

Kystbeskyttelse  
Højvandssikring

---

Halsskov - Digeområde 2  
Myndighedsprojekt

---

SLAGELSE KOMMUNE

---

18.FEBRUAR 2021

# Indhold

<b>0</b>	<b>Resumé</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Område beskrivelse</b>	<b>5</b>
2.1	Beskrivelse af kystområdet	5
2.2	Højdeforhold	7
2.3	Kystmorfologi	8
2.4	Geotekniske forhold	11
2.5	Afstrømningsforhold	12
<b>3</b>	<b>Sikringsniveau</b>	<b>13</b>
3.1	Vandstandsforhold	13
3.2	Bølgetillæg og -opskyl	14
3.3	Digets levetid	14
<b>4</b>	<b>Beskyttelsesstrategi</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Projektet</b>	<b>16</b>
5.1	Projektændringer	18
5.2	Beskyttelse af Område 2	18
5.3	Drift og vedligehold	20
<b>6</b>	<b>Projektets indvirkning på miljøet</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Økonomi og budgetoverslag</b>	<b>20</b>
7.1	Budgetoverslag for udgifter til kystbeskyttelsen	20
7.2	Budgetoverslag for udgifter til vedligeholdelse	23
<b>8</b>	<b>Bidragsfordeling og finansiering</b>	<b>23</b>
8.1	Ejendomme der beskyttes	24
8.2	Bidragsfordeling	24
8.2.1	Bidragsfordeling af anlægsudgift	26
8.2.2	Bidragsfordeling af driftsudgift	26
<b>9</b>	<b>Projektets fremdrift</b>	<b>26</b>

9.1	Generelt	26
9.2	Udbudsform	27
9.3	Hovedtidsplan	27
<b>10</b>	<b>Referencer</b>	<b>27</b>

---

---

Projekt ID: 10404910  
Dokument ID:  
XTAXEUDNY4W-75177900-787  
Ændret: 18-02-2021 12:03  
Revision

Udarbejdet af MLV  
Kontrolleret af KBO  
Godkendt af KBO

### **Tegningsliste:**

Tegning nr. F1\_K24\_200

Tegning nr. F1\_K24\_210

Tegning nr. F1\_K24-211

### **Bilagsliste:**

Bilag A: Højdekort over digeområde 2 i A3-format

### **Ordliste:**

**Krone:** Det vandrette øverste fladestykke af et dige, en stenkastning/skråningsbeskyttelse eller sandopfyldning

**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.:

- 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;
- Sandfodring for reduktion af bølgeopløb på diger.

**Kompensationsfodring:** Tilførsel af materiale (sand, grus, ral) til substituering af det materiale som konstruktionerne tilbageholder.

**Vindstuvning:** Opstuvning af vand mod kysten skabt af vindens påvirkning.

**Bølgestuvning:** Opstuvning af vand mod kysten skabt af bølgerne når de løber mod land.

**Bølgeopskyl:** Den højde hvortil bølgerne kan nå, når de skyller op af enten strand eller konstruktioner.

**Opskylshøjde:** Den højde hvortil bølgeopskyllet kan nå

**Overskyl:** Mængden af vand, som bølgerne skyller over kystbeskyttelsen. Gennemsnittet af dette opgøres i L/s/m.

**Middeltidshændelse:** Den kombinerede hændelse af bølgehøjde og vandstand, som statistisk set kun forekommer én gang per x-antal år. F.eks. forekommer en 100-års hændelse statistisk set kun én gang per 100 år. Der er mange kombinationer af bølger og vandstand, som optræder med en middeltidshændelse på 100 år. Diget projekteres så det kan modstå alle kombinerede hændelser.

**Levetid:** Hvor langt frem i tiden projektet skal kunne beskytte mod den valgte middeltidshændelse. Dette både med henblik på fremtidige havspejlsstigninger og med henblik på, at de anvendte materialer holder, samt at konstruktionerne er stabile.

**Sikringsniveau:** Den hændelse projektet skal beskytte imod.

## 0 Resumé

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

NIRAS har i samarbejde med Slagelse Kommune og digegruppen for område 2 udført et projekt til beskyttelse af området. Projektet sikrer mod en stormflodssituation, som forventes at indtræffe en gang hver 100 år fremskrevet til år 2050. Der har været afholdt Kap. 1A møde i henhold til kystbeskyttelsesloven d. 27. august 2018. Projektet har været i høring, fra 6. juli til 31. august 2018 og herefter tilrettet på baggrund af de indkomne høringssvar.

Løsningen omfatter hovedsageligt en fodring af stranden med ca. 14.000 m<sup>3</sup> sand således, at kystlinjen rykker ca. 15-20 m søværts. Strandfodringen støttes landværts af et dige med topkote i +2,60 m DVR90. I den østlige del af området udføres diget som et 175 m langt lerjordsdige med en topkote på +2,6 m DVR90, mens det i den vestlige del opbygges som en 80 m lang betonmur ligeledes med topkote i +2,6 m DVR90. Strand og dige placeres således, at den eksisterende passage langs stranden bevares.

I den østlige ende af diget forsynes diget med en overkørsel som kan bære mindre bådtrailere samt en traktor med strandrenser med en samlet vægt på 10 tons. I den vestlige ende forsynes betonmuren med en trappe således at gående trafik langs indersiden af muren kan passere hen over muren til stranden på ydersiden af muren.

Skybrudsvand fra bag digerne ved en 100-års hændelse afledes via drænledning til en brønd placeret ved Søværnet i et lavt liggende område. Fra brønden ledes vandet gennem en gravitations havledning til recipienten. Den eksisterende udløbsledning forlænges ca. 25 m havværts.

Projektet beskytter 49 ha stort byområde med i alt 727 ejendomme, kommunale arealer og en række installationer ejet af ledningsejere.

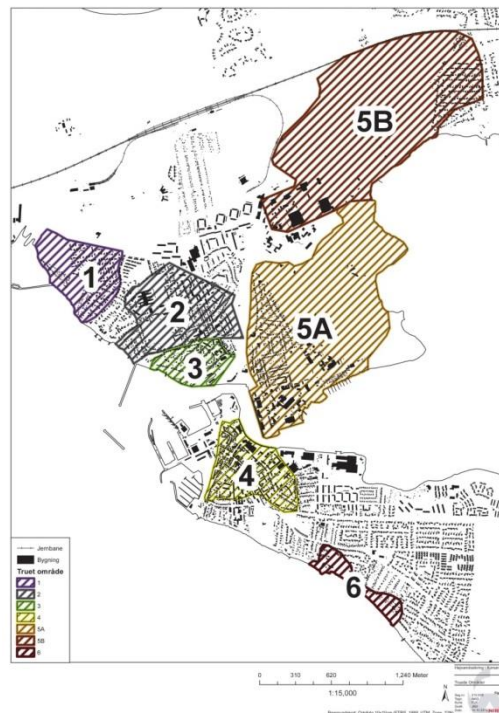
## 1 Indledning

I november 2006 blev store dele af Korsør centrum og en række ejendomme langs kysten langs Halsskov bydel oversvømmet i forbindelse med en særlig ekstrem stormflod, som fik vandet til at stige til +1,61 m DVR90 i Storebælt samtidig med at der blæste relative store bølger fra nordvest ind mod kysterne. Dette var optakten til at Slagelse Kommune indledte en samlet planlægning af kommunens kyster, hvilket resulterede i udarbejdelsen af Kystplan 2009 [1].

I 2011 blev Korsør by udpeget som et af i alt 10 områder, der blev vurderet til at være særligt udsatte for stormflod. Det skete i forbindelse med implementeringen af EU's oversvømmelsesdirektiv i Danmark. Denne udpegning blev i 2012 fulgt op af en samlet beskyttelsesstrategi [2], som inddeler Korsør og Halsskov bydele i seks uafhængige oversvømmelsesområder, som vist på Figur 1.1.

Kommunen valgte at starte med højvandsbeskyttelsen af Halsskov bydel, som er inddelt i de tre områder 1, 2 og 3 (Figur 1.1). For hver af de tre områder er der etableret en foreløbig digegruppe.

Figur 1.1: Inddeling af højvandssikringen af Korsør og Halsskov bydele i oversvømmelsesområder. Kilde: [2]



NIRAS har i samarbejde med Slagelse Kommune og digegrupperne udarbejdet projekter til beskyttelse af områderne 1, 2 og 3.

