre mole. Den manglende tilførsel af sediment har forårsaget en erosion lige SØ for klinten og på læsiden af høfden ud for Jægerstien. Den østlige ende er uforandret fra 1995 til 2012. Erosionen af den nordlige end kan også ses af matrikelkortet (Figur 5-1).

Den årlige erosion af den nordvestlige del er i størrelsesordene 100 m<sup>3</sup>. Over en periode på 30 år bliver det til et samlet tab på 3.000 m<sup>3</sup>. Dette tal stemmer godt overens den generelle vurdering af sandtransporten foretaget ovenfor.

Erosionsdybden (Closure depth) = DI eller den aktive del af kystprofilet kan vurderes på grundlag følgende formel:

$$DI = 2,28 \times H_{s,12h/år} - 68,5 \times ((H_s^2)/(g \times T^2))$$

$$H_s = 1,5 \text{ m}; g=9,82 \text{ m/s}^2; T=6 \text{ s}$$

$$DI = 3\text{m}$$

De største bølger kommer oftest fra SV ved daglig vand eller kun let forhøjet vandstand, mens de store bølger fra nord kommer i forbindelse med højvande på 0,5 til 1 m. Det indebærer en risiko for at bølger fra NV trækker sand fra stranden ud foran kysten, mens de hyppigere men større bølger fra SV trækker sandet videre ud på større vanddybder, hvorved kystprofilet flades ud.

I fastlæggelsen af sandmængderne til sandfodringen er der efterfølgende regnet med et aktivt profil - på den konservative side - ud til 4 m vanddybde.

Sandet på stranden i dag har en middelnørstørrelse på ca. 0,2-0,4 mm bestemt på grundlag af en visuel bedømmelse.

## 4 EKSISTERENDE KONSTRUKTIONER PÅ KYSTEN



Figur 4-1: Luffoto af område 2. Google maps.

Ovenstående figur 4-1 viser de nuværende hårde konstruktioner på kysten.

### Stenskråningsbeskyttelse

På den nordvestlige ca. 40 m lange strækning udfor Jægerstien er anlagt en egentlig stenskråningsbeskyttelse, der mod sydøst afsluttes ved en hofde (1). På den følgende 25 m strækning er oplagt sten mod kystbrinken.

Skråningsbeskyttelsen formenes at være lovlig.

### Høfder

Udover hofden (1) ved Jægerstien er en hofde (2) beliggende ca. 53 m herfra mod sydøst og ca. 53 m sydøstligere en hofde (3). Alle hofderne er opført i stenmaterialer.

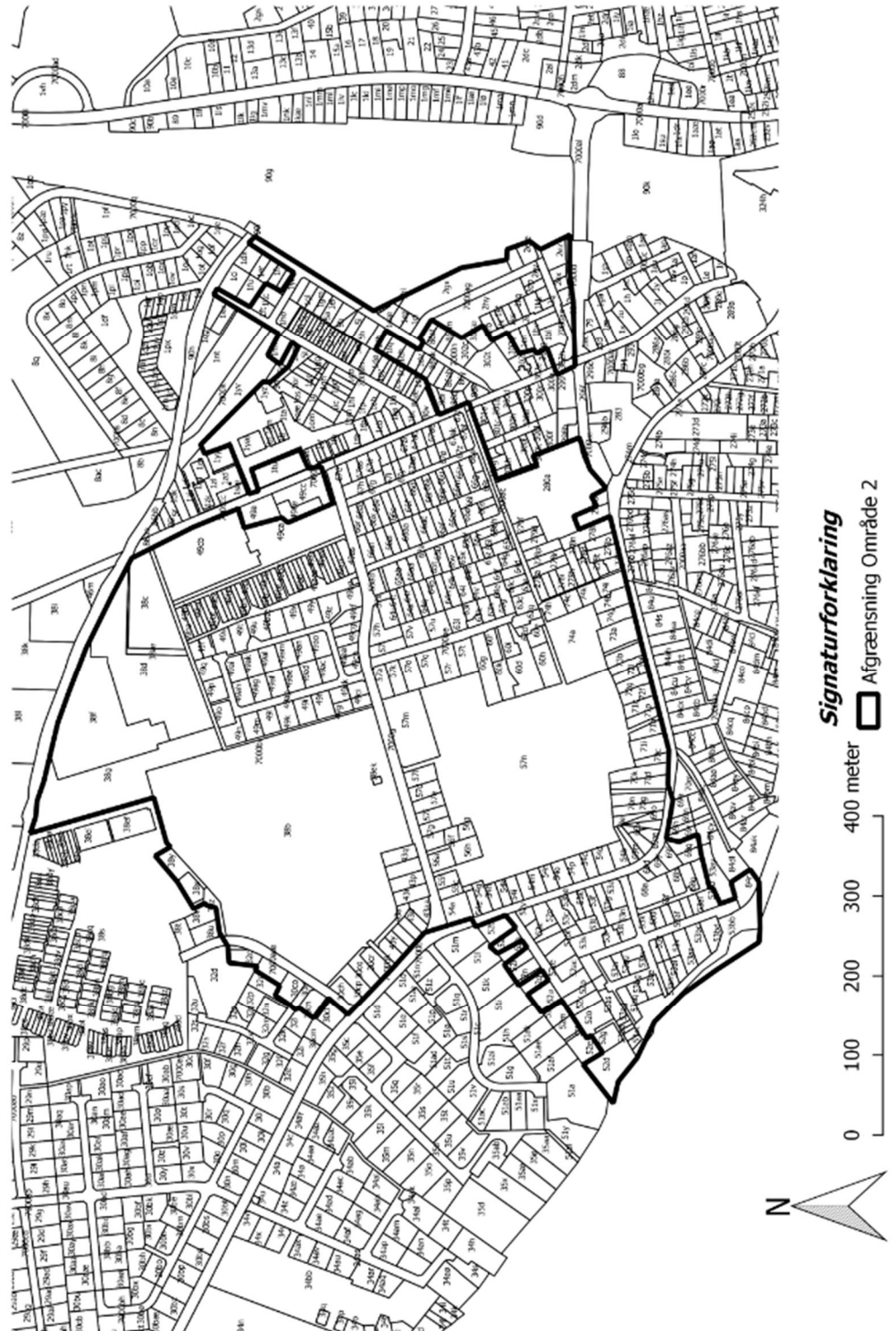
Hofden (3) udgør ballastering af en udløbsledning fra pumpestationen beliggende umiddelbart søværts for den nuværende sti.

