

Frederikssund Kommune

Kystsikring ved Over Dråby Strand

SKITSEPROJEKT

Rekvirent	Frederikssund Kommune
Rådgiver	Orbicon A/S Ringstedvej 20 4000 Roskilde
Projektnummer	3691600047
Projektleder	Christine Krag Strømberg
Udarbejdet af	SABA, LCLA, LEIF, JTPE, TSBO
Kvalitetssikring	ASTB
Revisionsnr.	0
Godkendt af	Anne Steensen Blicher
Udgivet	01-02-2017

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Indledning	5
2. Indhold	5
3. Projektområdet	6
4. Vurdering af nødvendigt sikringsniveau	6
4.1. Metode	6
4.2. Resultat	7
4.3. Vandstand under stormen Bodil i december 2013	8
4.4. Klimabetinget havspejlsstigning	11
4.5. Bølgeopskyl og bølgeoverskyl	12
4.6. Landhævning	15
4.7. Berørte matrikler	16
5. Vandhåndtering bag digerne	17
5.1. Understrømning	17
5.1.1 Geologisk vurdering	17
5.1.2 Vurdering af mængde	18
5.2. Bagvand	20
5.3. Oplandsstørrelse	22
5.4. Afstrømning	24
5.5. Overskylsmængder	27
5.6. Opsamling af vand bag digerne	27
5.7. Håndtering af understrømning af vand	28
5.8. Pumper	30
5.8.1 Pumpedimensioner	30
6. Anlægsbeskrivelse	32
6.1. Landskabelig indpasning	32
6.2. Digeudformning	34

7. Fastlæggelse af kystsikringslag.....	40
7.1. Parter i et kystsikringslag	40
7.2. Etablering af et kystsikringslag	42
8. Anlægs – og driftsøkonomi.....	46
9. Natur- og myndighedsforhold.....	48
9.1. Naturbeskyttelsesinteresser	48
9.2. Øvrige myndighedsforhold	50
9.3. Tidsplan for myndighedsarbejdet.....	51
10.Referencer.....	56

BILAGSFORTEGNELSE

1. Situationsplan med angivelse af digets placering
2. Tidsplan for myndighedsbehandling
3. Berørte matrikler

1. INDLEDNING

I forbindelse med stormen "Bodil" forekom der flere oversvømmelser af ejendomme i områderne ved Over Dråby Strand og Dalby Huse. Frederikssund Kommune har derfor valgt at bistå med midler til udarbejdelse af et skitseprojekt og løsningsbeskrivelse for etablering af kystsikringsdiger ved Over Dråby Strand og Dalby Huse. Skitseprojektet kan danne grundlag for udarbejdelse af en ansøgning til Kystdirektoratet. Nærværende rapport beskriver projektforslag til skitseprojekt for området Over Dråby Strand.

Der skitseres en mulig løsning for kystsikringen af området, herunder foretages en vurdering af, hvilken kote det anbefales at sikre til ved fremskrivning til år 2050, idet det i dialog med kommunen og grundejerne er besluttet, at der beskrives en løsning for sikring af området til en vandstand svarende til "Bodil", fremskrevet til år 2050.

Kystsikringsprojektet omfatter en sikring mod skadevoldende oversvømmelser ved stigende fjordvandsspejl. Desuden gives løsningsforslag til, hvordan bagvandet i forbindelse med høj fjordvandstand forsat kan ledes ud i fjorden. I projektet foretages der ikke vurderinger af kapaciteten af, og tilstanden af, det nuværende afvandingssystem i sommerhusområdet Ligeledes omfatter skitseprojektet ikke særskilt håndtering af skadevoldende oversvømmelser fra regn i oplandet.

Det er grundejerne i projektområdet, som skal blive enige om højde og placering mv. af diget, og efterfølgende skal søge kommunen om hjælp til at etablere diget.

Der er behov for stor opbakning til projektet blandt de grundejere, som skal betale for diget, samt dem som skal lægge jord til for etablering af diget for at projektet kan realiseres, herunder også at sikre involvering af de resterende grundejere og få deres accept af projektet.

2. INDHOLD

I nærværende notat beskrives beregninger for fastlæggelse af digekoten, herunder beskrivelse af metode for fastlæggelse af vandstand, beregninger og undersøgelser af klimapåvirkning, landhævning samt op- og overskyl.

Den anlægstekniske løsning beskrives på baggrund af beregninger af vandmængder og kapacitet af pumper til håndtering af afstrømmende vand fra baglandet, vand fra understrømning samt overskyl. Derudover gives en beskrivelse af den landskabelige indpasning af digerne.

Desuden gives en overordnet gennemgang af, hvilke myndighedsansøgninger der skal foretages, samt en forventet tidsplan for sagsbehandlingen af disse.

Slutteligt gives overslag på anlægsøkonomi baseret på det beskrevne skitseforslag, samt en beskrivelse af oprettelse af digelag for etablering og drift af kystsikringsdigerne.

3. PROJEKTOMRÅDET

Af Figur 1 fremgår projektområdet Over Dråby Strand.



Figur 1 Angiver projektområdet

4. VURDERING AF NØDVENDIGT SIKRINGSNIVEAU

Med henblik på at fastlægge sikringsniveauet for kystsikringsdigerne for området er det undersøgt, hvilken påvirkning klimabetingede havspejlsstigninger, landhævning og bølgeop- og overskyl har for den forventede maksimale vandstand og behov for sikringskoter i 2050.

4.1. Metode

Det anbefales, at der i projektforslaget for etableringen af diger omkring Over Dråby Strand tages udgangspunkt i den stormflodshøjde, der blev observeret under orkanen Bodil i december 2013.

Denne hændelse er langt større, end hvad der tidligere er registreret i Roskilde og Isefjord. Det er på baggrund af den etablerede statistik (f.eks. /1/) usikkert at antage en gentagelsesperiode for vandstanden under Bodil.

Ved etablering af kystsikring indtænkes en fremtidssikring således, at sikringskoten på digerne også er tilstrækkelig i år 2050. Den forventede stigning af havvandsstanden som følge af de forventede klimaændringer skal derfor medregnes.

Ydermere anbefaler Orbicon, at der ved etablering af diger tages hensyn til en bølgeopskylshøjde. I projektområdet er der et frit stræk mod nordvest på omkring 20 km, og der må derfor forventes at kunne opstå forholdsvis store bølger ved vest- og nordvestlige vindretninger. Digerne bør etableres med en så høj sikringskote, at kun et fåtal af bølgerne vil overskylle dem.

En del af effekten for de beskrevne påvirkninger kompenseres af en generel landhævning. Denne landhævning skyldes et såkaldt isostatisk rebound, forårsaget af en stadig pågående tilpasning til, at isen under sidste istid pressede landet ned, og at der stadig foregår en hævnings som følge af det mindskede tryk efter isens afsmeltning.

4.2. Resultat

Nedenfor vises resultaterne af beregningen af de nødvendige digekronekoter for Over Dråby Strand i år 2050.

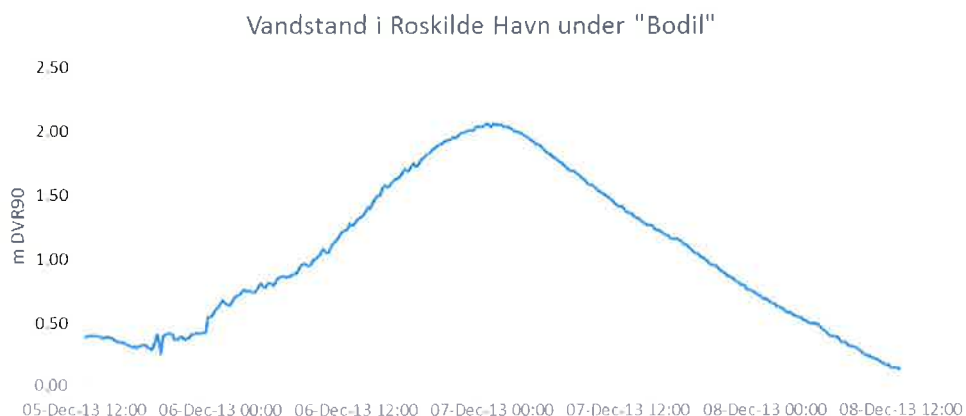
Digehøjden beregnes som:

$$\begin{aligned}\text{Digehøjde} &= \text{"Bodil"} + \text{klimaændring} + \text{bølgeopskyl} - \text{landhævning} \\ &= 2,12\text{m} + 0,25\text{m} + 0,67\text{ m} - 0,05\text{m} (0,0014\text{ m/år} \cdot 34\text{ år}) \\ &= \mathbf{2,99\text{ m DVR90}}\end{aligned}$$

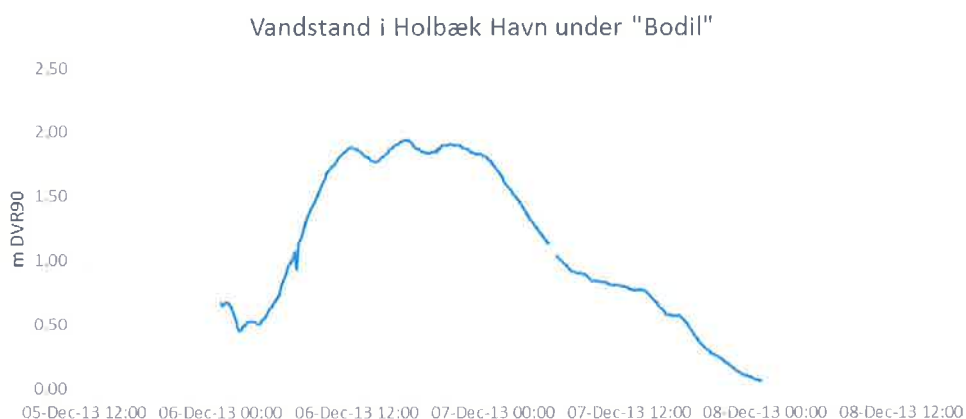
I de følgende afsnit beskrives, hvorledes hvert af disse led estimeres.

4.3. Vandstand under stormen Bodil i december 2013

Der findes i Roskilde Havn og i Holbæk Havn vandstandsmålere, hvor vandstanden under "Bodil" er registreret (Figur 2 og Figur 3). I Roskilde Havn nåede vandstanden op på 2,06 m DVR90, mens den maksimale vandstandskote i Holbæk Havn var 1,94 m DVR90.



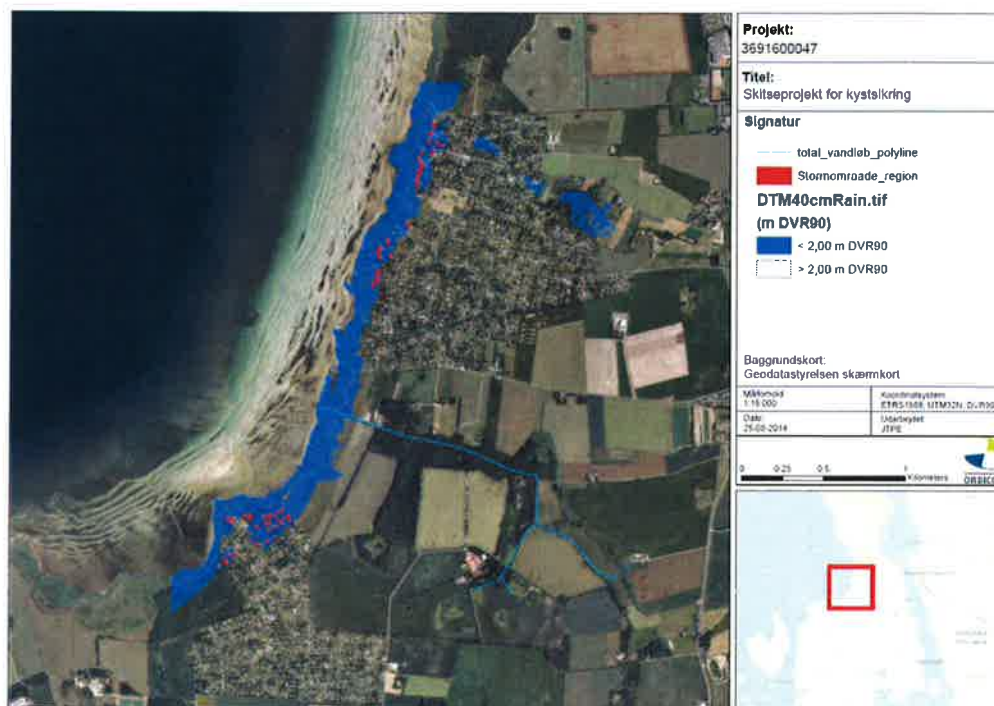
Figur 2 Vandstand i Roskilde Havn under Bodil i december 2013. Kilde: /2/



Figur 3 Vandstand i Holbæk Havn under Bodil i december 2013. Kilde: /2/

Den præcise maksimale stormflodshøjde under Bodil ved Over Dråby Strand er ikke registreret, men på baggrund af vandstanden i de to havne er en vurdering på 2,0 m DVR90 formentlig realistisk. Denne kote kan sammenlignes med de registrerede stormflodsskader i området under Bodil jf. Figur 4. Registreringerne er foretaget af Frederikssund Kommune.