NIRAS har rettet projekterne i henhold til Kystdirektoratets bemærkninger og tilbagemeldinger både fra kommunen og digegrupperne. Sikringsniveauet har gennem hele processen været fastlagt til en 100-års stormflod i år 2050.

I forbindelse med opdateringen af projektet er der udført en digitalisering af de eksisterende kort- og højdeforhold baseret på droneoverflyvning og foretaget detaljeret besigtigelse af områderne. Den digitaliserede højdemodel udgør grundlaget for optegning af projektet. Endelig indeholder denne projekteringsfase også en opdatering af de geotekniske forhold samt de dimensionsgivende vandstande og bølgeførhold baseret på hydraulisk modellering og pejling af områderne ud for digeområde 1 og 2.

Denne rapport behandler udelukkende projektet i område 2 og indeholder en projektbeskrivelse af højvandssikringen samt et anlægsbudget og bidragsfordeling af budgettet mellem private ejere, ledningsejere og kommunen.

Tilsvarende selvstændige rapporter er udarbejdet for område 1 og 3.

## 2 Område beskrivelse

I dette kapitel beskrives området og der redegøres for højdeforholdene samt for de kystmorfologiske, geotekniske og afstrømningsmæssige forhold.

### 2.1 Beskrivelse af kystområdet

Området består af en sandet strand mellem den høje moræne i nordvest, se billede 1, Figur 2.1 og Korsør havns nordre mole i sydøst, se billede 2 og 3, Figur 2.1, samt Figur 2.2.

Stranden har gennem tiderne været naturligt fodret med sand fra nedbrydningen af i skrænten, som strækker sig helt over til område 1. Skrænten er siden sikret på det meste af strækningen med sten, hvilket har udsultet stranden, som er rykket tilbage som følge af læsideerosion og manglede tilførsel af sand.

Luftfoto fra 1954 viser, at kysten allerede den gang var beskyttet med hølfer, men nok ikke med så effektiv en skråningsbeskyttelse som i dag, idet stranden var bredere og mere sandfyldt end i dag.

For at sinke tilbagerykningen er hølferne delvist vedligeholdt (se Figur 2.2) og der er opført en ca. 40 m lang skråningsbeskyttelse ud for Matrikel 53ad, se billede 2, Figur 2.1. Skråningsbeskyttelsen afsluttes ved en hølfe, hvorefter de efterfølgende 25 m strækning er delvist beskyttet med spredte sten mod kystbrinken.

Udover hølferne ved Jægerstien er en hølfe beliggende ca. 50 m herfra mod nordøst og ca. 40 m mod sydøst to andre hølfer. Alle hølferne er opført i stenmaterialer.

Stranden bliver bredere mod sydøst (Figur 2.2) og afsluttes mod private matrikler med en sti og mur (Billede 4, Figur 2.1).



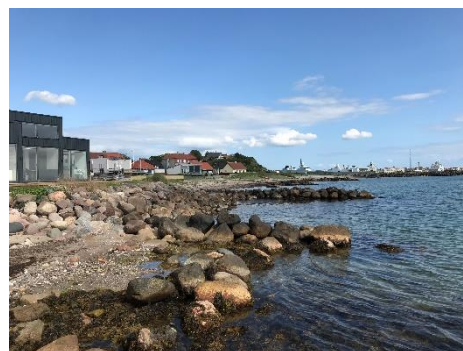
Der findes en pumpestation (Billede 5, Figur 2.1 og Figur 2.2 ), som afvander fra de lavere liggende områder i Område 2, se afsnit 2.2. Høfden ud for pumpestationen udgør ballastering af udløbsledningen fra pumpestationen.

Området afsluttes i sydøst med et fællesområde til mindre både og sti til område 3, se Figur 2.2 og billede 6, Figur 2.1.

Figur 2.1: Billeder fra område 2.



1. Stranden set mod nordvest fra Matrikel 53ad



2. Skråningsbeskyttelse ud for matrikel 53ad



3. Fra skråningsbeskyttelse mod havnemole SØ



4. Mod NV gennem sti langs bagside væg

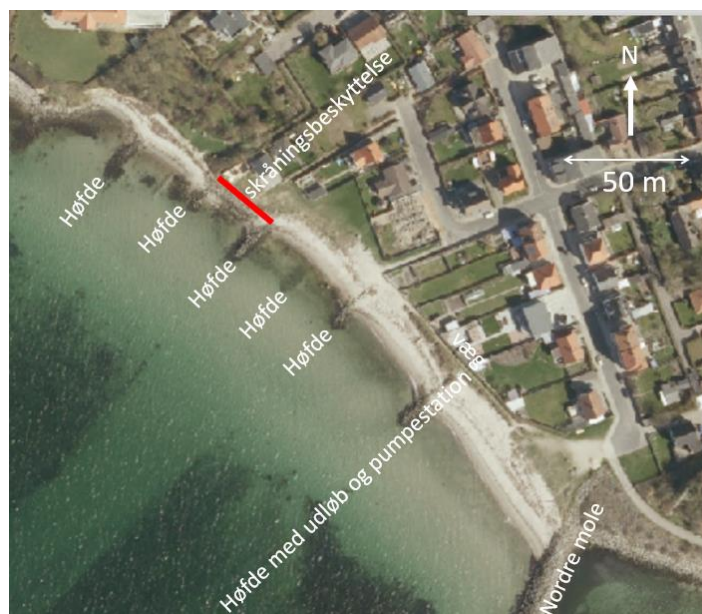


5. Pumpestation.



6. Sydøstlig ende ved sti til område 3.

Figur 2.2: Eksisterende kystbeskyttelse af område 2.