Hofderne formenes ligeledes at være lovlige.

## 5 PROJEKT FOR HØJVANDSIKRING AF DIGEOMRÅDE 2

### 5.1 Afgrænsning af Digeområde 2

Digeområde 2 omfatter matriklerne som vist på nedenstående kort.



---

## 5.2 Strategi for kystbeskyttelsen

Stranden i Område 2 ligger udsat for erosion under nordlige vinde med højvande og samtidige store bølger. Under sådanne situationer sker der en erosion især af den nordlige ende af Område 2, en sandtransport ned mod nordmolen i Korsør Havn og et tab af sand ud i Storebælt (Kapitel 3).

Når der skal beskyttes udelukkende med sand er det vigtigt, at der etableres en tilstrækkeligt stor buffer zone til at modstå erosion fra flere på hinanden efterfølgende ekstraordinære storme. Er der ikke tilstrækkeligt med sandreservoir i den nordlige ende under disse storme opstår der en risiko for, at havet kan bryde igennem i den nordlige ende, hvorefter oversvømmelsen kan brede sig fra nord til hele Område 2.

Bølgerne er aktive i hele kystprofilen fra en dybde på ca. 4 m til toppen af klitten i ca. +2,6 m.

Sand placeret på stranden vil derfor ret hurtigt bliver trukket ud fra stranden under forskellige bølge- og højvandssituationer og danne et nyt profil ud til ca. 4 meters dybde. Det foreslås at basere mængdeberegningen til strandfodringen på en fremrykning af kysten på ca. 20 m over hele det aktive profil fra ca. 4 m vanddybde til topkote på ca. +2,6 m. Derved opnås en situation, hvor tilførslen af sand kommer i dynamisk ligevægt med bølgeforsvømmelsen efter en vinter med storme og risikoen for store uventede sandtab

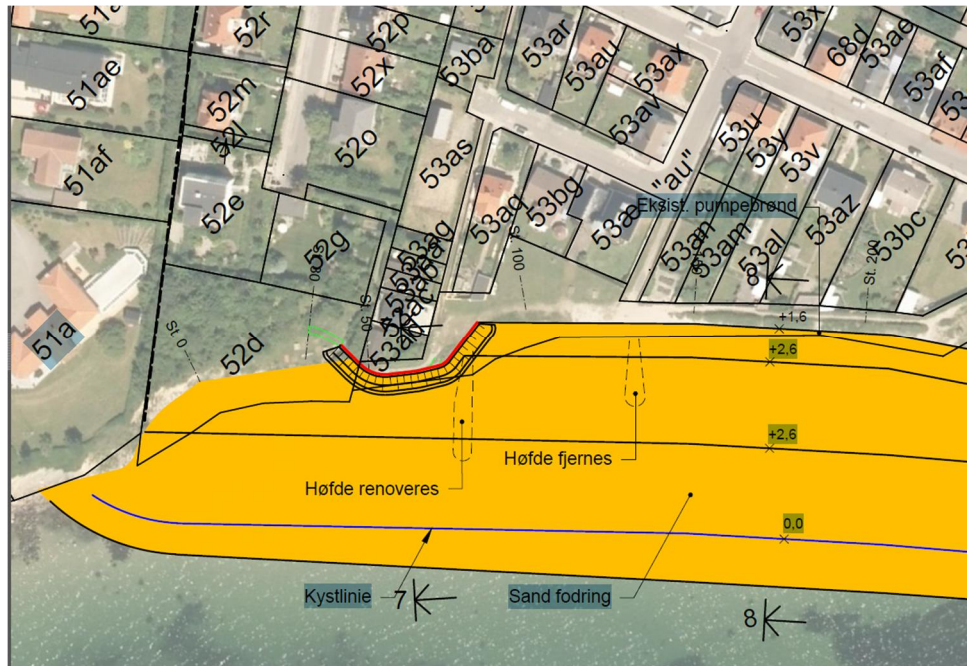
For at begrænse sandtabet under stormene opbygges stranden med sand, der har en større middeldkornstørrelse ( $d_{50} = 0,3-0,5$  mm), der er lidt grovere end den der i dag forekommer på stranden ( $d_{50}=0,2-0,4$ mm). Det grovere sand søger at skabe et ligevægtsprofil, som er lidt stejlere end det der er i dag.