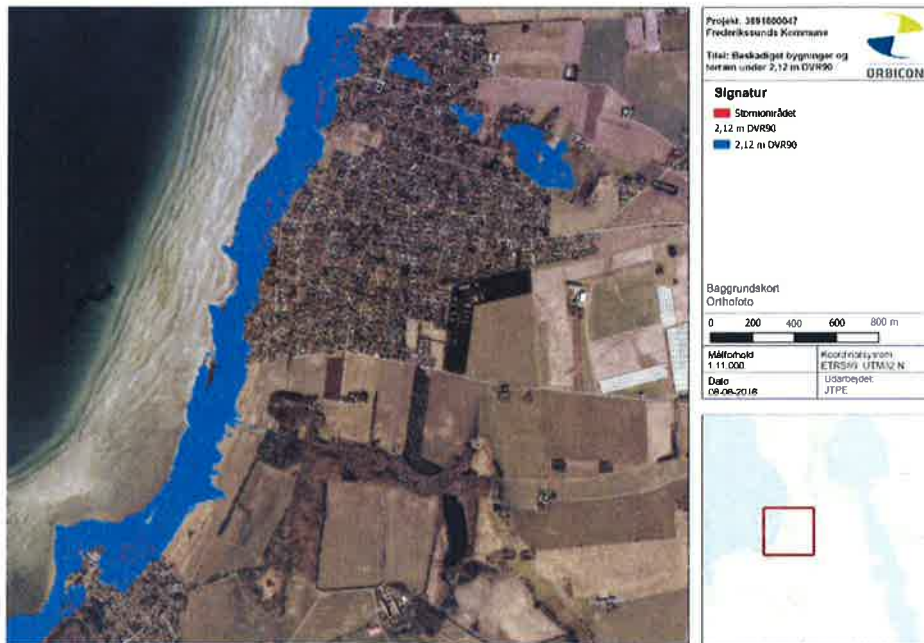
Det fremgår af figuren, at der er god overensstemmelse mellem registrerede, beskadigede bygninger og terrænkoter under 2,00 m DVR90. Det styrker antagelsen om, at vandstanden under stormfloden Bodil var omkring 2,00 m DVR90 i projektområdet.



Figur 4 Registrerede stormflodsskader på bygninger (røde) sammenholdt med terrænkoter under 2,00 m DVR90 (blå)

På et møde med grundejerforeningerne blev det oplyst, at en grundejer under Bodil registrerede, at vandstanden netop nåede op til hans dørtrin i kote 2,12. Det er derfor i dialog med Frederikssund Kommune besluttet at antage, at vandstanden under Bodil var 2,12 m DVR90 i området. Der regnes derfor videre med denne kote i det følgende.

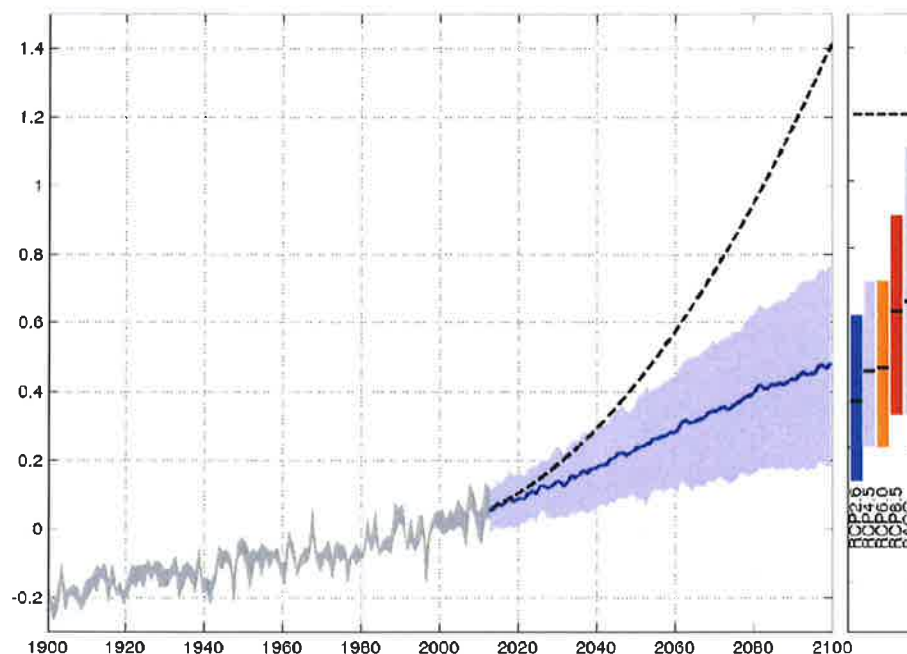
I Figur 5 er angivelsen af beskadigede bygninger sammenholdt med terrænkoter under 2,12 m DVR90.



Figur 5 Registrerede stormflodsskader på bygninger (røde) sammenholdt med terrænkoter under 2,12 m DVR90 (blå)

4.4. Klimabetinget havspejlsstigning

Figur 6 viser DMI's bud på den absolutte middelvandstand frem mod år 2100. I Tabel 1 er de tilsvarende middelværdier og spredninger for forskellige klimascenarier angivet.



Figur 6 Den absolutte middelvandstand ved Danmark i meter for årene 1900-2100. Den grå skygge for år 1900-2012 viser den observerede årlige middelvandstand ved danske vandstandsmålere, korregeret for landhævning. Den blå streg for år 2012-2100 viser IPCC's bedste estimat af middelvandstanden i Nordsøen for RCP4.5 scenariet, og skyggen angiver usikkerheden for dette scenarie. Den stiplede linje angiver DMI's estimat af en øvre grænse for vandstandsstigninger til brug for usikkerhedsberegninger. I højre side af figuren vises middelværdi og usikkerheder for de fire IPCC scenarier samt for BACC's vurdering af A1B scenariet for perioden 2081-2100. Den stiplede linje viser DMI's øvre bud for denne periode. Kilde: /3/.

Tabel 1 Absolut middelvandstandsstigning globalt og for Danmark, 1986-2005 til 2081-2100 [m]. DMI's øvre bud er til brug for usikkerhedsestimater. Kilde: /3/.

Ændringer i middelvandstand [meter]	Global middel	Danmark	Kilde
RCP2.6	0,40 (0,26 – 0,54)	0,34 (0,1 – 0,6)	IPCC AR5
RCP4.5	0,47 (0,32 – 0,62)	0,43 (0,2 – 0,7)	IPCC AR5
RCP6.0	0,47 (0,33 – 0,62)	0,44 (0,2 – 0,7)	IPCC AR5
RCP8.5	0,62 (0,45 – 0,81)	0,61 (0,3 – 0,9)	IPCC AR5
A1B	0,52 (0,36 – 0,69)	-	IPCC AR5
A1B – BACC	-	0,64 (0,3 – 1,1)	BACC2 (2014, in press)
DMI's øvre bud	-	1,2	DMI

Det fremgår af såvel figuren som tabellen, at prognoser for havspejlsstigningen er noget usikre, både afhængigt af hvilket klimascenarie der tages udgangspunkt i, og inden for hvert enkelt scenarie. I dette projekt er det valgt at anvende middelværdien for et middelscenarie (RCP4.5 scenariet) for Nordsøen, angivet med den blå kurve i Figur

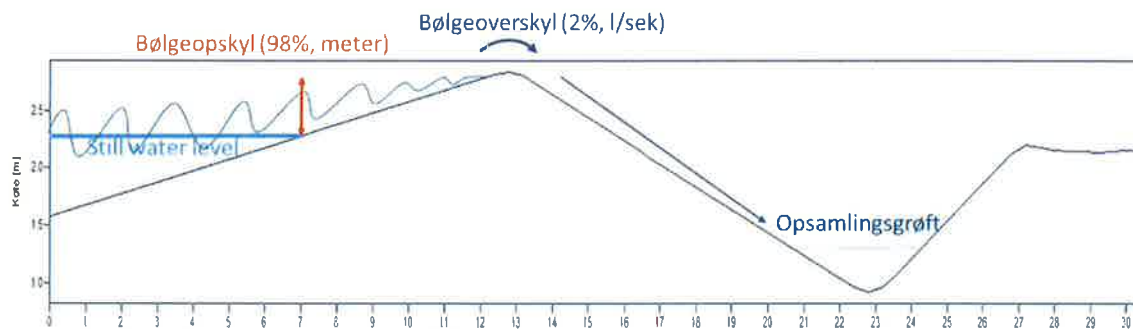
6. Aflæst på figuren, giver dette scenarie en absolut vandspejlsstigning på 0,25 m i år 2050.

4.5. Bølgeopskyl og bølgeoverskyl

Bølgeopskyllet defineres som den ekstra højde, selve bølgerne forårsager, og som skal tillægges det middelvandspejl, der opstår under en højvandssituation (still water level), se Figur 7. Bølger, der skyller op af diget, vil ikke have en ensartet størrelse. Nogle bølgeopskyl vil være større end andre, og der vil således eksistere en bølgeopskylsfordeling. Forsøg viser, at opskylsfordelingen tilnærmelsesvist kan beskrives med en Rayleigh-fordeling.

Hvis et dige dimensioneres til at være højere end samtlige bølgeopskyl, skal det således være meget højere end langt de fleste opskyl. Derfor dimensioneres diger ofte til at have en højde, der svarer til, at 98% af bølgeopskylle er lavere end digekoten, mens de 2% højeste opskyl tillades at løbe hen over diget. Denne praksis er udviklet i Holland og er blandt andet beskrevet i /1/, samt studier beskrevet på /7/.

I og med at diget dimensioneres til at være højere end 98% af bølgerne, vil de resterende 2% af bølgerne tillades at skylle over diget. Bølgeoverskyllet defineres som den vandmængde, disse bølger transporterer hen over diget (Figur 7).



Figur 7 Definition af bølgeopskyl og bølgeoverskyl

Bølgeopskyl og -overskyl er størst ved vinde fra retninger, hvor det frie stræk er størst. For de aktuelle lokaliteter bliver bølgebelastningerne på de fremtidige diger derfor størst ved vinde fra vestlige retninger.

Ved Bodil-stormen i december 2013 forekom der vind fra vest/vestsydvest. Herved kunne der udvikles betydelige bølgeangreb i det aktuelle område.

Det maksimale frie stræk forekommer i vest-nordvestlig retning og udgør ca. 20 km, mens det mod vest udgør ca. 14 km. I det følgende er der taget udgangspunkt i et frit stræk på 17 km, svarende til den gennemsnitlige afstand.

Der er valgt en designsituation med vind fra vestlig retning med en hastighed på 25 m/s og et frit stræk på 17 km. Det tilhørende vandspejlsniveau (still water level) er bestemt til +2,32 m DVR90 i 2050.

Bølgeudviklingen regnes at svare til en vindhastighed på 25 m/s, svarende til fuldt udviklet storm. Det er formentlig på den sikre side, idet et DMI-notat (DMI – vejr og klima. Stormjubilæum – 2 år siden Bodil) indikerer vindhastigheder på under 24 m/s fra vestlig og sydvestlig retning.

Bølgerne, der genereres, bestemmes ud fra nomogram-opslag i /5/. Det giver en signifikant bølgehøjde $H_s = 1,6$ m med en tilhørende periode $T_p = 4,3$ s. Den signifikante bølgehøjde betegner gennemsnitshøjden af den største tredjedel af bølgerne og betragtes kystmorfologisk som den formgivende størrelse, der benyttes som indgang i bølgeformler. Bølgeperioden er den tid, der går mellem passagen af to på hinanden følgende bølgetoppe, og er således den tid der på stranden går mellem to bølgeopskyl.