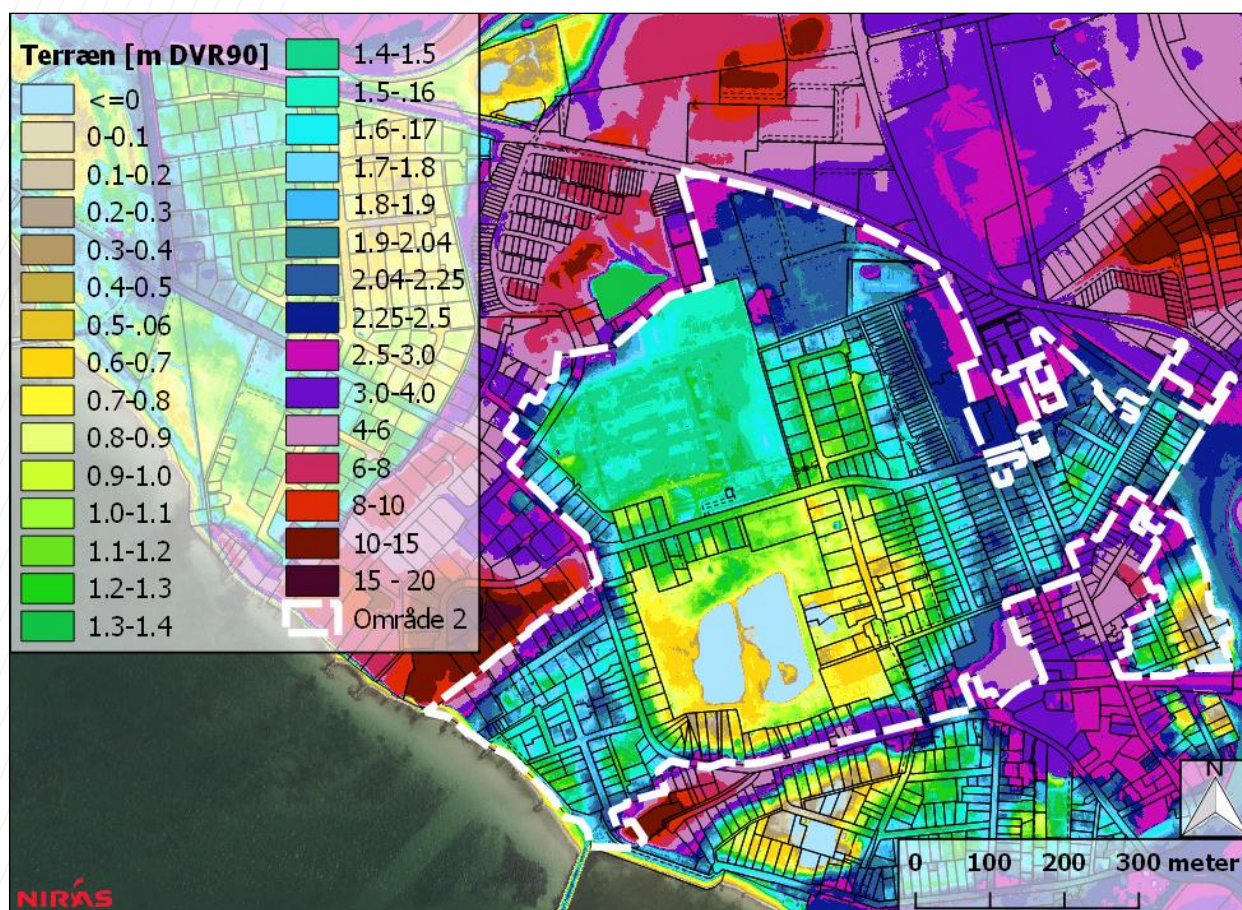
## 2.2 Højdeforhold

Afgrænsningen af område 2, som i alt dækker et areal på 49 ha, er vist på højdekort med matrikler på Figur 2.3. Det fremgår, at en central beliggende del på ca. 12,2 ha består af en sø med omkringliggende lavere beliggende områder mellem 0 og +1,3 m DVR90. Resten af området ligger mellem koterne +1,3 m og 2,1 m DVR90.

Under stormflod i Storebælt, med vandstande over +1,7 m DVR 90 vil vandet løbe hen over det 200-300 m brede kystområde og ind i de lavere beliggende områder bag stranden.



Figur 2.3: Højdekort over digeområde 2, DHM 2014. Baggrundskort: Ortofoto 2018, Geodatastyrelsens WMS tjeneste. Se Bilag A for større format.



## 2.3 Kystmorfologi

De kystmorfologiske forhold er styret af den gennemsnitlige årlige tilførsel af sand til område 2 fra nordvest fra nedbrydningen af klinten. Inden klinten blev effektivt beskyttet i 1970-80'erne kan denne sandtilførsel vurderes på grundlag af sammenligninger af kort fra 1890 med kort frem til denne periode, dvs. i ca. 90 år. Det fremgår, at klinten i denne periode er rykket ca. 15 m tilbage Figur 2.4.

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 (Figur 2.4). Med en årlig tilbagerykning af kystprofilet på 0,2 m og en forudsætning om at halvdelen af klintmaterialet er så fint, at det forsvinder ud på større vanddybder, giver det en samlet sandtransport langs kysten på 320 m<sup>3</sup>, som fordeles ligeligt henholdsvis mod område 1 og område 2.

Figur 2.4: Udvikling af klinten de sidste 90 år. Der er i alt eroderet ca. 640 m<sup>3</sup> materiale per år, 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.



Så længe klinten ikke har været beskyttet med stenkastning, har denne erosion skabt sandstrande som vist på billedet fra 1954 på Figur 2.5.

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 stranden 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, se Figur 2.5.

På grundlag af sammenligninger af kystliniens beliggenhed på luftfoto (Figur 2.5) vurderes den årlige erosion af den nordvestlige del af Område 2 at være i størrelsesordenen 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.

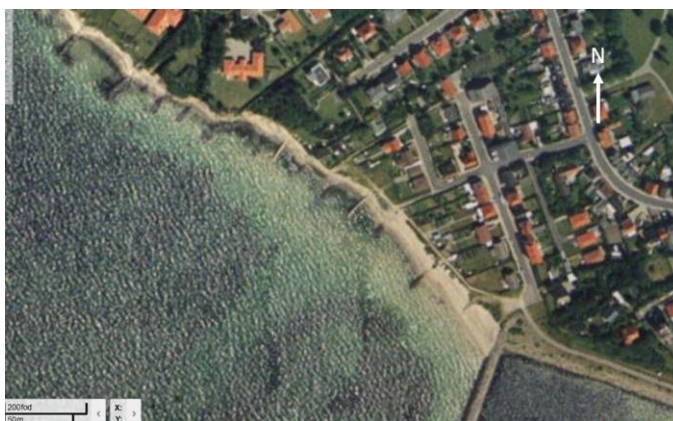
Sandet på stranden i dag har en middeldornstørrelse på ca. 0,2-0,4 mm bestemt på grundlag af en visuel bedømmelse.



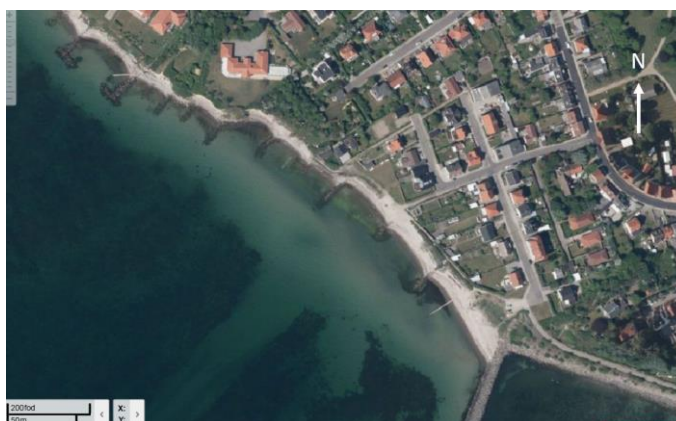
Figur 2.5: Luftfotos af kysten i år 1954, 1995 og 2012. Der ses en mindre tilbagerykning i den vestlige ende af Område 2, mens den østlige ende ved mølen ligger fast. Nord pil langs billedets højkant.



1954



1995

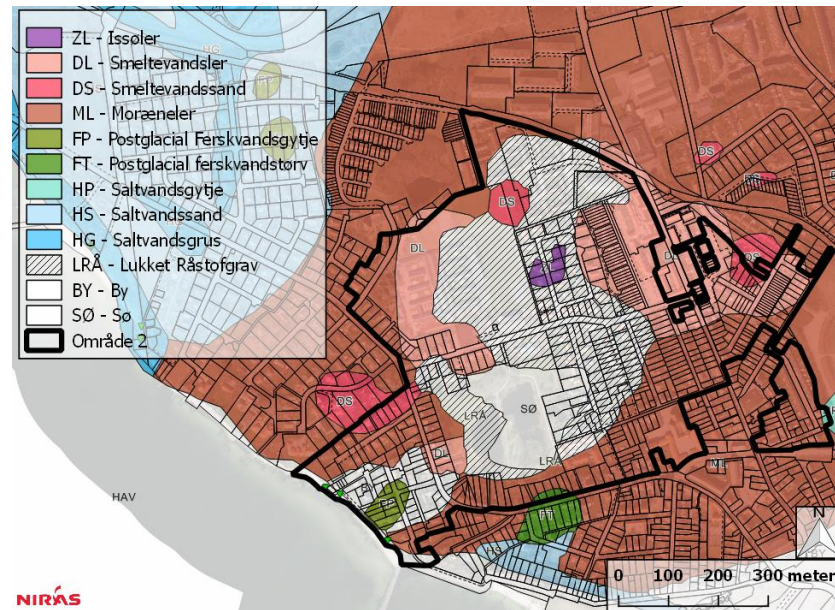


2012

## 2.4 Geotekniske forhold

De geotekniske forhold er undersøgt gennem 3 borer (se rapport [3]) samt inspektion af GEUS jordbundskort, se Figur 2.6. Med undtagelse af prøve nr. 5 ved skråningsbeskyttelsen, ved Jægerstien er områdets øverste ca. 1-2 m opbygget af en blanding af sand, grus, ler og tørv, som ligger oven på et lag af fed ler.

Figur 2.6: Øverst: Jordartskort for område 2, GEUS. Grøn trekant markerer borerplacering, se Geoteknisk rapport af maj 2019 [3]. Nederst: Placering af geotekniske borer.



Prøve nr. 5 viser et underlag af uigennemtrængelige sten, som antageligt er en del af skråningsbeskyttelsen.

For betonmuren har NIRAS efterfølgende vurderet, at der ikke forekommer nævneværdige sætninger selv ved fundering over OSBL, grundet den minimale forøgelse af fladetrykket på funderingsfladen.