Endelig anbefales det at bruge sand med et relativt stort uensformighedstal (U), som skal sikre at sandet indeholder både grove sandfraktioner, som bliver på stranden, og fine fraktioner, som reducerer vandgennemstrømningen under højvande.

I den nordlige ende af Område 2 kan som tidligere omtalt ske en erosion, hvorved ejendommen ud for Jægerstien (matrikel 53ab, 53ac, se Figur 5-1) kan komme i fare. Det foreslås derfor, at supplere strandfodringen ud for denne ejendom med et kort jorddige/højvandsmur beskyttet af en mindre skræntbeskyttelse, som dækkes af sand. Derved sikres yderligere mod oversvømmelse fra nord under storme.

Den nordlige hofde bevares og renoveres for yderligere at holde på sandet i den nordlige ende. Den midterste hofde kan fjernes og stenene bruges til opbygning af skræntbeskyttelsen ud for matrikel eller til renovering af den nordlige eller sydlige hofde. Den sydlige hofden dækker udløbsledning fra pumpestation.





Figur 5-1: Matrikelkort Område 2 nordlige ende. Matriklerne i den nordlige ende når uden for den nuværende kystlinie, hvilket indikerer erosion gennem tiderne.

Det bemærkes, at den ubebyggede matrikel 52d i den nordlige ende når ud over den nuværende kystlinie, hvilket indikerer den erosion, som har foregået siden klinten blev beskyttet.

### 5.3 Projekt for højvandsbeskyttelsen

#### 5.3.1 Dimensioneringskriterier

Der er anvendt følgende dimensioneringskriterier:

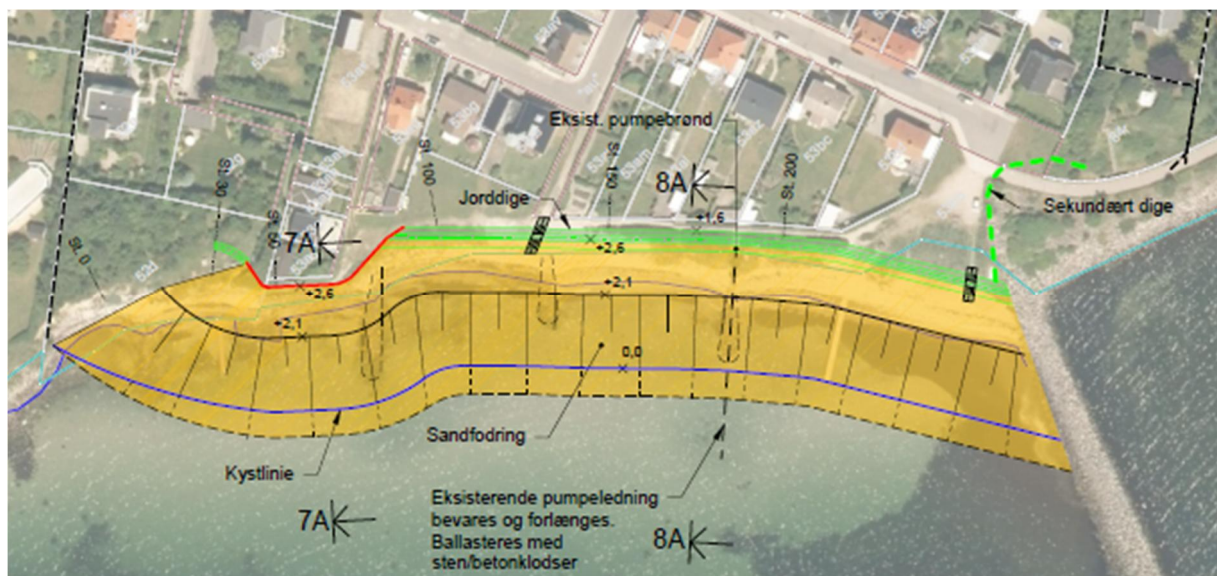
- Vandstand: +2,06
- Bølger til beregning af stenstørrelser:  $H_s=1,5$  m og  $T_m=4,5$  s
- Bølger til brug for beregning af bølgeoverskyl:  $H_s= 1,5$  m.
- Max. Overskyl: 2 l/s/m konstruktion.
- Bølgestuvning  $B_{ST} = 0,29 H_s$
- Bølgeopskyl  $B_{OS} = 0,36 H_s$
- Stenkastningerne dimensioneres på grundlag af Van Der Meer's dimensioneringsformler, Ref./5/