Bølgerne vil overvejende have retning vinkelret på digerne, hvilket giver størst bølgeopskyl og -overskyl. Når bølgerne nærmer sig kysten, vil den aftagende vanddybde bevirke en ændring af bølgeretningen hen imod et mere og mere vinkelret indfald, den såkaldte refraktion. I en senere detailfase, hvor der anbefales udført matematiske modelforsøg til fastlæggelse af bølgeklimate på de forskellige strækninger, bør dette aspekt indgå og sandsynligvis bevirke en reduktion af både opskyl og overskyl. På dette stade af projektet regnes der med vinkelret indfald af bølgerne. Når bølgeklimate er fastlagt, kan bølgeopskyl og -overskyl beregnes, svarende til det valgte digeprofil.

I en detailfase kan der foretages en optimering af digeprofilet, herunder især forskråningens hældning, hvor det også kan være relevant at undersøge forholdene og konsekvenserne for digehøjden og udbredelsen med en stejlere forskråningshældning. Der bør i detailprojekteringen foretages en vurdering af konsekvenserne holdt op mod de gevinster der kan være ved at øge forskråningen.

For hver strækning er digekronens niveau bestemt på basis af en opskylsberegning, der udføres efter retningslinjernes i /6/. Her er opskylsniveauet beregnet på grundlag af bølgehøjden $H_{2\%}$, dvs. den bølgehøjde, der overskrides af de højeste 2% af bølgerne.

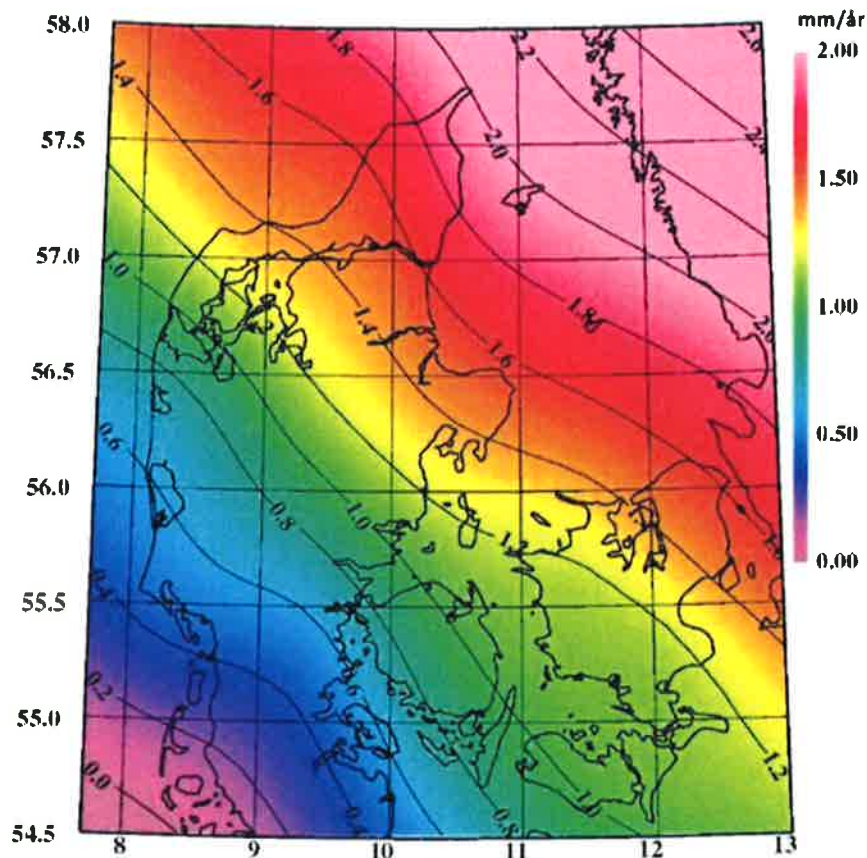
Bølgeopskyllet og -overskyllet afhænger også af vanddybden ved foden af diget, dvs. forskellen mellem terrænkoten ved digets fod og vandstanden. Generelt varierer terrænet beskedent langs digetracéerne. For at tilvejebringe et repræsentativt billede af forholdene regnes med typiske, gennemsnitlige terrænkoter. Resultatet af beregningerne for lokaliteten ved Over Dråby Strand fremgår af Tabel 2 nedenfor.

Tabel 2 Vandmængder ved 2% overskyl

	Gennemsnitlig terrænkote	År 2050
		Overskyl
Enheder	[m] DVR90	[l/m/s]
Over Dråby Strand	+1,1	0,106

4.6. Landhævning

Til beskrivelse af den absolutte landhævning er anvendt Figur 8. I projektområdet vurderes den absolutte landhævning til at være ca. 1,4 mm/år. Fremskrives denne værdi med udgangspunkt i år 2016, vil landet være hævet med 5 cm i år 2050.

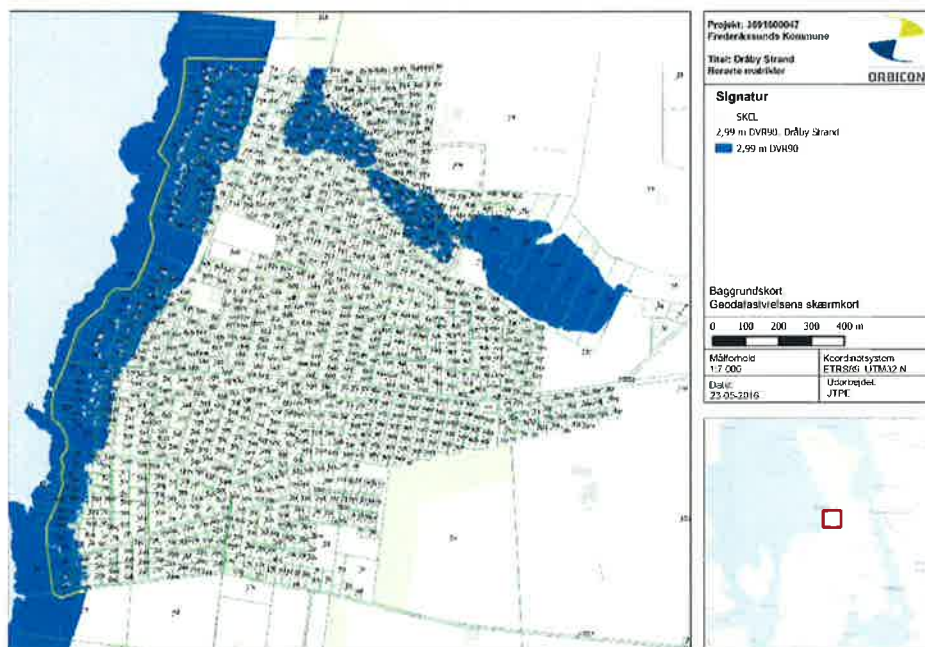


Figur 8 Absolutte rater for landhævning i Danmark. Kilde: /4/

4.7. Berørte matrikler

På baggrund af den beregnede sikringskote for de to områder er der set på hvilke borgere, der vil være berørt af en oversvømmelse svarende til, hvad der sikres imod. Figur 9 forefindes i stor størrelse i bilag 3.

Over Dråby Strand sikres til kote 2,99 m DVR90. Den blå markering på Figur 9 angiver det område, der ligger lavere end sikringskoten på 2,99 m. Den grønne linje angiver det foreslåede digetracé.



Figur 9 Terræn under sikringskoten på 2,99 m DVR90 ved Over Dråby Strand

5. VANDHÅNDTERING BAG DIGERNE

Der er udført geologiske og hydrologiske vurderinger for at fastlægge behovet for overpumpning af vand fra bagsiden af diget som følge af ophobning af understrømning af vand fra Isefjord, bagvandstilstrømning fra oplandet samt overskyl.

Beregningerne bruges til at vurdere behovet for etablering af foranstaltninger til sikring af bebyggelsen mod oversvømmelser forårsaget af bagvand, samt beregne behovet for pumper til at pumpe vandet over diget og væk fra bebyggelsen.

5.1. Understrømning

Der er udført en overordnet geologisk vurdering af jordbundsforholdene på området, baseret på eksisterende borer i nærheden. Den geologiske vurdering danner baggrund for en beregning af forventet mængde understrømning af vand under digerne.

5.1.1 Geologisk vurdering

Digerne er beliggende på et marint forland, karakteriseret af marine sand- og grusforekomster, se Figur 10.

Diget ved Over Dråby Strand overvejende er placeret på marint sand.

Der findes kun få borer registreret i Jupiter, der kan give oplysninger om jordlagene dybere end 1 m under terræn (u.t.) (192.271, 192.272 og 192.332). Boringerne er lokaliseret uden for de inddæmmede områder og afspejler således ikke nødvendigvis lagfølgen under digerne. I de tre borer træffes overvejende sandede og grusende aflejringer ned til kalkoverfladen, der træffes ca. 15 - 20 m u.t. De tre borer er lokaliseret for enden af en smeltevandsstrøm der kommer fra øst, mens de to inddæmmede områder er lokaliseret op til områder med moræneaflejringer.

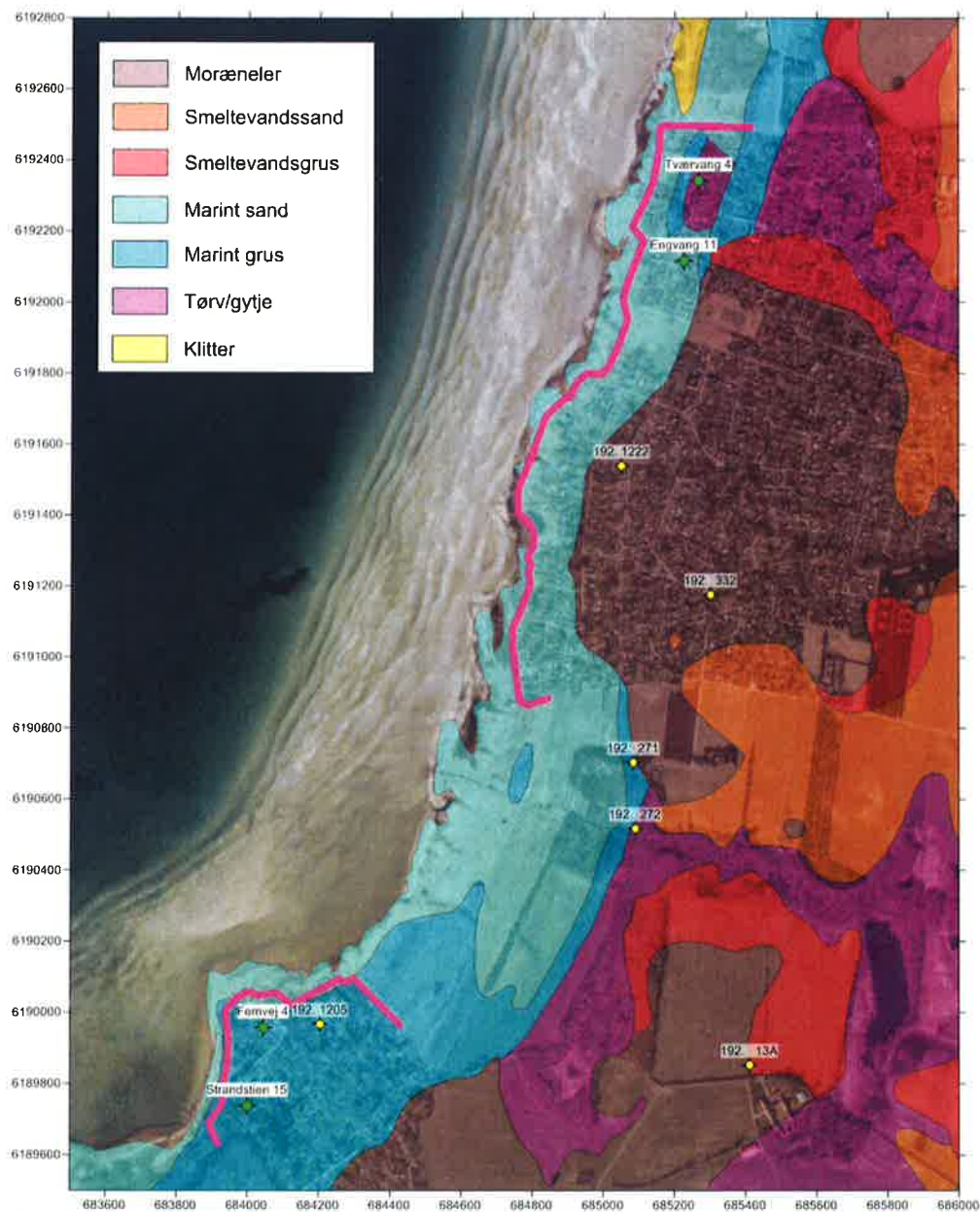
Der foreligger endvidere 4 geotekniske undersøgelser i området, se Figur 10.