## 2.5 Afstrømningsforhold

I forbindelse med etablering af kystbeskyttelsesprojektet er det nødvendigt at forholde sig til hvordan afstrømningsmønstre bag diget (bagvand) kan ændres som følge af de nye anlæg. Der må jf. Vandløbslovens §6 ikke som følge af kystbeskyttelse opstå nye udfordringer med afvanding og/eller ske forværring i eksisterende udfordrede områder.

På den baggrund er der udført en screening af de eksisterende afvandingsforhold. og en analyse af, hvor det vil være nødvendigt at etablere afværgeforanstaltninger for at bibeholde de eksisterende afstrømningsmuligheder.

Resultatet heraf er rapporteret i [4] og foranstaltninger er inkluderet i beskrivelsen i kapitel 5.

Screeningen er udført på baggrund af LER oplysninger, drænkort fra Slagelse Kommune, geotekniske boreprofiler samt afstrømningsanalyser i SCALGO.

Der screenes på to niveauer; den almindelige hverdagssituation op til serviceniveau samt en skybrudssituation, hvor kloaksystemets kapacitet overskrides og vand afstrømmer på terræn til nærmeste recipient, Storebælt.

Serviceniveauet for område 2 = 10 års nedbørhændelse.

For så vidt angår skybrudssituationen arbejdes der med en 100-års hændelse i 2110, da det er denne hændelse der planlægges efter i Slagelse Kommune for anlæg, der har en forventet levetid udover år 2050 (Klimatilpasningsplan, tillæg nr. 3 til Kommuneplan 2013, side 8). En 100 års-hændelse i 2110 fås ved at fremskrive nedbøren med en klimafaktor på 1,4.

På grundlag af analyserne er der udarbejdet løsning til bortledning af vand bag digerne under skybrud. Løsningerne er vist i [4] samt inkluderet i beskrivelserne af projektet i Kapitel 5.

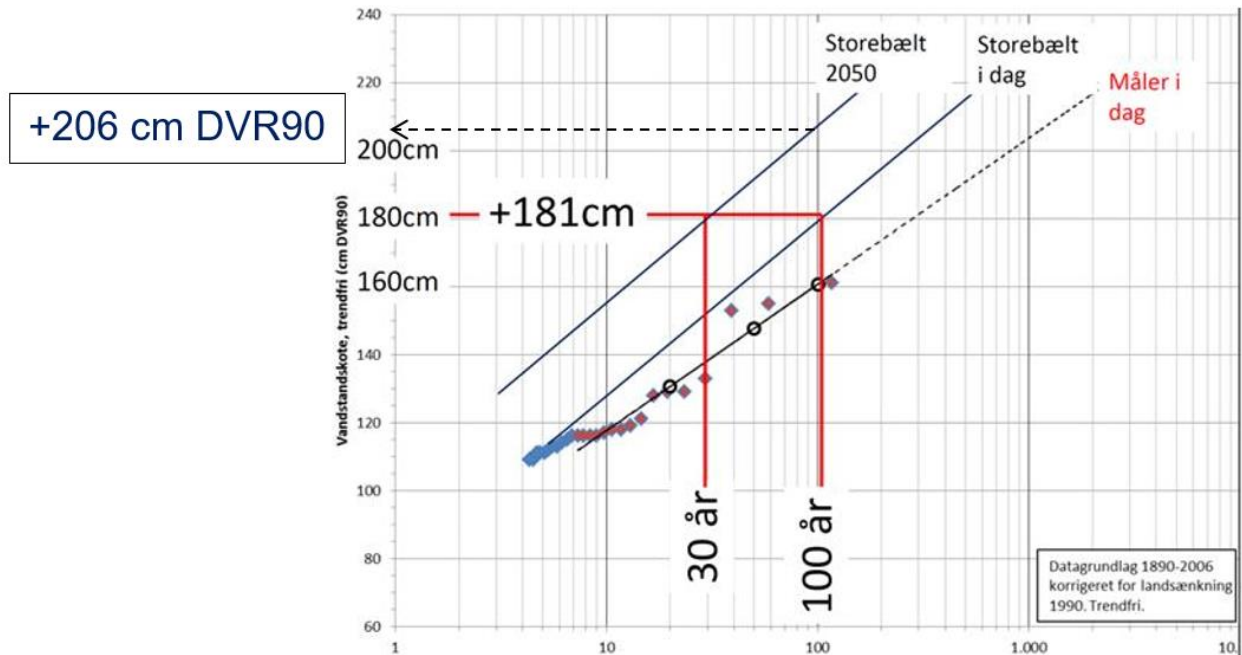
### 3 Sikringsniveau

Digegruppen har sammen med kommunen valgt at dimensionere digeprojektet mod en 100 års middeltidshændelse i år 2050 med tillæg for klimaændringer.

#### 3.1 Vandstandsforhold

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 højvandssituationer, se Figur 3.1.

Figur 3.1: Design 100-års højvande ved Korsør og Halsskov. Hertil lægges 25 cm klimatilpasning, hvorved fås et designhøjvande på +2,06 m DVR90.



En 100-års middeltids vandstandshændelse svarer således til en vandstand på +1,61 m DVR90 i havnen i dag.

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

Hertil lægges 25 cm svarende til den forventede generelle havspejlsstigning frem til 2050 forårsaget af klimaforandringerne, se [5].

Herefter fås følgende 100-års vandstand i 2050: **+2,06 m DVR90**, Figur 3.1.



### 3.2 Bølgetillæg og -opskyl

Foruden vandstanden indgår bølgerne i dimensioneringen af højvandsbeskyttelsen.

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 niveau. Der er valgt at bruge et overløbskriterie på 2 l/s/m dige. Med dette kriterie kan personer opholde sig bag diget uden at blive skyllet væk, og der kan arbejdes med at bortlede overskyllet vand, reparere eventuelle skader og/eller evakuere værdier og mennesker bagved.

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

I projektforslaget er beregnet en kronekote for højvandsbeskyttelsen på +2,60m (DVR90). Denne kronekote er i myndighedsprojektet kontrolleret med hydrauliske modelberegninger, [5].

Med modellen er det undersøgt hvilken bølgehøjde, der statistisk set forekommer samtidigt med den dimensionsgivende 100-års vandstand.

Derudover er samtidigheden af ekstrem vandstand og ekstrem bølgepåvirkning vurderet. Det er således undersøgt, om en ekstrem vind-/bølgepåvirkning og kun moderat forhøjet vandstand vil kræve en højere kronekote, fordi bølgeopskyllet muligvis når højere op end under den dimensionsgivende situation med ekstrem vandstand og kun en lille bølgehøjde.

Ved denne samtidigheds-analyse vurderes også mulige tilfælde af bølgepåvirkning på højvandsbeskyttelsen med henblik på at kontrollere stabiliteten af konstruktionerne.

Analysen er foretaget på baggrund af målte vandstande og vind i perioden 2002-2018.

Resultatet af modelberegningerne gennemgås i [5] og viser, at under forudsætning om at strandens bredde vedligeholdes, at det gennemsnitlige overskyl ikke overstiger 2 l/s/m indtil år 2050, og at kronekoten på +2,60 m DVR90 er tilstrækkelig høj og konstruktionen er stabil, [5].

### 3.3 Digets levetid

Digets levetid sættes til 50 år, hvilket betyder, at den dimensionsgivende kombination af højvande og bølger vil indtræffe med sandsynlighed på 30 % i løbet af levetiden.

## 4 Beskyttelsesstrategi

Stranden i område 2 ligger udsat for erosion under nord-vestlige vinde med højvandsstand og samtidige store bølger. Under sådanne situationer transporteres sandet fra den nord-vestlige ende af Område 2 til den sydøstlige ende ned mod nordmolen i Korsør Havn (Afsnit 2.3).

Når der skal beskyttes udelukkende med sand, er det vigtigt, at der etableres en tilstrækkeligt stor buffer zone til at modstå erosion i den nordlige ende 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 periodevis aktive i hele kystprofilet fra en dybde på ca. 4 m til toppen af strandfodringen (kote ca. +2,1 m).