#### 5.3.2 Udformning og snit

På grundlag af strategien beskrevet i 5.2 4 er der udarbejdet et forslag, som hovedsageligt omfatter en fodring af stranden med sand således, at kystlinen rykker frem med ca. 20 m samt et kortere dige/højvandsmur beskyttet af en sanddækket skråningsbeskyttelse ud for ejendommen på Jægersvej 13 (Figur 5-2, Figur 5-4, Figur 5-5).

Beskyttelsen består af følgende konstruktive hovedelementer:

- En sandfodring med ca. 10.000 m<sup>3</sup> sand, således at hele kystprofillet rykker ca. 20 m frem med et principprofil, som vist i Figur 5-2.
- Bevarelse af sanddækning kystbeskyttelse af pynten i den NV-lige del med jorddige/beton mur som indikeret på Figur 5-4.
- Oprydning og fjernelse af den midterste hofde.
- Forlængelse og ballastering af den sydlige hofde.



Figur 5-2: Viser det af digegruppen valgte forslag benævnt løsning 3 A. Tegning Nr. C3\_204 B.

Forslaget omfatter udførelse af et 210 m langt jorddige fra roden af havnemolen i Korsør Havn og mod nordvest til området ved Jægerstien. Ud for Jægerstien, hvor der er anlagt en stenskråningsbeskyttelse anlægges bag denne en 60 m lang højvandsbeskyttelse med betonmur med topkote + 2,6 m DVR90, der fortsættes i et 10 m langt jorddige til niveauet for terrænkoten.

Der udføres en sandfodring på hele strækningen til imødegåelse af den kroniske erosion og for reduktion af bølgeopskyl.

Tillige anlægges et ca. 50 m langt sekundært dige med kronekote + 2,1 m fra roden af havnemolen og landværts til den tilsvarende niveaukurve.

Løsningsforslaget fremgår af tegningerne: C3\_204 B, og C3\_212 B.

### Sikring ved Jægerstien

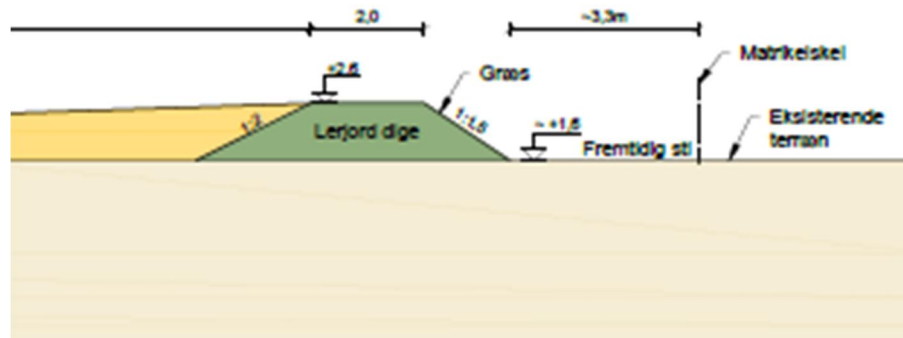
Den nuværende stenskråningsbeskyttelse ved Jægerstien, der ikke er ulovlig, ændres ikke.

Bag skråningsbeskyttelsen og 2,2 m foran matrikelskel etableres en betonmur, som vist på nedenstående skitse således, at "kyststien" bevares for adgang langs kysten.

Passage langs kysten bevares via den 2,2 m bredde sti.

### Jorddiget

Jorddiget udføres i lerjord til kronokote + 2,6 m i 2 m bredde med skråningsanlæg 1:2 havværts og anlæg 1:1,5 landsværts og besås med græs.



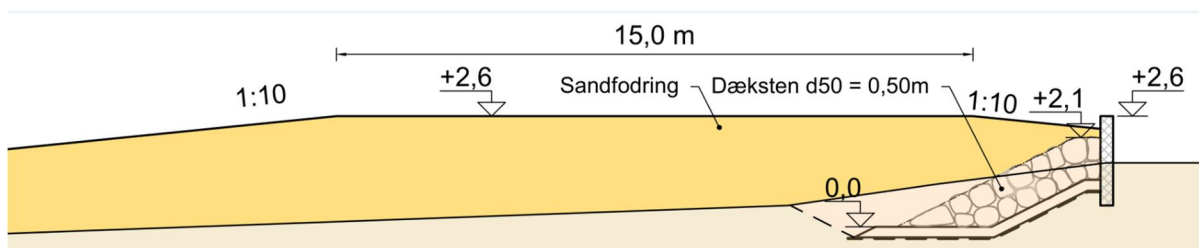
Figur 5-3: Alternativ 3. Snit i jorddige. Udsnit af tegning C3\_212 B.