Tværvang 4 og Engvang 11 i den nordligste del af området. På Tværvang 4 træffes morænelersoverfladen ca. 2 m u.t., dækket af sand. På Engvang 11 træffes sand til boringernes maksimaldybde på 5 m u.t. Det ses, at forskellen på geologien på de to ejendomme er markant. Der findes ingen geologiske oplysninger for det nordlige digetracé syd for Engvang 11.

I syd er der udført geotekniske undersøgelser ved Femvej 4 og Strandstien 15. Boredata fra de to ejendomme viser mellemkornet sand fra terræn og ned til mindst 7 m u.t.

Det vurderes, at vandledningsevnen i sand- og gruslagene er betydelig, hvilket betyder, at der ved stigende vandstand uden for digerne vil kunne strømme vand under digerne. Det bør derfor undersøges, i hvilken dybde der træffes ler i digetracéerne således, at der om nødvendigt kan træffes foranstaltninger til at reducere vandmængden, der vil løbe under digerne ved ekstremt højvande.

I den forbindelse gøres der opmærksom på, at hvis der træffes foranstaltninger til at reducere vandmængderne, der løber under digerene, vil dette have stor indflydelse på afstrømningen af bagvand, både i normalsituationer og i ekstremssituationer.



Figur 10 Kort der viser overfladejordarter (GEUS 1:25.000) og borer (GEUS Jupiter). Geotekniske borer er vist med grøn signatur, mens borer fra Jupiter-databasen er vist med gul signatur.

5.1.2 Vurdering af mængde

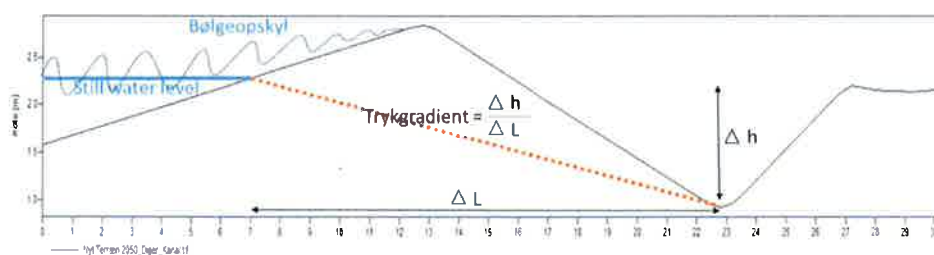
Som det fremgår af den geologiske vurdering, er de geologiske oplysninger under digetracéerne mangelfulde. Det er dog overvejende sandsynligt, at der træffes tykke

sandaflejringer langs størstedelen af digetracéerne. Tykkelsen kan jf. borerne 192.271 og 192.272, være op til 15-20 meter.

Det må antages, at der er god hydraulisk kontakt mellem smeltevandssandet, der ses i borerne umiddelbart under terræn og Isefjorden. Dette betyder, at trykniveauet i sandlaget svarer til vandspejlet i fjorden foran digerne.

Antages det, at vandspejlet i fjorden hæves til kote +2,32 m DVR90 ved højvande (svarende til "still water level" ved højvande i år 2050, dvs. uden bidrag fra bølgeopskyl), og grundvandsspejlet bag diget skal fastholdes på et maksimalt niveau svarende til bunden i opsamlingsgrøften bag diget (kote 0,7-0,9 m DVR90), fås en trykforskel på op til 1,6 meter vandspejl. Denne trykforskel betyder, at der vil strømme vand i sandlaget under diget rettet ind mod land.

Trykgradienten (I) er vurderet for hver digestrækning som en gennemsnitsværdi på baggrund af en række tværsnit svarende til det i Figur 11.



Figur 11 Skitse til bestemmelse af trykgradient

Antages det, at sandlaget er 10 meter tykt, vil tværsnitsarealet (A) af sandlaget under digerne, hvor strømmingen vil foregå, være i alt ca. 23.700 m² (Tabel 3). Hvis sandet antages at være mellem- til finkornet, kan man benytte en hydraulisk ledningsevne (K) på omkring 1·10⁻⁴ m/s til beregning af understrømmingen.

Ved anvendelse af Darcys Lov:

$$Q = A \cdot K \cdot I$$

kan den totale understrømning beregnes til 0,177 m³/sek, svarende til knap 640 m³/time, fordelt på ca. 125 m³/time ved Over Dråby Strand Nord og ca. 285 m³/time ved Over Dråby Strand Syd (Tabel 3).

Tabel 3 Beregning af understrømning.

Dige	Projiceret længde	Gennemstrømningsareal	Hydraulisk ledningsevne	Gradient	Understrømning
Enheder	[m]	[m ²]	[m/sek]	[m/m]	[m ³ /sek]
Over Dråby Strand Nord	535	5.350	$1 \cdot 10^{-4}$	0,06	0,035
Over Dråby Strand Syd	1.075	10.750	$1 \cdot 10^{-4}$	0,07	0,079
Total	1.610	16.100			0,114

Estimatet af understrømningen er behæftet med nogen usikkerhed, især hvad angår den hydrauliske ledningsevne og gennemstrømningsarealet. Det anbefales derfor, at der udføres en nøjere undersøgelse af sandlaget under digetracéet med henblik på at vurdere tykkelse og hydraulisk ledningsevne, før der dimensioneres en endelig pumpekapacitet.

5.2. Bagvand

Ved etablering af diger langs Over Dråby Strand afskæres den naturlige afstrømning fra oplandet, idet digerne vil fungere som fysisk barriere. Det er derfor nødvendigt at etablere udløb gennem digerne, således at oplandet kan afvandes.

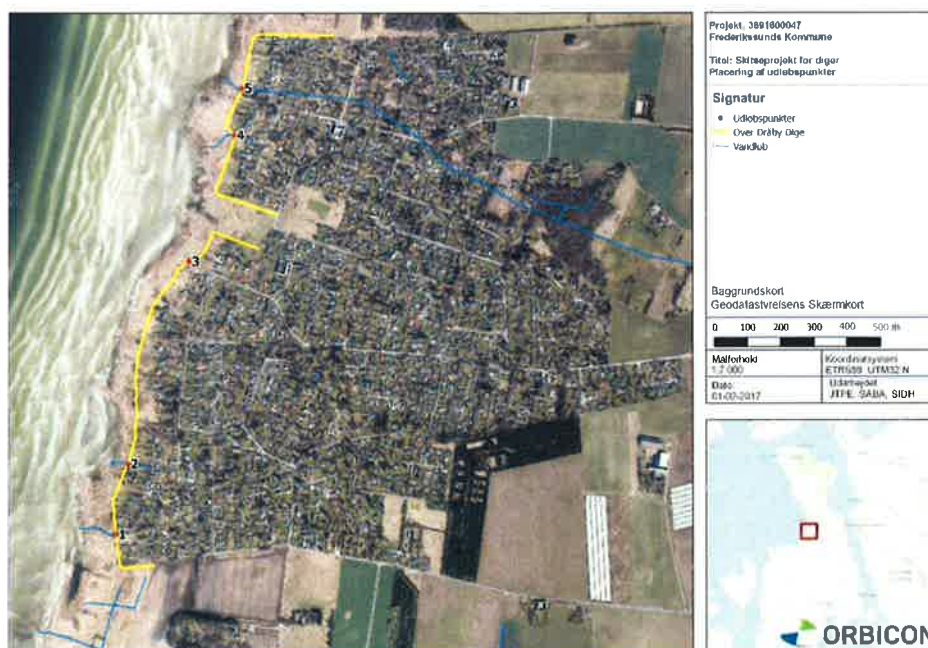
Udløbene gennem digerne skal etableres med kontraklap, således at havvand ikke trænger ind når vandspejlsgradienten er fra hav mod land under højvande. Under højvande kan det være nødvendigt at pumpe vandet fra baglandet ud foran digerne.

Digerne og tilhørende kontraklapper vil ikke forværre opstuvning af bagvand, da vand fra baglandet altid vil kunne løbe ud ved gravitation, hvis havspejlsniveauet er lavere end vandspejlsniveauet i vandløbene. Tværtimod vil etablering af dige og kontraklapper kunne forbedre afvandingsforholdene bag diget, idet der ikke vil kunne trænge havvand baglæns ind i systemet.

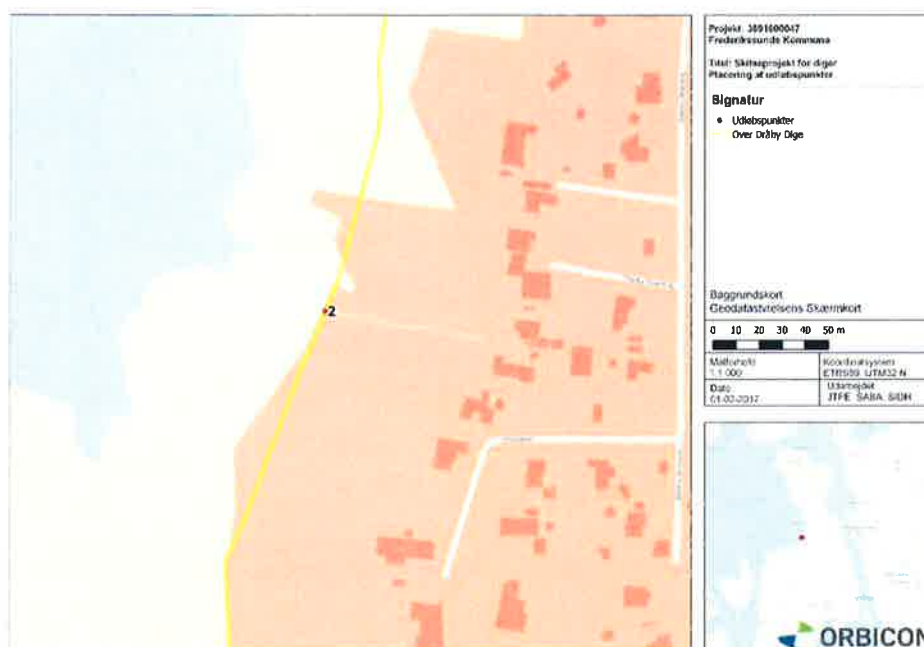
I Figur 12, Figur 13 og Figur 14 er angivet, hvor vandløbene krydser det fremtidige dige, og der skal sikres passage for bagvandet. Der er fem udløb ved Over Dråby Strand.