Sandvolumenet beregnes i henhold til Bruun's regel: kysttilbagerykning (kronisk erosion 17 cm (15 m på 90 år)) x (profilhøjden ca. 6 m) x levetid (50 år). Volumen ca. 50 m<sup>3</sup>/m.

Sand placeret på stranden, som strandfodring, vil over tid blive trukket ud fra stranden under forskellige bølge- og højvandssituationer og danne et nyt ligevægtsprofil ud til ca. 4 meters dybde.

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.

Den nordlige ende af område 2 er som omtalt i afsnit 2.3 udsat for en kronisk erosion, hvilket på sigt kan øge risikoen for oversvømmelse af ejendommen ud for Jægerstien (matrikel 53ab, 53ac, se Figur 5.1). For at reducere risikoen foreslås det supplere sandfodringen ud for matrikel 5b med en højvandsmur beskyttet af den eksisterende mindre eksisterende skræntbeskyttelse, som bliver dækket af sand.

Den nordlige hofde, samt de to små hofderester ud for Jærgestien og den midterste hofde kan fjernes og stenene bruges til forlængelse af hofden, der ballasterer udløbsledningen. Den sydlige hofde dækker udløbsledning fra pumpestation og skal forlænges. Evt. overskydende sten fra hofderne udlægges som stenrev omkring udløbsledningen.

For at begrænse sandflugt fra det nye strandområde anbefales det at den inderste halvdel af kronen tilplantet med Marehalm.

Der sikres adgangsforhold langs kysten både på stranden og bag digerne.

## 5 Projektet

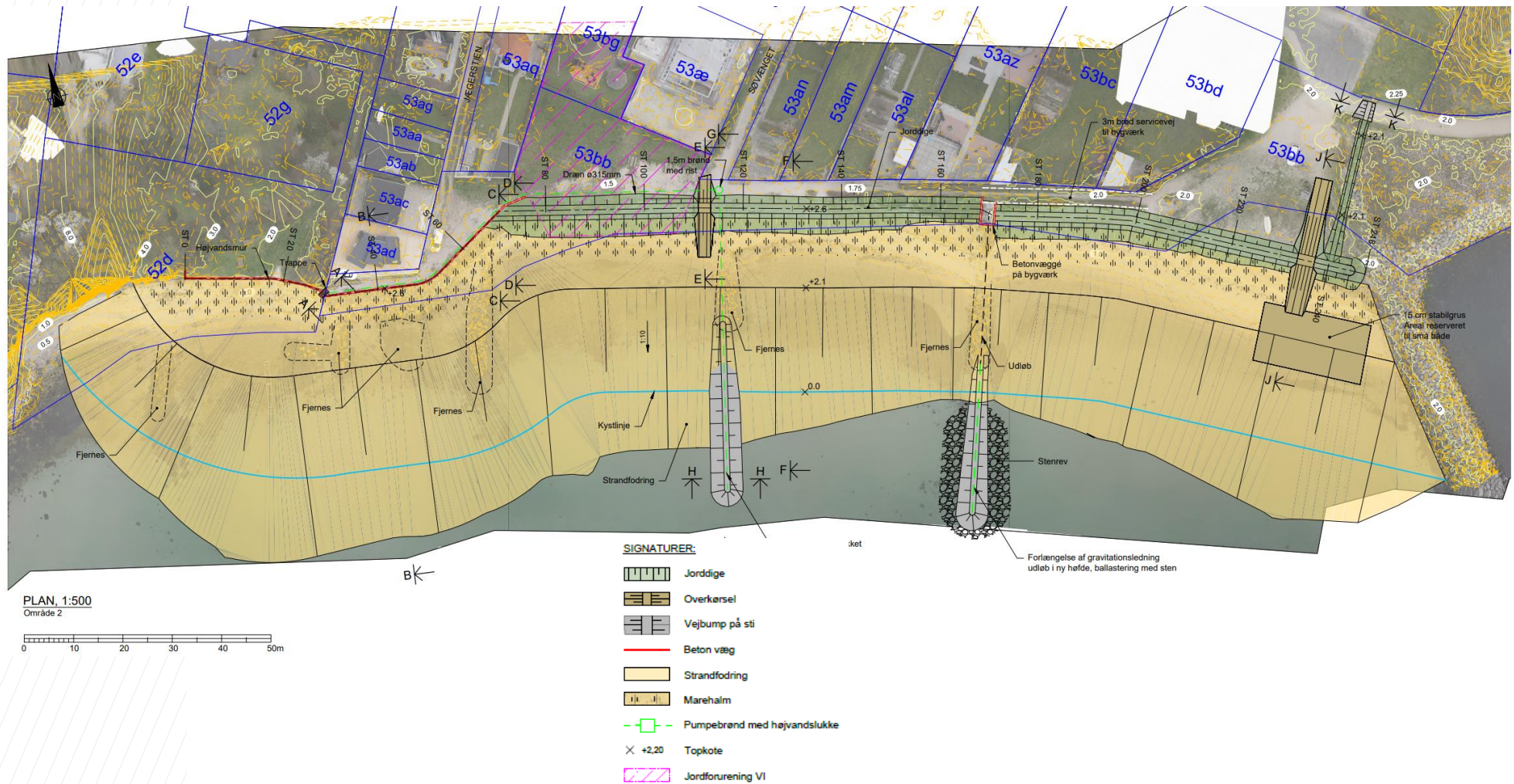
Projekt til beskyttelse af digeområde 2 er vist på Figur 5.1, plantegning F1\_K24\_200 samt snittegning F1\_K24\_210 og F1\_K24\_211.

Højvandsbeskyttelsen består af følgende konstruktive hovedelementer:

- En strandfodring med sand på ca. 14.000 m<sup>3</sup>, i en længde langs kysten på ca. 270 m og bredde varierende mellem 40-45 m. Kronen på strandfodringen placeres i kote +2,1 m DVR90 og har en bredde på 15 m samt et anlæg 1:10 søværts til den rammer den naturlige havbund;
- Beplantning af den inderste del af kronen af sandfodringen med Marehalm;
- Et jorddige med en længde på ca. 175 m langs kysten i overgangen mellem strand og den eksisterende vandresti;
- En højvandsmur i beton langs stien som forlængelse af diget mod vest. Højvandsmuren er ca. 80 m lang og placeret lang foden af en lav skrænt. Muren er 30 cm bred;
- Et mindre jorddige mod øst som forlænger det kystparallelle dige ind i land. Dette lille dige er ca. 30 m langt og afsluttes af et asfalteret vejbump over stien mellem Værfet og Strandvej;
- En overkørsel over diget i den østlige ende, således at mindre bådtrailere og traktor med strandrenser kan passere;
- Forstærkning på sandopfyldning af et areal på 300 m<sup>2</sup> ved overkørslen i øst til bådeplads;
- En grus-overgang i forlængelse af Søvnæget udelukkende til gående;
- Adgang til stranden i den vestlige side med en 1,5 m bred simpel trætrappe over højvandsmuren i skellet mellem matrikel 52d og 53ad;
- Ca. 30 m forlængelse af de eksisterende havledning med udløb i hofde. Forlængelsen ballasteres som den nuværende med sten udlagt som hofde;
- Oprydning og fjernelse af de alle hofderne, der sand dækkes;
- Etablering af stenrev for enden af det forlængede udløb med overskydende sten fra fjernelse af hofder på strækningen;
- Etablering af et 80 m langt dræn ø 160-400 mm langs indersiden af diget fra Jægerstien frem til 1,5 m brønd ud for Søvnæget;
- Fra brønden, der forsynes med højvandslukke, udledes vand i en gravitations udløbsledning minimum ø 600 mm direkte til recipienten. Ledningen ballasteres med sten udlagt som en stenhofde;
- Forhøjelse af betonvægge i det eksisterende bygværk for tilslutning af jorddige.