Jorddiget er valgt grundet den relativt lave anlægsomkostning.

Bag diget bevares en gangsti i 3,3 m bredde.

### Sandfodring

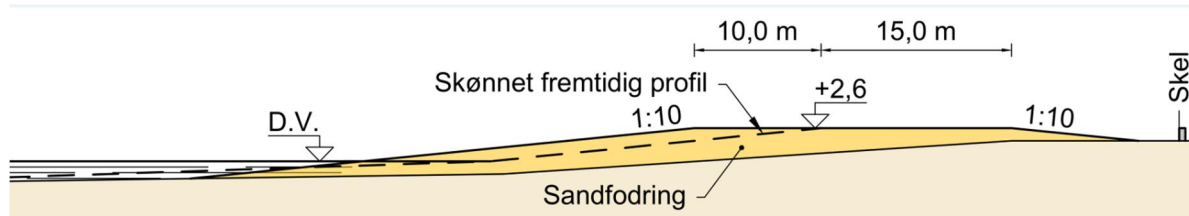
Sandfodringen foretages med sand der har middeldkornstørrelse ( $d_{50}$ ) på 0,3-0,5 mm for at skabe en relativ stejl strand med begrænset sandtab. Desuden med et Uensformighedstal  $U=d_{60}/d_{10}$  på mellem 4 – 6, som sikrer en blanding af tilstrækkelig mængde af groft sand, som bliver på kysten og fint sand som reducerer vandgennemstrømning under højvande.



Figur 5-4: Principsnit ud for Jægerstien.

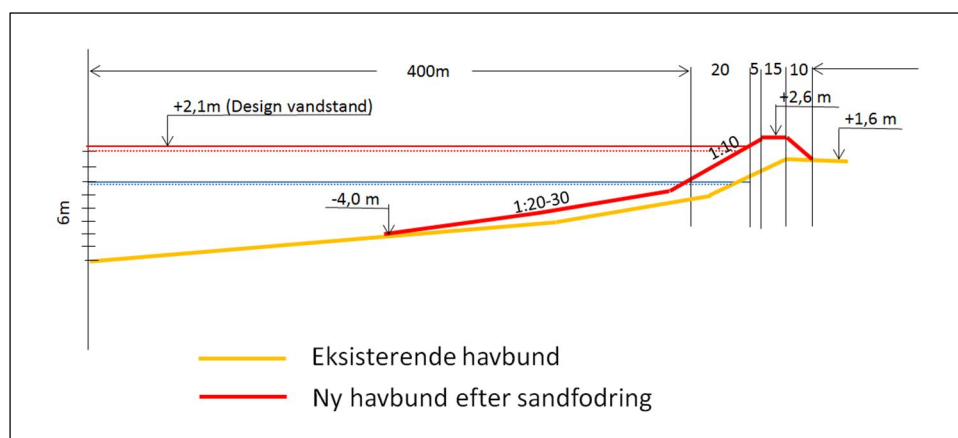
Profilet opbygges med en 15-25 m bred bufferzone i topkote i +2,6m DVR90, hvorved stranden kan modstå flere stærke storme uden at blive eroderet ned så der er risiko for oversvømmelse.





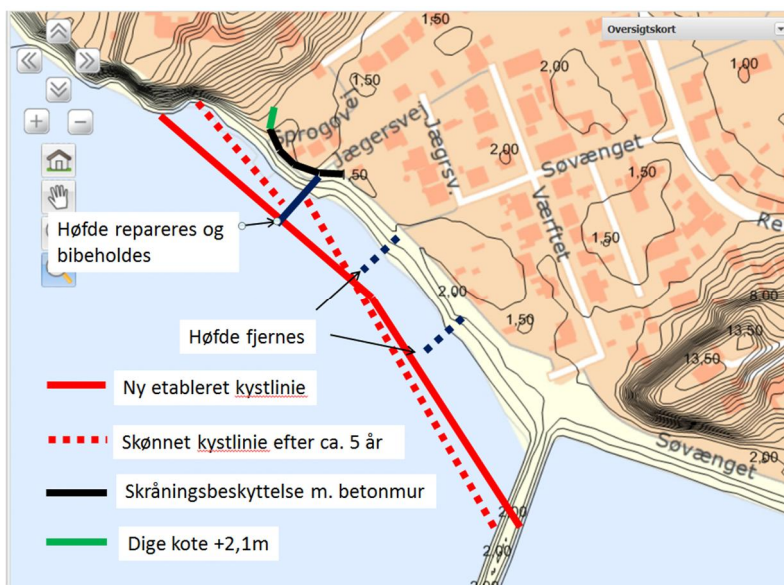
Figur 5-5: Forventet udvikling i det udlagte sandprofil.