Figur 12 Private og offentlige åbne og rørlagte vandløb. Kilde: www.infokort.frederikssund.dk/borger/kort.htm



Figur 13 Placering af dige ved Over Dråby Strand, GEODANMARK (tidl. FOT) data for vandløb samt udpegnings af steder, hvor vandløb krydser diget. Ved udløbspunkt 2 er der ikke GEODANMARK-data for vandløb, men topografiske kort markerer at der her er et vandløb (se Figur 14)

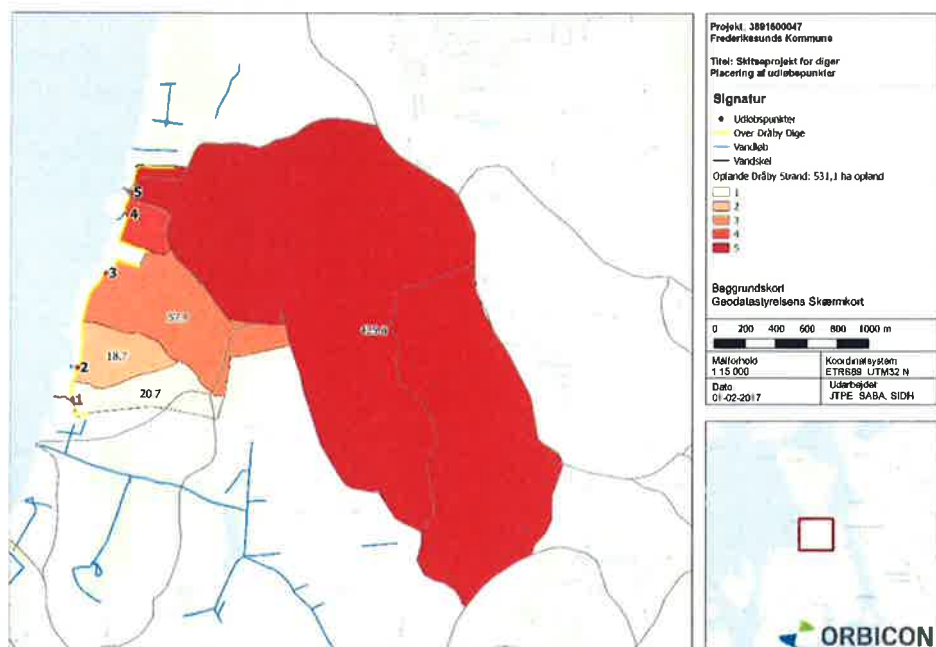


Figur 14 Zoom på topografisk kort ved udløbspunkt 2 ved Over Dråby Strand, hvor der er markeret et vandløb.

5.3. Oplandsstørrelse

For hvert af de fem udløbspunkter er oplandsstørrelsen fastlagt på baggrund af en analyse af terræn samt vandskel og bebyggelse. Oplandsstørrelserne sammenholdt med afstrømningen, som beskrives i det efterfølgende afsnit, bruges til at beregne mængden af vand, der skal håndteres som bagvand.

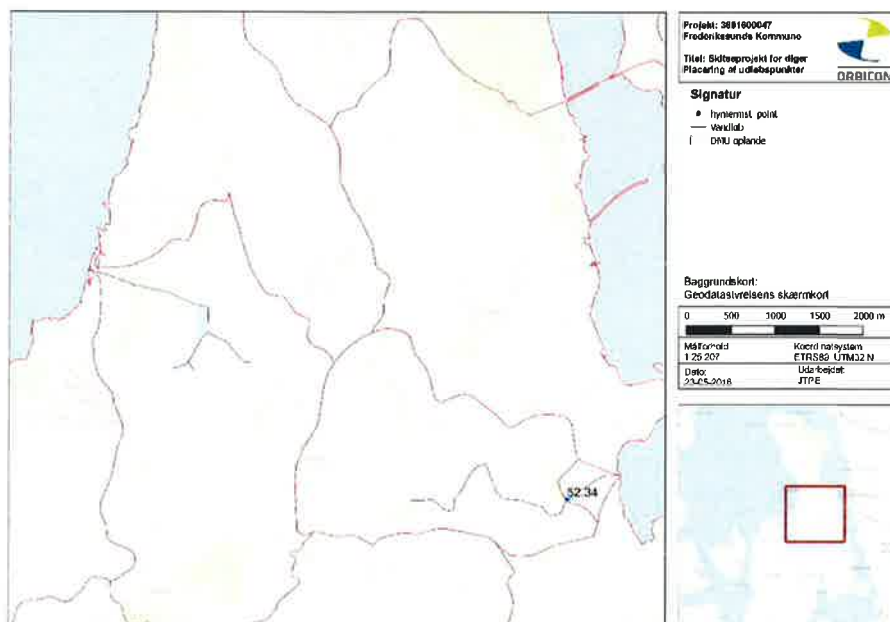
Det topografiske opland til de fem udløbspunkter ved Over Dråby Strand er samlet 531 ha. Fordelt med 434 ha ved Over Dråby Strand Nord og 97 ha ved Over Dråby Strand Syd. Figur 15 viser udbredelsen af de fem oplande samt angiver størrelsen for hver af dem. Udløb 1 har et opland på 20,72 ha, oplandet til udløb 2 er på 18,68 ha, udløb 3 har et opland på 57,4 ha, udløb 4 et opland på 8,45 ha og udløb 5 et opland på 425,8 ha.



Figur 15 Topografisk opland (ha) til hvert udløbspunkt ved Over Dråby Strand. Oplandsafgrænsningen er baseret på vandskel (grøn), terrænanalyser og bebygget område

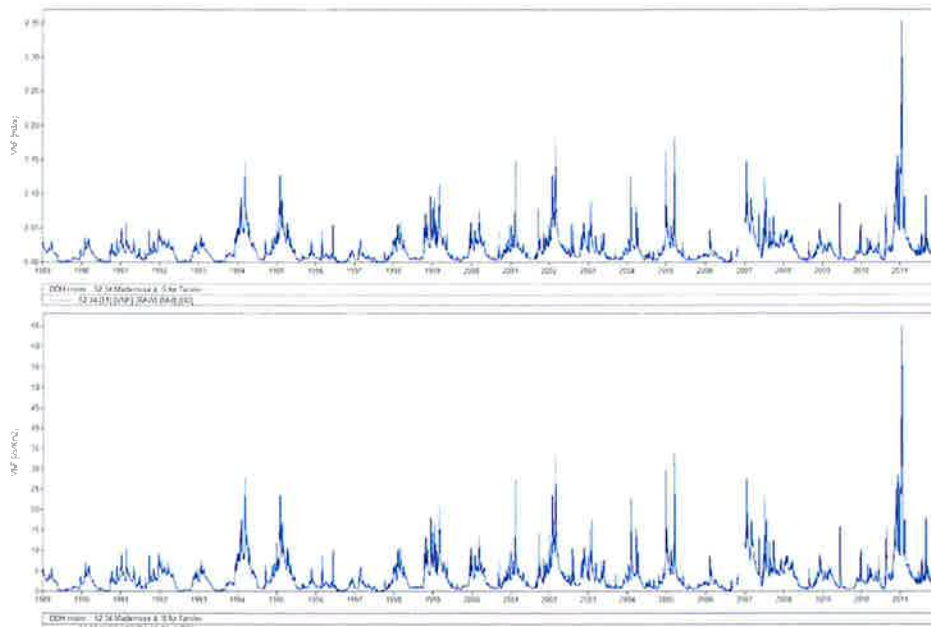
5.4. Afstrømning

Der findes ikke data for afstrømningen i vandløb ved Over Dråby Strand. På den modsatte side af Hornsherred findes en målestation 52.34 i Mademose Å, jf. Figur 16.



Figur 16 Placering af målestation 52.34 Mademose Å. Stationen har et opland på 542 ha.

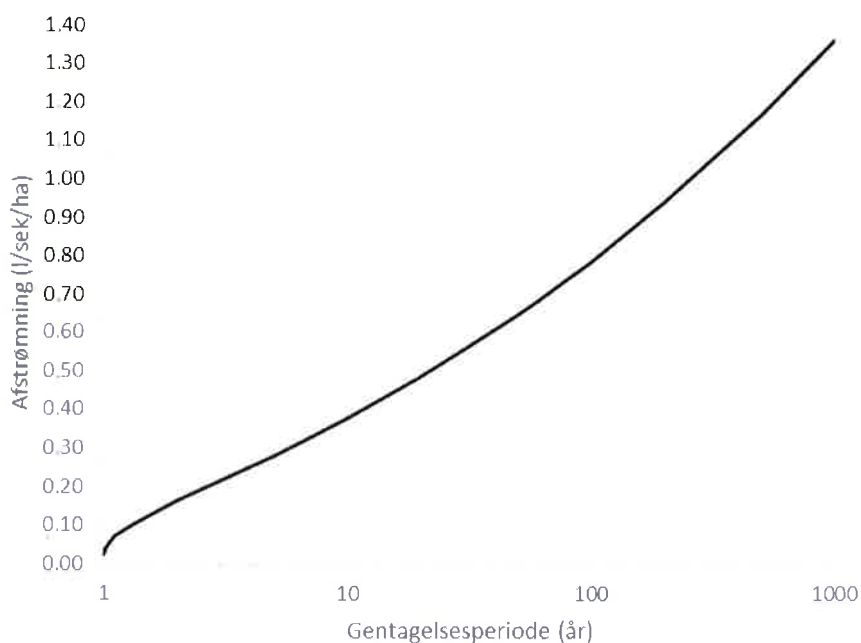
I Figur 17 nedenfor, er vandføringen (m^3/sek) og den arealspecifikke afstrømning ($\text{l}/\text{sek}/\text{km}^2$) afbilledet for hele stationens driftsperiode fra 1989 til 2011.



Figur 17 Vandføring (m^3/sek - øverst) og afstrømningsdata ($\text{l}/\text{sek}/\text{km}^2$ - nederst) for målestation 52.34 Mademose Å.

Middelvandføringen ved Målestation 52.34 Mademose Å er $19 \text{ l}/\text{sek}$ svarende til en specifik afstrømning på $0,04 \text{ l}/\text{sek}/\text{ha}$. Den højeste registrerede vandføring ved Målestation 52.34 Mademose Å er $0,352 \text{ m}^3/\text{sek}$ svarende til en specifik afstrømning på $0,65 \text{ l}/\text{sek}/\text{ha}$.

Drænsystemer er traditionelt designet til en specifik afstrømning på $1 \text{ l}/\text{sek}/\text{ha}$. Ifølge statistikken i Figur 18 vil en sådan afstrømning forekomme 1 gang hvert 200. år ved station 52.34.



Figur 18 Afstrømningsstatistik for Målestation 52.34 Mademose Å, baseret på Log Pearson type III for perioden 1989-2011

Det kan formodes, at responsen på regnhændelser i vandløb ved Over Dråby Strand er noget hurtigere end, hvad der forekommer ved Målestation 52.34, idet vandløbene i de sommerhusområder løber gennem befæstede arealer, hvorfra nedbøren hurtigt afstrømmer. Det er derfor antaget, at afstrømningen i sommerhusområderne er op til 1 l/sek/ha. Dette estimat må betragtes som et øvre bud på afstrømningen og derfor som meget konservativt.

Benyttes dette estimat til at dimensionere pumpeydeler med, er områderne formentlig sikret mht. afstrømning fra baglandet til mere end en 100-års hændelse, da der i estimatet ikke er taget højde for den lave sandsynlighed for, at en meget stor nedbørshændelse vil indtræffe samtidig med en vandstand i fjorden der er så høj, at baglandet ikke kan afvandes ved gravitation.

Beregningen af bagvandsmængden i Over Dråby Strand på baggrund af de topografiske oplande og en afstrømning på 1 l/sek/ha fremgår af Tabel 4.

Tabel 4. Beregning af bagvandsmængden i Over Dråby Strand Nord og Syd.

Område	Opland	Afstrømning	Vandmængde
Enheder	[ha]	[l/sek/ha]	[m³/sek]
Over Dråby Strand Nord	434	1	0,434
Over Dråby Strand Syd	97	1	0,097

5.5. Overskylsmængder

Overskyl er både med til at definere sikringskoten på diget og har betydning for den samlede mængde bagvand, der skal håndteres. Som beskrevet i tidligere afsnit omkring fastlæggelse af sikringskoten, etableres digerne med en kronehøjde, der tillader overskyl af de allerstørste bølger ved de allerstørste hændelser ($R_{2\%}$).

Beskrivelser af beregninger samt beregningerne for overskylsmængderne fremgår af afsnit 4.5. Resultatet af beregningerne for Over Dråby Strand fremgår af Tabel 5.

Tabel 5. Vandmængder ved 2% overskyl.

	Gennemsnitlig terrænkote	År 2050	
		Topkote	Overskyl
Enheder	[m] DVR90	[m] DVR90	[l/m/s]
Over Dråby Strand Nord	+1,1	+2,99	0,106
Over Dråby Strand Syd	+1,1	+2,99	0,106

Overskylsmængder er beregnet efter EurOtop, Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures, 2007.

Den projicerede længde af digerne (dvs. den afstand af diget der vender vinkelret mod havet) er angivet i Tabel 6. I Tabel 6 er også den totale overskylsmængde ved år 2050 beregnet som længde * overskylsmængde.