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

Figur 5.1: Plan af højvandsbeskyttelse, se Tegning F1\_K24\_200



## 5.1 Projektændringer

På baggrund af høringen er der foretaget følgende ændringer i det projektforslag, som har været i høring:

- Projektet er blevet opdateret til DHM 2017, hvilket har betydet meget små justeringer af linjeføringen sammenlignet med det projekt, som har været i høring;
- Desuden har analysen af bagvandsproblemtikken betydet, at der er behov for dræn på strækningen nordvest for Søværnet, hvor der etableres en brønd med indløbsrist i siden mod Søværnet og højvandslukker på tilsluttende ledninger. Fra brønden etableres en gravitation havledning;
- Alle høfder, der dækkes af sand fjernes (stenene genbruges);
- Havledningen ballasteres med sten udlagt som høfde;
- Ved det nuværende udløbsbygværk forhøjes betonvæggene mod lerdiget svarende til ler-dige tværsnit, samt mod havet;
- Det anbefales at beplante en del af den nye strand med Marehalm for at begrænse sandflugt ind i de tilstødende ejendomme;
- Diget er flyttet ca. 2 m søværts syd for pumpestationen for at skabe adgangsplads langs landværts diget til SK Forsynings beredskabsbiler. Stien bag ved diget er sikret ved MSG-belægning så den kan bære SK Forsyningsberedskabsbiler;
- Sandfodringen er øget fra ca. 10.000 til ca. 14.000 m<sup>3</sup>. Årsagen hertil er at geometrien fra det tidligere projekt er bevaret i myndighedsprojektet;
- Betonmuren forløb langs Matrikel 52d er justeret for at imødegå en potentiel erosion i den nordvestlige del af området;
- 300 m<sup>2</sup> forstærkning af strand ved overkørsel i sydøstlige ende med stabilt grus til sikring af bæreevnen for biler og både.

## 5.2 Beskyttelse af Område 2

Topkoten for højvandsbeskyttelsen er +2,6 m, se Afsnit 3.2, Figur 5.2 og Tegning F1\_K24\_210.

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.

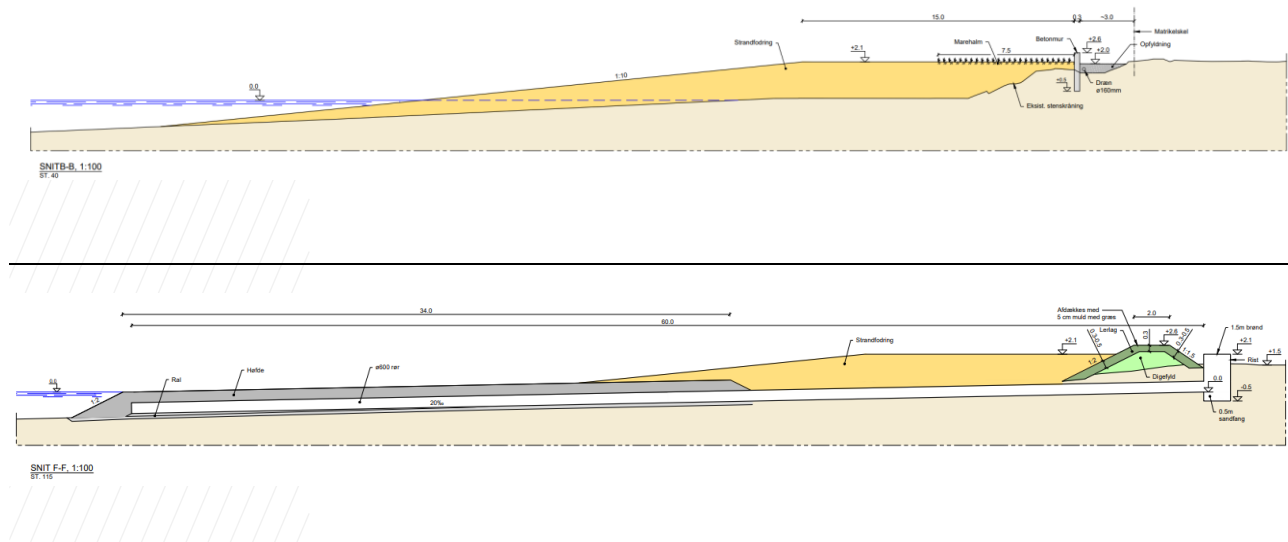
Sandet indvindes sandsuger fra et af de i Storebælt området udlagte "Fællesområder" for indvinding af ressource materialer.

Profilet opbygges med en ca. 15 m bred bufferzone i topkote i +2,10m, hvorved stranden kan modstå flere stærke storme uden at blive eroderet ned med risiko for oversvømmelse, se Figur 5.2 og Tegning F1\_K24\_210.

Jorddiget (St. 70 – St. 286) udføres i lerjord til kronekote +2,6 m med en forsidehældning 1:2, en bagsidehældning 1:1,5 og en kronebredde på 2 m. På snit C-C, snit D-D, snit E-E, snit F-F og snit H-H er indikeret en mulighed for i kernen af diget at benytte fyld (vist med lysegrøn farve). Dige overfladen afdækkes med et 5 cm tykt muldlag, som tilsås med en særlig modstandsdygtig græstype.

Diget placeres således at det sikrer en sti bag dette med en bedre på ca. 3 m.

Figur 5.2: Eksempler på tværsnit gennem diget. Øverst tværsnit A-A gennem betonmur og nederst snit E-E gennem dige. Se placering af tværsnit på Figur 5.1 og Tegning F1\_K24\_200, samt Tegning F1\_K24\_210.



Betonmuren (St.70 – St. 0), som fortsætter i forlængelse af jorddiget ud for Jærgerstien mod vest, udføres med topkote i +2,60 DVR90 og placeres således at "kyststien" bevares med en bredde på ca. 3 m frem til matr. nr. 52d.

Plan og snit gennem diget er vist på Tegning F1\_K24\_210 og F1\_K24\_200 til beskrivelse af overgangen mellem jorddige og betonmur samt gennem den østlige overgang.

Løsningen sikrer en relative ubesværet passage langs stranden både på stranden og bag langs digerne.

Til afledning af skybrudsvand etableres et dræn  $\varnothing$  160-315 mm nordvest for Søværnet, langs bagsiden af diget. Drænledningen tilsluttes en brønd med indløbsrist i siden, således at overfladevand fra Søværnet kan ledes til brønden, se Figur 5.1. Fra brønden ledes vandet via en  $\varnothing$  600 mm havledning til recipienten. Havledningen ballasteres med sten udlagt som en hofde.

Udløbsledningen fra eksisterende bygværk forlænges og ballasteres med sten udlagt som en hofde (nuværende ballastering).

Bredden af stien bag diget øst for pumpestationen er udvidet ved at rykke diget ca. 2 m søværts, så der er ca. 3 m fri passage. Herved sikres at SK Forsyning kan køre til pumpestationen med større vogne i forbindelse med servicering og reparation af pumpestation og rørledning. Stiens bæreevne forstærkes med 30 cm stabilt grus.

I den østlige ende ved overgangen foretages en forstærkning af 300 m<sup>2</sup> af stranden til sikring af bæreevnen for biler og både.

### 5.3 Drift og vedligehold

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

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

Drænsystemer, rørgennemføringer og kontraventiler kontrolleres og renses to gang sidst på foråret henholdsvis først i efteråret.

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

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

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

Årligt i sensommeren overvåges/gennemgås sandstranden med henblik på at kontrollere om stranden yder den krævede beskyttelse, eller om sand evt. skal omplaceres. Evt. årlig omflytning af sandet i den østlige ende til den vestlige ende for at kompensere for læsideerosion ved høfden ved udløbet.

Der vurderes ikke at være behov for supplerende af sandfyld i projektets levetid.

## 6 Projektets indvirkning på miljøet

Der er udarbejdet VVM-ansøgning (anmeldelse) for projektet til digeområde 2. Der henvises til kommunens VVM-afgørelse.

## 7 Økonomi og budgetoverslag

Der er udarbejdet samlet projektbudget for gennemførelsen af det i Kapitel 5 beskrevne projekt. Budgettet omfatter alle udgifter til projektering, udbud, entreprenør og tilsyn med opgavens gennemførelse.

Projektet i digeområde 2 udføres på kommunalt ejede areal matr.nr. 53bb og langs kystbrinken på matrikel 52d, som udgør et fællesareal for beboere på Sprogøvej (Figur 5.1). Der skal tinglyses en deklaration. Der kan være behov for eksproprieres for digets placering og digelagets ret til at vedligeholde højvandsbeskyttelsen på matrikel 52d.

### 7.1 Budgetoverslag for udgifter til kystbeskyttelsen

Budgetoverslaget er baseret på enhedspriser fra tilsvarende projekter primo 2019, se Tabel 7.1.