Bølgerne forventes at udjævne det opbyggede profil ved at trække sand ud foran stranden på større dybder, som vist på Figur 5-, hvorved kystlinien i gennemsnit forventes at trække sig ca. 10 m tilbage, som vist på Figur 5-5.



Figur 5-6: Skematisk udvikling af strandprofillet efter, at bølgerne har udjævnet profilet ud til vanddybde på 4 m.

Desuden vil der ske en flytning af sandet fra den nordlige ende til den sydlige ende, hvorved strandbredden med tiden forventes at udvikle som skitseret på figur 5-7.



Figur 5-7: Skematisk oversigt over elementerne samt den fremtidige kystlinie.

### 5.3.3 Kystfodring

Der foretages en fodring med sand på den 300 m lange strækning oplagt landværts i kystprofilen umiddelbart foran konstruktionselementerne – jorddige og højvandsbetonmur -, ligeledes tildækkes eksisterende stenkonstruktioner.

Formålet med kystfodringen er flerfold:

- Reduktion af bølgeopløb mod diget;
- Erosionsbeskyttelse til imødegåelse af den kroniske erosion;
- Delvis reduktion af kystlinietilbagerykning under de forventede havvandspejlsstigninger;
- Opfylde Kystdirektoratets mulige krav om sanddækning af eksisterende passive beskyttelser på kysten;

Fodringsmængden bestemmes for den kroniske erosion (historisk kystlinieændring) og den forventede kystlinieændring ved havvandspejlsstigninger.

- Historisk kystlinieændring – kronisk erosion uden høfder - er vurderet til 0,1 m pr. år
- Havvandspejlstigning til år 2050 er fastlagt til 0,25 m  
Kystlinietilbagerykning ved profilhældning 1:15 > 3,75 m

Fodringsmængden  $V_1$  bestemmes geometrisk, som det volumen der indenfor en 25-års tidshorisont, er tilstrækkeligt til at fasthold kystliniens nuværende beliggenhed:

$$V_1 = 300 \times (0,1 \times 25 + 3,75) \times (2,1 + 0,8) = 5.500 \text{ m}^3$$

Fodringsmængden  $V_2$  skal imidlertid i en 25-års tidshorisont være noget større for sikre et dynamisk stabilt kystprofil fra den aktive profil dybden (3,0 m) til toppen af opfyldningen (kote + 2,1 m).

$$V_2 = 300 \times (3,0 + 2,1) \times (0,1 \times 25 + 3,75) = 9.600 \text{ m}^3$$

Grundet evt. tab til området mod NV op mod klintekysten fodres med 10.000 m<sup>3</sup>, som vist på tegning C3\_212 B.

### 5.3.4 Ballastering af udløbsledning

Sandfodringen nødvendiggør en forlængelse af den eksisterende udløbsledning med 10 á 15 m.

Udløbsledningen ballasteres som den eksisterende, dog ved en dykket stenhøjde, der anlægges med lavest mulige kronekote, alternativt ved ballastering med betonklodser.

### 5.3.5 Beredskab for Område 2

Der vurderes ikke at være behov for et lokalt beredskab for Område 2, med mindre der varsles ekstraordinær stormflod med vandstand højere end 2,06 m.

---

## 5.4 Drift og vedligeholdelse

### Jorddiger

Jorddiget 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

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

### Stenkonstruktioner

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

Ved blotlægning af stenskråningen ud for Jægerstien vurderes om der evt. skal suppleres med dæksten.

### Vedligeholdelses sandfodring

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

Årlig i sensommeren overvåges/gennemgås sandstranden med henblik på at kontrollere om stranden yder den krævede beskyttelse, eller om sand evt. skal omplaceres. Evt. årlig om-flytning af sandet i den sydlige ende til den nordlige ende for at kompensere for læsideerosion ved høfden.

## 6 ØKONOMISKE- OG BUDGETOVERSLAG

Der er udarbejdet følgende budgetter for den præsenterede løsning.

### 6.1 Budgetoverslag for udgifter til kystbeskyttelsen

Der er oparbejdet følgende anlægsbudget. Budgettet er baseret på 2016 bestemt på grundlag af erfaringer med de seneste modtagne licitation bud.

Anlægsoverslagene for højvandsbeskyttelsen er baseret på et overslag over de forskellige delmængder af materialer, der indgår i konstruktionerne, dels af tilsvarende tilbudte enhedspriser fra entreprenører ved tilbud på sammenlignelige projekter.

Der er udarbejdet nedenstående budget for den valgte løsning.