Tabel 6. Digelængde og overskylsmængder ved år 2050

Dige	Total længde	Projiceret længde	Totalt overskyl
Enheder	[m]	[m]	[m³/sek]
Over Dråby Strand Nord	925	535	0,057
Over Dråby Strand Syd	1335	1075	0,115

5.6. Opsamling af vand bag digerne

Der udføres en mindre grøft langs bagsiden af digerne til opsamling af vand bag digerne, da regnvejr og bølgeoverskyl i højvandssituationer ikke kan udelukkes, og da der sker understrømning via højpermeable lag under diget. I grøften opsamles vandet og ledes til pumpestationer, der sikrer at vandet kan pumpes over diget. Grøfterne dimensioneres, så de kan håndtere både den beregnede overskylsmængde, understrømmende vand samt bagvand.

I bunden af grøften udføres en faskine med et underliggende dræn. Grøft-/faskinesystemet udføres således, at terrænet udnyttes til at sikre faldforhold, så bortledningen kan ske ved gravitation til enkelte dybdepunkter, hvorfra vandet bortpumpes.

Ved pumpestationerne pumpes de tilløbende vandmængder tilbage i havet gennem afløbsrør ført igennem digets fod. Driften af pumpestationen styres af vandstandsforholdene bag diget, så pumperne først startes, når bagvandet når et vist niveau.

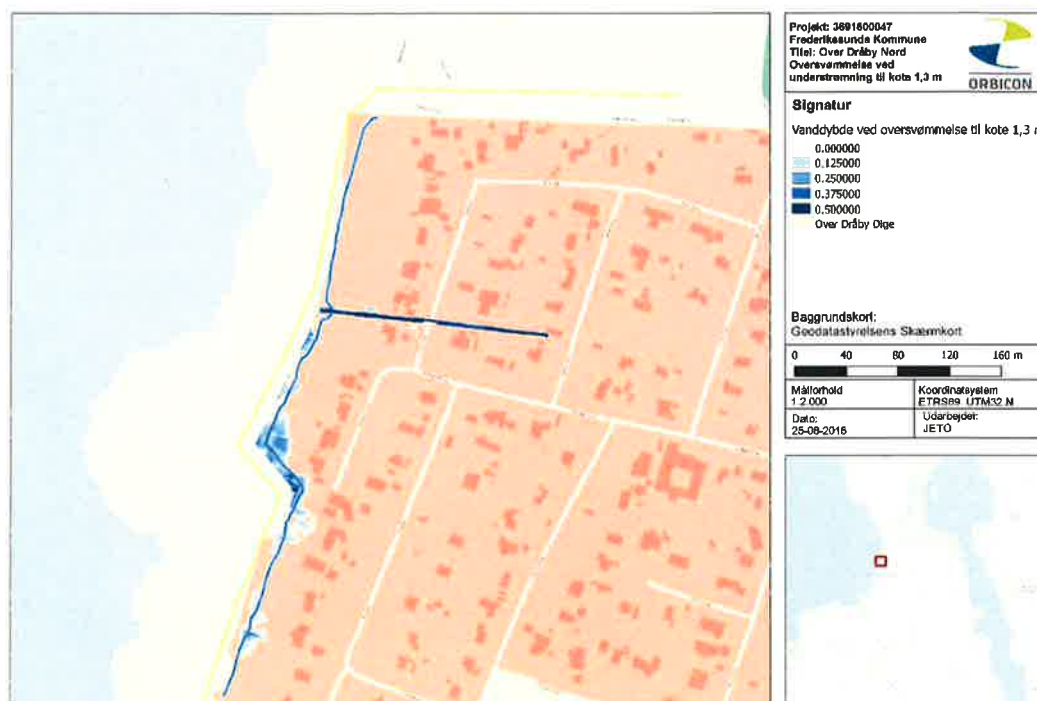
5.7. Håndtering af understrømning af vand

Det relativt store volumen, der potentielt kan strømme under digerne, betyder også at grøfterne hurtigt kan blive fyldt op. Det er derfor nødvendigt at pumpe vandet ud i fjorden igen.

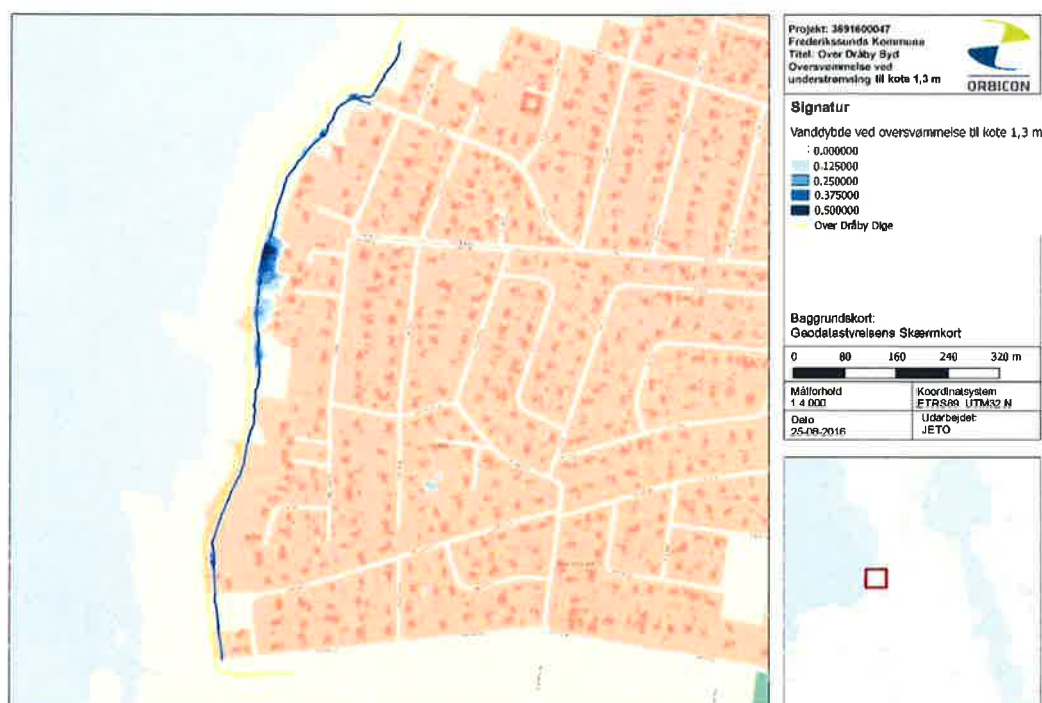
Hvis området bag diget skal holdes helt tørt, er det nødvendigt at investere i meget kraftige pumper, da trykforskellen ved højvande vil være høj med resulterende høj understrømning under hele stormfloden. Kan det derimod accepteres, at der står vand på terræn, uden det bliver skadevoldende, vil trykforskellen, og dermed understrømningen være mindre, hvorfor pumperne ligeledes kan have mindre kapacitet.

Der kan for de to diger defineres en tærskel, hvor bygninger akkurat holdes fri for skadevoldende oversvømmelser. Denne tærskel er defineret ud fra terrænforhold, og ud fra hvor lavt de mest udsatte bygninger ligger. For de to diger er det fundet, at hvis understrømningen resulterer i en maksimal vandstand bag digerne på 1,30 m DVR90, holdes alle bygninger skadefri. Udbredelsen af disse oversvømmelser er vist på Figur 19 og Figur 20.

Etableres der lokale foranstaltninger ved de mest udsatte huse, kan denne tærskel hæves, og pumpeydelse kan sænkes yderligere.



Figur 19 Udbredelse af oversvømmelse ved understrømning til en maksimal kote på 1,3 meter DRRV90 ved diget Over Dråby Strand Nord.



Figur 20 Udbredelse af oversvømmelse ved understrømning til en maksimal kote på 1,3 meter DVR90 ved diget Over Dråby Strand Syd.

5.8. Pumper

Der skal etableres 3 pumpestationer. En ved Over Dråby Strand Nord og to ved Over Dråby Strand Syd. Placeringen af pumpestationerne er baseret på lavpunkter i terrænet, hvor det er muligt at føre vandet til, i så høj udstrækning som muligt på terræn for at minimere risikoen for tilstopninger og reducere anlægsomkostningerne.

5.8.1 Pumpedimensioner

Den samlede pumpeydelse ved lokaliteten findes som summen af afstrømningen fra baglandet, overskylsmængden samt understrømningen jf. Tabel 7. Pumperne er dimensioneret til at sikre en maksimal vandstand på bagsiden af digerene på 0,5 meter i højvandssituationer, svarende til at alt vand fra bagsiden af digerene pumpes om på fjordsiden. I dagligdagssituationer, hvor vandstanden er lav, håndteres bagvand ved afledning via gravitation gennem ledningen på tværs af diget.

Som nævnt i tidligere afsnit vil der være besparelser at hente på omkostningerne til pumper ved at hæve koten for den maksimale vandstand på bagsiden af digerene, så løftehøjden reduceres.

Tabel 7 Pumpedimensionering.

Område	Afstrømning fra bagland	Overskyls- mængde	Under- strømning	Samlet pumpe- ydelse
Enheder	[l/sek]	[l/sek]	[l/sek]	[l/sek]
Over Dråby Strand Nord	434	57	35	526
Over Dråby Strand Syd 1	67	65	45	177
Over Dråby Strand Syd 2	30	50	34	114

Pumper tænkes udlagt som dykkede pumper i brønde eller betonbygværker. I Over Dråby Strand Nord forventes 3 pumper, heraf en i reserve, mens der i de øvrige pumpestationer forventes 2 pumper, hvoraf den ene er i reserve.

Installationerne udføres med skyde- og kontraventiler til sikring af afspærring og flowretning. Endvidere udføres installationen med frekvensomformere, for at tilsikre regulering af pumpeydelse afhængig af behov. Regulering af pumpeydelse vil ske på baggrund af måling af vandstand i pumpesumpen.

Rør er forudsat udført i PE100, SDR11. Skyde og kontraventiler er som AVK-støbejernsventiler.

6. ANLÆGSBESKRIVELSE

De indledende beregninger i de foregående afsnit har defineret rammerne for de tekniske og dimensioneringsmæssige forhold omkring udformningen af digerne.

I det følgende afsnit beskrives den landskabelige indpasning, samt forhold vedrørende opbygningen af digerne.

6.1. Landskabelig indpasning

For at mindske påvirkningen fra diget i forhold til bebyggelsen og de private grunde er diget, hvor det er muligt, placeret i skel og så højt i terrænet som muligt for at reducere indbygningshøjden. Enkelte grunde går helt til vandkanten, og diget vil derfor gennemskære disse.

Enkelte beboere har tilkendegivet, at de ønsker diget flyttet længere ind på deres grund for at reducere indbygningshøjden yderligere og dermed øge udsynet. I forbindelse med detailprojekteringen bør linjeføringen rettes endeligt til i forhold til ønsker fra de enkelte beboere.

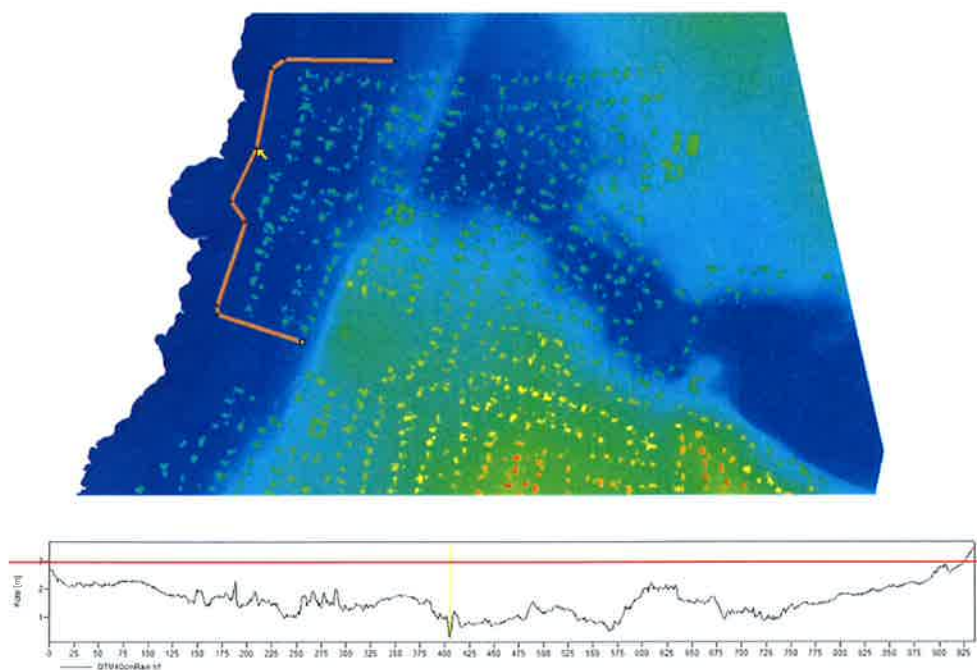
Digerne er placeret, så der så vidt muligt tages hensyn til den beskyttede strandeng, så karakteren og brugen af denne kan bevares. Strandengen bevares som i dag med mulighed for offentlig adgang og med en karakter som den eksisterende. Diget vil her blive en naturlig adskillelse mellem det offentligt tilgængelige areal og de private arealer.