Tabel 7.1: Enhedspriser primo 2019 anvendt til udregning af budget.

Materialer	Pris ekskl. moms kr.	Enhed
Vejbump – asfalt	35.000	Kr./stk.
Overkørsel – grus	20.000	Kr./stk.
Trappe – træ	20.000	Kr./stk.
Moræneler til jorddige	400	Kr./m <sup>3</sup>
Muld til afdækning af jorddige	350	Kr./m <sup>3</sup>
Græssåning på jorddige	50	Kr./m <sup>2</sup>
Marehalm	200	Kr./m <sup>2</sup>
Strandfodring med sand	180	Kr./m <sup>3</sup>
Betonmur	10.000	Kr./m <sup>3</sup>
Opfyldning	200	Kr./m <sup>3</sup>
Dræn ø 160-350 mm (plast) lagt i filtergrus	800	kr./lbm
Havledning ø 600bt	1.700	kr./lbm
Udgravning for havledning	100	Kr./m <sup>3</sup>
Ralpude under havledning	400	Kr./m <sup>3</sup>
Ballastering af havledning v/stenhøfde	500	Kr./m <sup>3</sup>
Dæksten/ Høfde og stenrev	600	Kr./m <sup>3</sup>
1,5 m brønd med højvandslukke, indløbsrist og forberedt for ledningstilslutninger	120.000	Kr./stk.
Ombygning ved pumpebygværk, tilslutning til diget -reserveret sum	100.000	Kr./stk.
Forlængelse/omlægning af røret fra pumpebygværk	10.000	Kr./lbm
Afgravning og rydning af bevoksning	200	Kr./m <sup>3</sup>
Afgravning til mur ved stenkastning	250	Kr./m <sup>3</sup>
Stabilgrus til bådplads	500	Kr./m <sup>3</sup>

Det resulterende anlægsoverslag og projektbudget til højvandsbeskyttelsen i digeområde 2 fremgår af Tabel 7.2.



Projektbudgettet indeholder alle udgifter til detailprojektering, udbud og tilsyn med anlægsarbejdernes udførelse, samt en post til usikkerhed på mængderne samt andre uforudsete udgifter.

Tabel 7.2: Anlægsoverslag og projektbudget for det samlede højvandssikringsanlæg i digeområde 2.

Digeområde 2	Mængde	Pris i kr.
Vejbump - asfalt	1 stk.	35.000
Overkørsel - grus	2 stk.	40.000
Trappe - træ	1 stk.	20.000
Moræneler til dige	1.050 m <sup>3</sup>	420.000
Muld til afdækning af dige	70 m <sup>3</sup>	25.000
Græssåning på udlagt muld	1.395 m <sup>2</sup>	70.000
Marehalm	2.025 m <sup>2</sup>	405.000
Strandfodring med sand	13.740 m <sup>3</sup>	2.474.000
Betonmur	49 m <sup>3</sup>	494.000
Opfyldning	80 m <sup>3</sup>	16.000
Dræn ø315 mm	80 lbm	64.000
Dæksten/Stenrev	67 m <sup>3</sup>	41.000
Brønd 1,5 m bt med højvandsslukker på tilsluttede ledninger og indløbsrist	1 stk.	120.000
Ny havledning ø 600 bt mm, inklusive udgravning	60 lbm	102.000
Udgravning for havledning	320 m <sup>3</sup>	32.000
Ralpude under havledning	60 m <sup>3</sup>	24.000
Ballastering af havledning v/stenhøjde	200 m <sup>3</sup>	100.000
Ombygning af pumpebygværk – tilpasning til dige – reserveret sum	1 stk.	100.000
Forlængelse/omlægning af røret fra pumpebygværk	60 lbm	600.000
Afgravning og rydning af bevoksning	259 m <sup>3</sup>	52.000
Afgravning til mur ved stenkastning	16 m <sup>3</sup>	4.000
Stabilgrus til bådplads	45 m <sup>3</sup>	23.000
<b>Materialer total</b>	<b>DELSUM</b>	<b>5.270.000</b>
Anstilling og drift af arbejdsplads	10 %	530.000
	<b>DELSUM</b>	<b>5.800.000</b>

Uforudsete udgifter	15 %	870.000
Entreprenørbudget	<b>DELSUM</b>	6.670.000
Projektudbud/Byggetilladelse/Rådgiver	10 %	670.000
Anlægsoverslag	<b>DELSUM</b>	7.340.000
Deklaration/Ekspropriation		50.000
Budgettillæg (usikkerhed)	15 %	1.110.000
<b>Projektbudget overslag, ekskl. moms</b>		<b>8.500.000</b>
Moms	25 %	2.130.000
<b>TOTAL inkl. moms</b>		<b>10.630.000</b>

Det samlede projektbudget anslås at beløbe sig til 10.700.000 kr. inkl. moms men ekskl. vedligeholdelsesudgifter.

Priser i anlægsoverslaget er afrundede værdier til hele tusinder. Projektbudget, moms og det totale anlægsoverslag er afrundet til hele titusinder.

De indgående mængder i overslaget er udtrukket fra den opsatte 3D model.

## 7.2 Budgetoverslag for udgifter til vedligeholdelse

Årlige driftsomkostninger er vurderet til ca. 1,5 % af anlægsoverslaget, hvilket svarer til ca. 160.000 kr./år.

Vedligeholdelse omfatter skønsmæssigt følgende hovedpunkter:

- Årlig overvågning af sandstranden med henblik på at kontrollere om stranden yder den krævede beskyttelse. Forventet udgift per år er ca. 20.000 kr.
- Evt. årlig omflytning af sandet i den sydlige ende til den nordlige ende for at kompensere for læsideerosion ved høfden m<sup>3</sup>. Forventet udgift per år er ca. 55.000 kr.
- Årlig kontrol af dræn, brønde, højvandslukker og udløbsbygværk med nødvendig vedligeholdelse. Forventet udgift per år er ca. 35.000 kr.
- Derudover: græsslåning af diget, gnaverbekæmpelse, årlig supplering med grus til overkørsel, evt. reparation af asfalt ved bump, samt i meget sjældne tilfælde vedligeholdelse af sten, der måtte have flyttet sig under en ekstrem storm. Forventet udgift per år er ca. 50.000 kr.

## 8 Bidragsfordeling og finansiering

Nærværende kapitel redegør for hvilke ejendomme, der beskyttes af projektet i digeområdet 2 og angiver bidragsfordeling af udgifterne.

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 %.

## 8.1 Ejendomme der beskyttes

Matriklerne, som ved projektet beskyttes mod en 100-års middeltidshændelse frem til år 2050, er vist på Figur 7.1.

Ovenstående hændelse svarer til en vandstand på +2,06 m DVR90. Da der skal være en gradient imellem vandstand og terræn på et par cm, er der vedtaget en bagatelgrænse på 2 cm vandstand. Dermed er det kun matrikler og bygninger under +2,04 m DVR90, der defineres som værende oversvømmelsestruet og dermed omfattet af bidragsfordelingen.

## 8.2 Bidragsfordeling

Generelt gælder, at hvis en matrikel oversvømmes, uden at beboelsesejendommen på matriklen oversvømmes, får matriklen tildelt 1 part.

Hvis oversvømmelsen også omfatter beboelsesejendommen på matriklen, får matriklen tildelt 2 parter.

Udhuse og carporte opfattes ikke som beboelsesejendomme.

Udlejningsejendomme som er privatejede tildeles bidrag pr. opgang, og ud fra ovenstående principper.