Område 2, valgt alternativ 3 yderligere bearbejdet efter Kystdirektoratets kommentarer	Kr.	Total Kr. inkl. moms
Sandfodring, afretning, beplantning, 9.000 m <sup>3</sup>	2.300.000	
Betonhøjt vandmur, afgravning 60 m	450.000	
Forlængelse af pumpeledning og ballast, 15 m	150.000	
Jorddige (210 m) og dige-afslutning (10 m)	550.000	
Sekundært dige 50 m og 2 dige overgange	150.000	
Mobilisering, ca. 10 % <sup>Note 1)</sup>	350.000	
Usikkerhed, 20 %	800.000	
<b>Totalt anlægsbudget (afrundet)</b>	<b>4.800.000</b>	
Projektering, udbud og tilsyn, 10 %	480.000	
<b>Totalt budget, afrundet</b>	<b>5.300.000</b>	<b>6.600.000</b>

Tabel: Anlægsbudget for bearbejdet alternativ løsning 3A.

<sup>Note 1)</sup> Mobilisering omfatter entreprenørens tilkørsel af materiel, indretning af arbejds- og depotplads, mandskabsforhold, drift af arbejdsplads, miljø- og sikkerhedsforhold og fjernelse af arbejdsplads og materiel.

### 6.2 Budget for drifts- og vedligeholdelsesomkostninger

Den årlige vedligeholdelse af beskyttelsen sættes til 3% af anlægsomkostningen, svarende til i alt 200.000 kr. inklusive moms.

Vedligeholdelse vil skønsmæssig omfatte følgende hovedpunkter:

- Årlig overvågning af sandstranden med henblik på at kontrollere om stranden yder den krævede beskyttelse. Skønnet pris kr. 20.000.
- Vedligeholdelses sandfodring hvert 5 år med ca. 1.000 m<sup>3</sup> til en skønnet udgift på ca. kr. 500.000.

- 
- årlig om-flytning af sandet i den sydlige ende til den nordlige ende for at kompensere for læsideerosion ved høfden kr. 30.000 kr. pr. år.
  - diverse vedligeholdelse skønsmæssigt ansat til kr. 50.000.

### **6.3 Finansiering**

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

Slagelse Kommune afholder udgifter, 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 og kommunen betaler 20 %.

Ledningsejere betaler 2 parter pr. 30 kunder.

## 7 PARTSFORDELING – FORSLAG

Der er tidligere udarbejdet forslag til partsfordeling.

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.

### 7.1 Forslag til Partsfordeling

*Hvis en matrikel oversvømmes uden at beboelsesejendommen oversvømmes bliver den tildelt én part. Hvis oversvømmelsen også omfatter beboelsesejendommen på adressen bliver der tildelt i alt 2 parter. Er ejendommen et etagebyggeri, bliver der tildelt 2 parter til den oversvømmede stuelejlighed og 1 part til de højere placerede lejligheder. Det betyder at alle adresser får enten tildelt 1 (matrikel oversvømmet) eller 2 parter (matrikel + beboelse oversvømmet).*

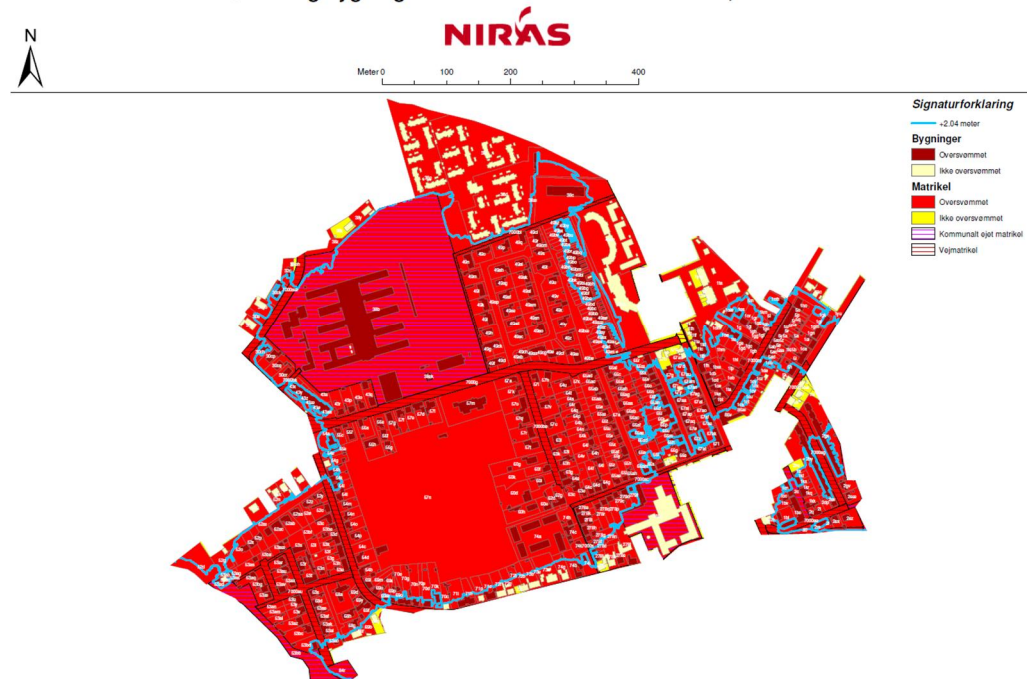
*Udhuse og carporte opfattes ikke som beboelsesejendomme.*