Hvor der skal være adgang på tværs af diget, kan anlægget eventuelt flades yderligere ud mod bebyggelsen. Dette kræver dog tiltag for at sikre passage for strømmingen af bagvand i grøften. Almindelig færdsel til fods på tværs af diget vil være muligt med de skitserede anlæg. Hvor der skal passere biler, fx ved redningsveje eller lignende, kan anlægget breddes ud og fx flades ud til 1:10 på begge sider af diget. Derudover skal der sikres en kørefast belægning.

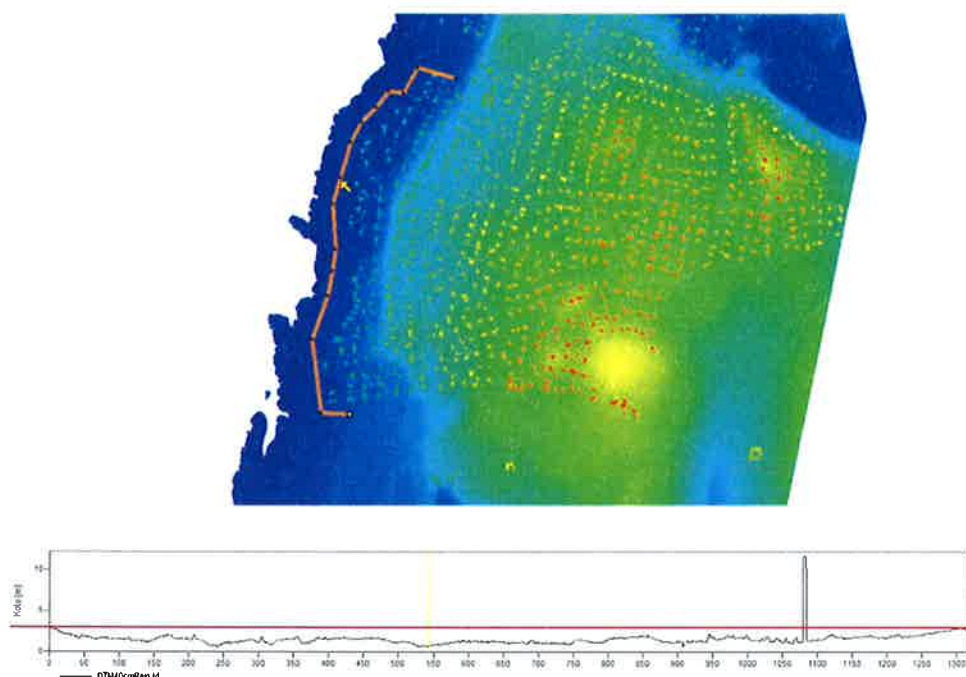
Anlægget på begge sider af diget er gjort fladt for at sikre den bedst mulige brydning af bølgerne, og for at diget bliver en mere naturlig del af landskabet, frem for en stejl vold der skærer igennem terrænet. Mod bebyggelsen er anlægget stejlere end mod vandet, men stadig så fladt at det ikke syner for markant, og for at det er muligt at færdes på tværs af diget.

Grøften beliggende på bagsiden af diget mod bebyggelsen, som sikring for bagvand og til at samle eventuelt overskyl, er 0,5 til 1 meter dyb. Der skabes et minimalt længdefald i bunden på for at sikre afstrømning mod pumpestationerne. Under grøfterne udlægges stenfaskiner med underliggende drænrør til at forbinde de nuværende udløb og reducere antallet af pumpestationer. Grøften etableres ligesom digerne med forholdsvis flade skråninger for at sikre tilgængelighed og for at anlægget bliver en mere naturlig del af det eksisterende landskab.

Ved Over Dråby Strand deles diget i to, se Figur 21 og Figur 22. Diget opdeles ved Krabbevej/Søtungevej. Mellem de to veje er der i dag et fredet engareal. Ved at dele diget op sikres der, ud over beskyttelsen af engarealets karakter og brug, at adgangen og kigget til vandet bibeholdes. Det nuværende terræn, hvor diget foreslås placeret, varierer mellem ca. 1,1 og 2 meter DVR90. Diget etableres med en topkote i 2,99 m DVR90, svarende til at terrænkoten hæves med ca. 1,9 m, hvor der er størst forskel mellem det eksisterende terræn og den fremtidige digekote.



Figur 21 Over Dråby Strand Nord. Længdesnit af det eksisterende terræn langs diget. Den røde linje markerer den fremtidige digehøjde.



Figur 22 Over Dråby Strand Syd. Længdesnit af det eksisterende terræn langs diget. Den røde linje markerer den fremtidige digehøjde.

6.2. Digeudformning

Digerne etableres med "fløjddiger", således at vandet fra fjorden ikke kan løbe bag om diget og på den måde ind i sommerhusområderne. Digerne føres op langs bebyggelsen på begge sider, til det rammer terræn svarende til sikringskoten.

Digerne etableres som jorddiger bestående af en kerne af råjord. Da afgravningen til grøfterne primært vil ske i eksisterende muldlag, påregnes råjorden tilkørt. På oversiden af diger og grøfter udlægges et muldlag (vækstlag) i en tykkelse på 0,5 meter. Vækstlaget består dels af genanvendt muld afrommet under de fremtidige jorddiger og fra afgravningen til grøfterne, dels af tilkørt muld.

Hele overfladen tilsås med græsfrø i en blanding, der er særligt velegnet for diger, og som afspejler karakteren af det eksisterende.

Afhængig af jordbunden, som skal endelig kortlægges i forbindelse med detailprojekteringen, skal funderingsforholdene for diget vurderes. En blød bund kan give anledning til sætninger af jorden.

På dette projektstade er der ikke taget stilling til valg af løsning. Nedenfor er der redegjort for forholdene uden hensyn til foranstaltninger til kompensering af virkningerne af sætninger.

Der kan kompenseres ved at etablere diget med en højere kronekote de steder hvor undersøgelser indikerer, at der kan ske sætninger eller ved at forhøje diget efter det første år, hvor hovedparten af de primære sætninger forventes at være indtruffet.

Diget etableres i form af to jorrdiger med en samlet længde på ca. 2260 meter, hvoraf de 1790 meter er langs kysten. Jorddiget udføres med en kronebredde på 1,2 meter med top i 2,99 meter DVR90.

Diget udføres ud mod fjorden med et fladt profil med anlæg 1:10, mens det ind mod land kan være stejlere med anlæg 1:5. Digets fodaftryk omfatter et areal på ca. 56.400 m². Der skal anvendes ca. 47.000 m³ jord til etableringen af diget. Nedenstående Figur 23 viser fjorddigets udbredelse.



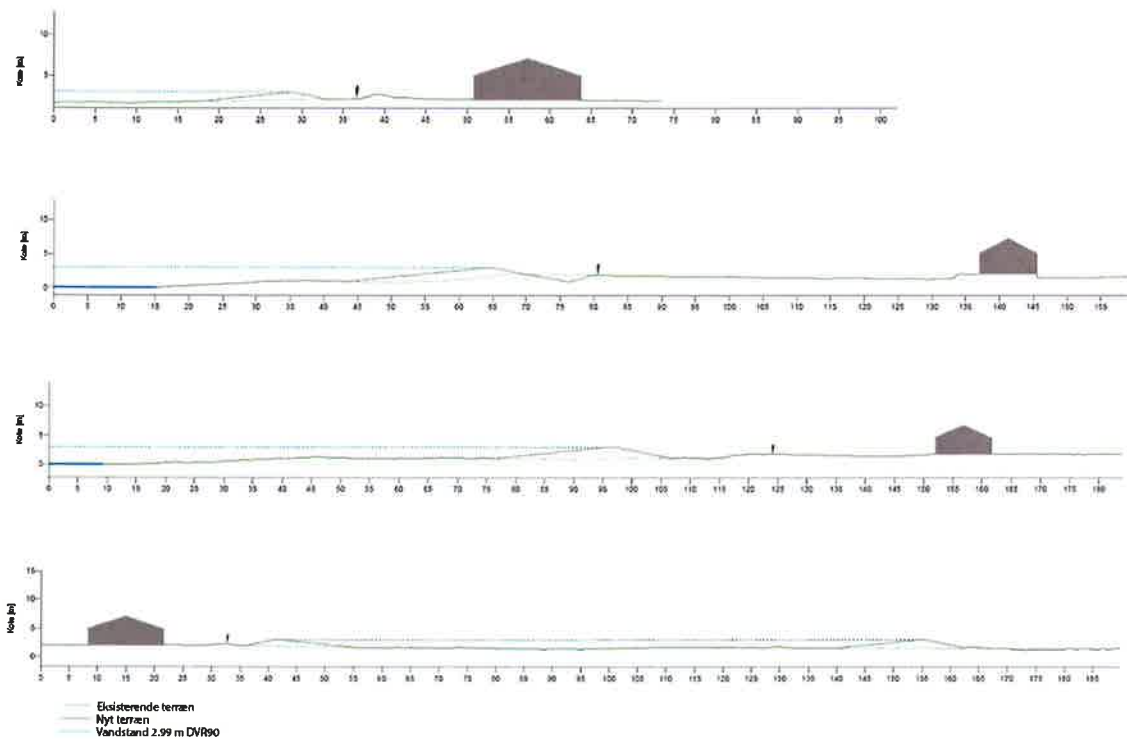
Figur 23 Oversigtstegning digets udbredelse med anlæg 1:10 og 1:5. Over Dråby Strand 2050 (2,99 m DVR90).

På bagsiden af diget etableres en grøft til håndtering af bagvand. Grøften placeres umiddelbart bag diget på den del af anlægget der løber langs kysten. Langs fløjdi-gerne etableres der ikke grøfter, da der kun i begrænset omfang vil ske overskyl her. Anlægget på diget (1:5) føres videre til bund af grøft. Mod bebyggelsen etableres grøften med anlæg 1:3. Grøftens fodaftryk udgør et areal på ca. 10.100 m². Der skal af-graves et jordvolumen på ca. 4.900 m³ jord til etableringen af grøften. Grøftens dybde varierer mellem 0,5 m og 1 m.

Nedenstående Figur 24 viser fjorddigets udbredelse med anlæg 1:10 mod fjorden og anlæg 1:5 mod land samt den bagvedliggende grøft med anlæg hhv. 1:5 og 1:3.