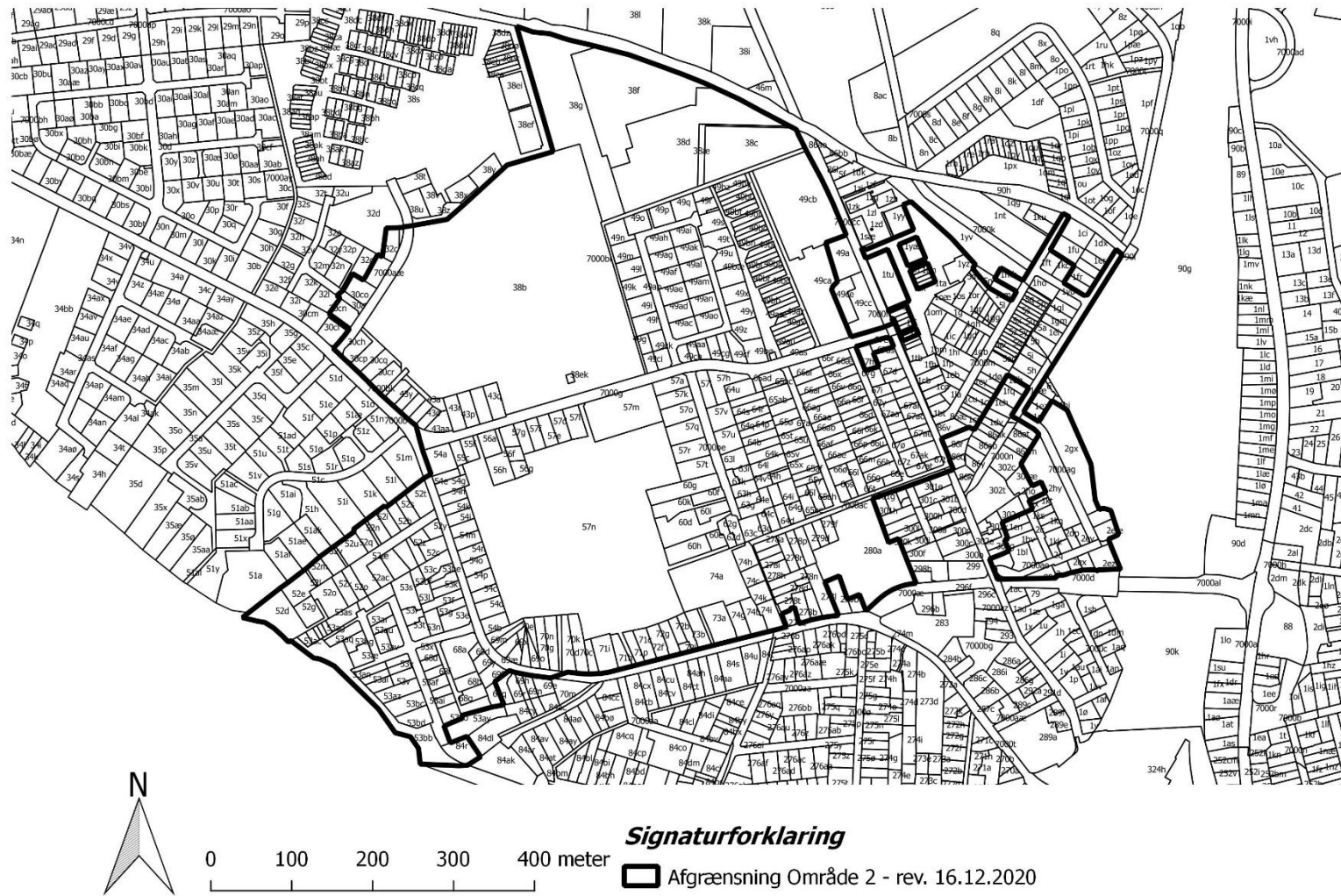
Er ejendommen et etagebyggeri bliver der tildelt 2 parter til den oversvømmede stuelejlighed og 1 part til de højere placerede lejligheder. Det betyder, at alle adresser får enten tildelt 1 part (matrikel oversvømmet) eller 2 parter (matrikel og beboelse oversvømmet).

Beboer i Lersøparken tildeles en part pr. lejlighed.

Alle ejendomme på Sprogøvej, der ikke oversvømmes tildeles en part, da de har nytte af kystbeskyttelsen og sandfodringen udfor fællesarealet på matr. 52d, Korsør Markjorder.

Beboelsesejendomme på Blomsterparken, som ikke oversvømmes, tildeles ingen parter og de pålægges ikke medlemskab af digelaget.

Figur 7.1 Den fuldt optrukne linje viser grænsen for de matrikler, som er omfattet af område 2



Ledningsejerne bidragsfordeles ud fra et kundeprincip, hvor 30 kunder modsvarer to parter, hvilket for nærværende bidragsfordeling svarer til beskyttelse af én bolig, altså én kunde.

En samlet liste over parterne fordelt på private ejere og ledningsejeren er vist i Bilag A. Den viser, at der er fordelt 1.152 parter til private ejere og 242 parter til ledningsejerne. I alt 1.394 parter.

Slagelse Kommune bidragsfordeles med 20 %, hvilket svarer til kommunens procentuelle andel af det samlede areal, og svarer til ca. 2.130.000 kr., inkl. moms

Bidragsfordelingen gennemgås og justeres hvert år efter digelagets oprettelse.

### **8.2.1 Bidragsfordeling af anlægsudgift**

Når kommunens bidrag er fratrukket, skal de resterende projektudgifter på ca. 8.500.000 kr. inkl. moms fordeles mellem 1394 parter.

1 part svarer således til 6.096 kr. og 2 parter til 12.192 kr.

1 part svarer til en oversvømmet matrikel og 2 parter til en oversvømmet matrikel og oversvømmet beboelse.

Af de 1.152 parter tildeles 286 matrikler én part, 433 matrikler to parter. De resterende 242 parter er fordelt ud på forsyningsselskaberne.

### **8.2.2 Bidragsfordeling af driftsudgift**

Hvis det antages, at Slagelse Kommune og ledningsejere på samme vis bidrager til de årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, svarer drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne per part til 91 kr. for en oversvømmelsestruet matrikel. En oversvømmelsestruet beboelse (2 parter) svarer dermed til 183 kr.

Alle benævnte beløb i dette afsnit er inkl. moms.

## **9 Projektets fremdrift**

### **9.1 Generelt**

Projektet kan gennemføres, når kommunalbestyrelsen har truffet afgørelse om projektet, bidragsfordelingen, oprettelse af digelag, vedtægter for digelaget og VVM (Vurdering af Virkning på Miljøet).

Digelaget forestår:

- Indgår aftale med rådgiver;
- Udarbejdelse og detail- og udbudsprojekt;
- Gennemføre licitation;
- Indgår entrepriseaftale med entreprenør;
- Fører tilsyn med arbejdernes udførelse;
- Afholdelse af afleveringsforretning samt 1 og 5 års-eftersyn;
- Drift af anlægget.

## 9.2 Udbudsform

Projektet er et mindre projekt og kan ikke entreprisedeles.

Det vil derimod være en fordel, hvis projektet kan gennemføres som et delprojekt sammen med de to øvrige kystbeskyttelsesprojekter for henholdsvis digeområde 1 og digeområde 3.

Indhentning af tilbud anbefales udført ved indbudt licitation mellem 3 til 4 valgte entreprenører med erfaring fra lignende arbejder.

## 9.3 Hovedtidsplan

Nedenfor anslås varigheden af de forskellige aktiviteter for projektets gennemførelse efter valg af rådgiver.

Rådgiveraftale (Uge 0)

- Udarbejdelse af detail- og udbudsprojekt 3-4 uger (til uge 4)
- Udbudsperiode 3 uger (til uge 7)
- Entreprenør kontakt 1 uge (til uge 8)
- Entreprenørens mobilisering og opstartsmøde 2 uger (til uge 10)
- Entreprisens udførelse 10 -13 uger (til uge 23)
- Afleveringsforretning 1 uge (til uge 24)

Gennemførelse af projektet for område 2 fra indgåelse af rådgiveraftale vurderes at have en samlet varighed på 20 -24 uger.

## 10 Referencer

[1] M. S. Rosbæk, »Kystplan 2009,« Slagelse kommune, 2009.

[2] NIRAS, »Strategi og scenarier for højvandsbeskyttelse af Korsør og Halsskov bydele,« Slagelse Kommune, 2012.

[3] NIRAS, »Højvandssikring af Halsskov område 1 og 2. Geoteknisk rapport.,« Slagelse Kommune, 2019.

[4] NIRAS, »Analyse af bagvand ved Digeprojekt.,« Slagelse Kommune, 2020.

[5] NIRAS, »Kystbeskyttelse, højvandssikring. Digeområde 1, 2 og 3. Halsskov bydel. Bestemmelse af dimensionsgivende bølger og højvande,« Slagelse Kommune, 2020.