*Til dette er der følgende undtagelser, vedtaget 21. okt. 2014*

- *Beboere i Lersøparken tildeles en part pr. lejlighed.*
- *Udlejningsejendomme som er privatejede bidrager med 1 andel pr. opgang.*

Date: 13-01-2016

Matrikler og bygningers oversvømmelse for område 2, Korsør



Figur 6-1: Digeområde 2 beliggende under kote + 2,04 m.

*Oversvømmelsesniveauet er fastsat til: +2,04 m DVR90 svarende til at området i gennemsnit oversvømmes en gang hvert 100 år i år 2050.*

---

For at der strømmer vand ind på en matrikel og at den derfor helt eller delvis kan oversvømmes skal der være en gradient fra koten + 2,06 m, d.v.s at koten til terræn skal være under kote +2,04 m DVR90 på mindst et sted på grænsen til matriklen.

Oversvømmelsen af matrikler og beboelsesejendomme er vist på Figur 6-1, samt i samt Bilag A, som ligeledes indeholder en tabel, der viser partsfordelingen på de oversvømmelsestruede matrikler og beboelsesejendomme.

De røde matrikler og mørkerøde ejendomme oversvømmes i henhold til definitionen ovenfor og tildeles derfor parter i henhold til tabellen, mens de gule farver indikerer matrikler og ejendomme der ikke oversvømmes.

## 7.2 Økonomisk partsfordeling

### 7.2.1 Anlægsudgift

Kommunen dækker en fast udgift på 20 %, der er fastlagt på grundlag af kommunens procentuelle andel af det samlede oversvømmede areal.

Hvert forsyningsselskab er ansat til 2 parter pr. 30 kunder.

Efter ovenstående deltager i alt 1.313 private parter og i alt 260 forsyningsselskabs parter i fordelingen af resten af udgiften. Alt i alt 1.573 parter.

Hvilket resulterer i følgende maksimalbetalinger pr. adresse:

- Grund + beboelse oversvømmes:  
 $2 \times (6.600.000 \times 0,8)/(1573) = \mathbf{6.720 \text{ kr.}}$  inklusive moms.
- Grund oversvømmes:  
 $1 \times (6.600.000 \times 0,8)/(1573) = \mathbf{3.360 \text{ kr.}}$  inklusive moms.
- Forsyningsselskab minimumsudgift:  
 $2 \times (6.600.000 \times 0,8)/(1573) = \mathbf{6.720 \text{ kr.}}$  inklusive moms.
- Forsyningsselskab maksimaludgift:  
 $60 \times (6.600.000 \times 0,8)/(1573) = \mathbf{201.400 \text{ kr.}}$  inklusive moms.

### 7.2.2 Driftsudgift

Slagelse Kommune dækker 20 % af de årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger og forsyningsselskaberne 2 parter pr. 30 aftagere. Herefter fås følgende årlige maksimal betaling pr. adresse med to parter:

$$2 \times (200.000 \times 0,8) / (1573) = \mathbf{204 \text{ kr./år}}$$
 inklusive moms.

Årlige maksimal betaling pr. adresse med en parter:

$1 \times (200.000 \times 0,8) / (1573) = \mathbf{102 \text{ kr./år}}$  inklusive moms.

#### Antal parter

	Procent %	Antal parter
Kommunen	20	
Grundejere	67	1.313
Forsyningselskaber (2 part pr. 30 kunder)	13	262
I alt	100	1.575

Tabel 6-1: Procentuel fordeling mellem interessenter og fordeling af parter.

#### 7.2.3 Bidragsfordeling – oversigt

Ovenfor beregnede bidrag er indsat i tabel nedenfor.

	Samlet udgift (1.000 kr.)	Udgift pr. part (kr.)	Ledningsejeres udgift (1.000 kr.)	Kommunens udgift (1.000 kr.)
Anlægsomkostninger	6.600	3.360	873	1.320
Årlige drifts- og vedligeholdelses omkostninger	200	102	6	40

Tabel 6-2: Oversigt over udgiftsfordeling mellem interessent grupper.

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



---

## 8 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/: Slagelse Kommune: Notat med alternative løsningsforslag for Område. Udkast udarbejdet af NIRAS 15.01.2016.
- Ref./4/: EurOtop. Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual, August 2007. [www.overtopping-manual.com](http://www.overtopping-manual.com)
- Ref./5/: The Rock Manual: The Use of Rock in Hydraulic Engineering. CIRIA Publication C683. (Van der Meer formula).