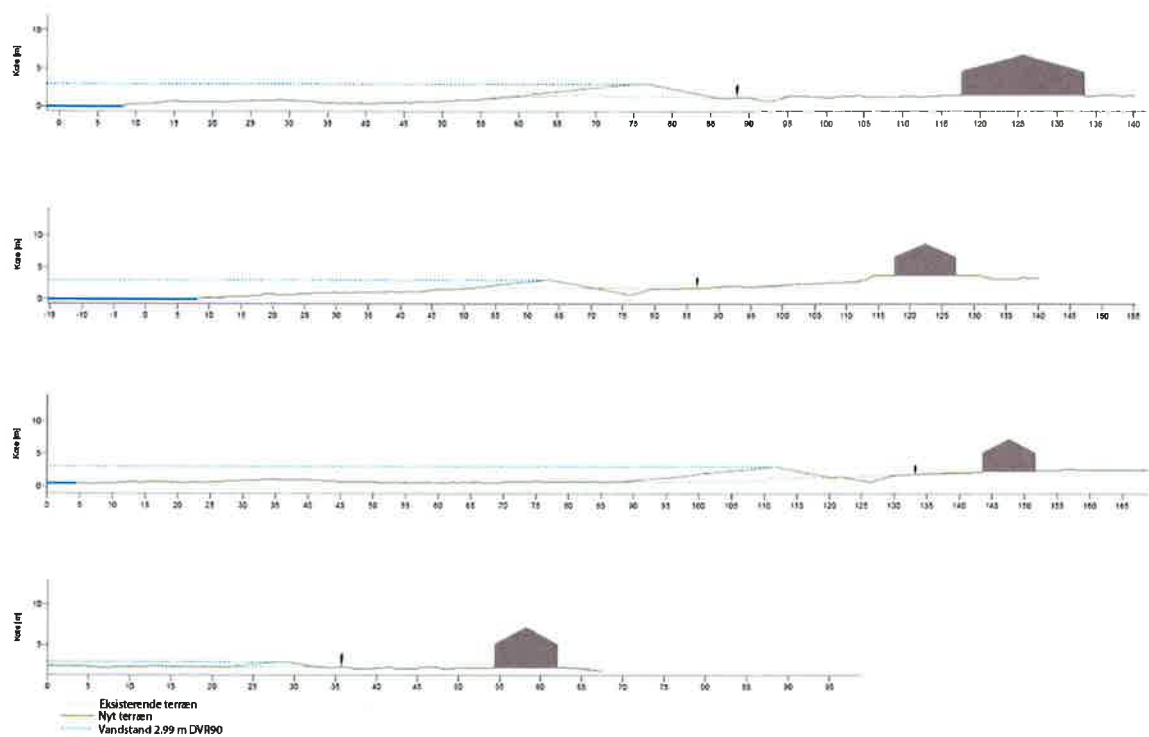
Figur 24 Oversigtstegning af grøftens udbredelse med anlæg 1:5 og 1:3. Digets udbredelse er markeret med en grøn afgrænsning, grøften med grå. På tegningen er markeret placering af tværsnit jf. figur 35



Figur 25 Tværsnit 1(øverst)-4(nederst) med angivelse af eksisterende terræn, nyt terræn samt den maksimale vandstand.



Figur 26 Oversigtstegning af grøftens udbredelse med anlæg 1:5 og 1:3. Digets udbredelse er markeret med en lilla afgrænsning, grøften med grå. På tegningen er markeret placering af tværsnit jf. figur 38.



Figur 27 Tværsnit 5(øverst)-8(nederst) med angivelse af eksisterende terræn, nyt terræn samt den maksimale vandstand.

7. FASTLÆGGELSE AF KYSTSIKRINGSLAG

7.1. Parter i et kystsikringslag

De lodsejergrupper, der optræder som naturlige parter i et kystsikringslag, defineres i gældende retspraksis (afgørelser ved taksationskommissioner), som de matrikler, der har nytte af, at diget etableres.

Hvis der imidlertid kan opnås forlig om en udgiftsfordeling, behøver denne ikke nødvendigvis at være knyttet til nytte.

Hvis der kan opnås forlig, og spørgsmålet om udgiftsfordelingen ikke skal afgøres af en taksationskommission, kan også solidariske eller semi-solidariske udgiftsfordelinger komme på tale.

Lodsejergrupper i en solidarisk udgiftsfordeling kan f.eks. være alle matrikler, som er medlem af en grundejerforening, uanset om den enkelte matrikel har objektiv nytte. I semi-solidariske udgiftsfordelinger kan det f.eks. komme på tale, at friholde enkelte matrikler i grundejerforeningen, eller give enkelte matrikler i grundejerforeningen en reduceret takst.

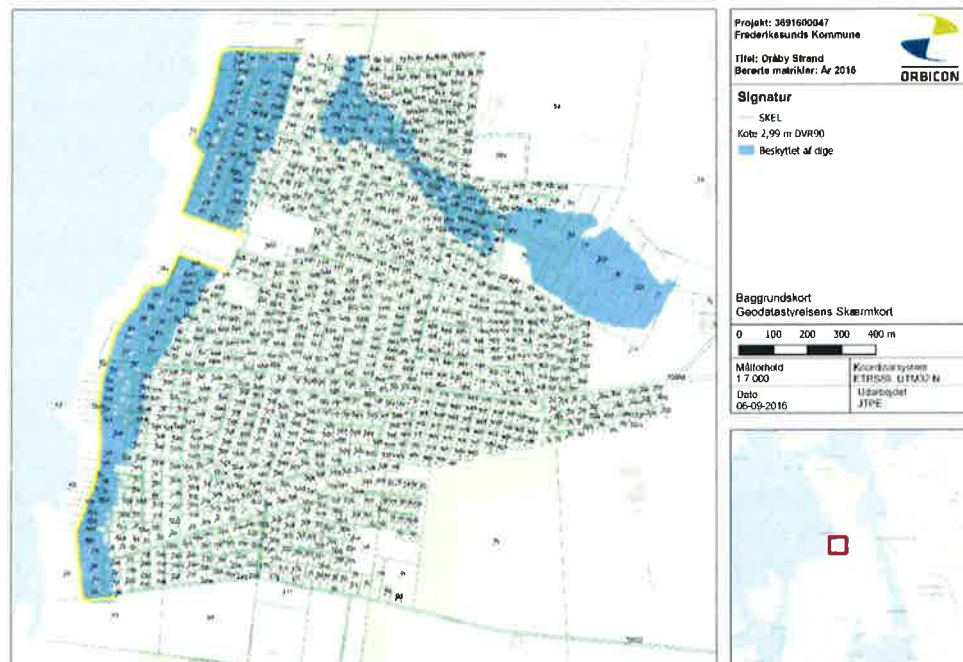
Hvis der ikke kan opnås forlig om en udgiftsfordeling, og sagen tenderer mod at skulle afgøres af en taksationskommission, viser erfaringen, at kun udgiftsfordelinger baseret på objektive nyttekriterier accepteres.

I det følgende anviser Orbicon to eksempler på udgiftsfordelinger baseret på objektive nyttekriterier.

Nyttemetode 1: Baseret på koten af digekronen.

Nytten er knyttet til oversvømmelse fra havet, og knyttes direkte til koten af digekronen. Hvis denne metode anvendes, er alle arealer bag diget, hvis terrænkote er lavere end digekronen, beskyttet mod oversvømmelse af diget.

For et sikringsniveau svarende til klimafremskrivning af havvandstanden ved "Bodil" til år 2050 inkl. korrektion for landhævning, bølgeopskyl mv. er de matrikler som vil optræde som naturlige parter i et kystsikringslag vist på Figur 28.



Figur 28 Matrikler i Over Dråby Strand, som er beskyttet af et dige med kronekote 2,99 m DVR90. De beskyttede matrikler er markeret med blå

Nyttemetode 2: Baseret på sikringskoten

Digekronens kote er ikke tilsvarende med sikringskoten, dvs. den kote på havvandspejlet, som diget skal sikre imod. Digekronens kote er således højere end sikringskoten, og er bestemt af bølge-opskyllets størrelse og den sikkerhed, der er valgt for at undgå, at bølger skyller ind over digekronen (bølge-overskyl).

Man kan således også vælge at knytte nytten til sikringskoten. Hvis denne metode anvendes, er alle arealer bag diget, hvis terrænkote er lavere end sikringskoten, beskyttet mod oversvømmelse af diget.

Hvis nytten fastlægges på baggrund af sikringskoten bliver antallet af matrikler med nytte mindre end hvis nytten fastlægges på baggrund af digekronens kote.

Til fastlæggelse af den egentlige udgiftsfordeling mellem matrikler med nytte, kan der f.eks. tages udgangspunkt i beskyttet areal på hver enkelt matrikel, samt matriklens ejendomsværdi, der begge er objektive faktorer.

Herefter kan udgiftsfordelingen for hver enkelt berørt matrikel beregnes som den forholdsommæssige størrelse af det beskyttede areal multipliceret med matriklens ejendomsværdi.

Udgiftsfordelingen kan justeres med værdien af gener for den enkelte matrikel, såsom placering af kystsikringsdige, placering af nye vandløb, pumpestationer mv.

7.2. Etablering af et kystsikringslag

Forud for oprettelse af et kystsikringslag, er der en række myndighedstrin, som skal gennemføres.

I det følgende er der redegjort for disse myndighedstrin, som skal gennemføres iht. LBK nr. 15 af 08.01.2016 Lov om Kystbeskyttelse.

1. Interesserede grundejere kan indsende en anmodning, eller det relevante forvaltningsområde kan indstille til Vandløbsmyndigheden i Frederikssund Kommuner om at træffe afgørelse om etablering af kystbeskyttelse. Projektejerens ansøgning skal indeholde:
 - a. Begrundelse for sagen
 - b. Oversigt over ejendomme, der foreslås inddraget i beskyttelsen
2. Vandløbsmyndigheden indhenter en udtalelse fra Kystdirektoratet om behovet for kystbeskyttelse på den omhandlede strækning, samt en udtalelse fra de grundejere, der kan blive pålagt bidragspligt. (Såfremt Kystdirektoratet ikke vurderer, at der er behov for yderligere kystsikring, vil sagen stoppe her.)
3. Vandløbsmyndigheden træffer 1. beslutning om fremme / ikke fremme. Den beslutning der træffes her, kan påklages til Miljø- og Fødevarerministeren med

- 4 ugers klagefrist (vedr. ikke-fremme er det alene retslige forhold, der kan klages over – altså, om man f.eks. har fulgt loven). Klageberettigede er den afgørelsen er rettet til, samt enhver med en væsentlig individuel interesse plus Danmarks Naturfredningsforening (DN), Friluftsrådet, Grundejernes Landsorganisation (GL) og Fritidshusejernes Landsforening (FL).
4. Hvis sagen ikke fremmes, sender Vandløbsmyndigheden skriftlig og begrundet meddelelse herom til projektejer og de hørte grundejere.
- Vandløbsmyndigheden kan kun afvise at fremme en sag hvis:
- Kystdirektoratet vurderer, at der ikke er behov for kystbeskyttelse
 - Tilkendegivelserne fra de hørte grundejere helt klart viser, at der ikke vil være fornøden opbakning til projektets gennemførelse
 - Projektet findes uforeneligt med hensynet til naturen eller den kommunale planlægning for området
5. Hvis Vandløbsmyndigheden fremmer sagen, skal Vandløbsmyndigheden afholde møde med projektejer og de grundejere, der kan blive pålagt bidragspligt. Grundejere og berørte grundejerforeninger indkaldes skriftligt til mødet med min. 4 ugers varsel, samt ved annoncering i lokale blade. Da Vandløbsmyndighedens afgørelse efterfølgende kan påklages af DN, Friluftsrådet, GL og FL, er det hensigtsmæssigt at invitere disse organisationer til mødet. Indkaldelsen til mødet skal indeholde:
- a. Redegørelse for planen om kystbeskyttelse (skitseprojekt)
 - b. Overslag over såvel anlægs- som vedligeholdelsesudgifter
 - c. Forslag til bidragsfordeling
6. På mødet skal projektejer nærmere redegøre for projektets indhold på følgende områder:
- a. Foranstaltningernes udstrækning og opbygning
 - b. Graden af beskyttelse der opnås
 - c. Eventuelle yderligere fordele for området
 - d. Projektets økonomi, herunder udgifter til anlæg og vedligeholdelse
 - e. Finansiering og fordeling mellem de påtænkte bidragspligtige, herunder om kommunens part
 - f. Hvordan projektet tænkes fremmet, herunder hvem der skal lede sagen og være ansvarlig for fremdriften
 - g. Om der skal oprettes et kystsikringslag
 - h. Om projektet er VVM-pligtigt.
7. Vandløbsmyndighedens 2. beslutning om fremme. Beslutningen kan påklages til Miljø- og Fødevarerministeren med 4 ugers klagefrist. Klageberettigede er den afgørelsen er rettet til, enhver med væsentlig individuel interesse samt DN, Friluftsrådet, GL og FL. VVM-beslutning: 4 ugers klagefrist
8. Hvis sagen ikke fremmes skal begrundet meddelelse sendes til de grundejere og organisationer, der var indkaldt til mødet, og meddelelsen skal tillige annonceres i de samme lokale blade

9. Hvis sagen fremmes, skal Vandløbsmyndigheden skriftligt underrette de grundejere der var indkaldt til mødet samt de klageberettigede organisationer om Vandløbsmyndighedens beslutning. Underretningen skal indeholde:
 - a. En redegørelse for Vandløbsmyndighedens bestemmelser om hvilke foranstaltninger, som skal gennemføres
 - b. Hvordan og hvem skal udføre kystbeskyttelsesforanstaltningerne, f.eks. et kystsikringslag
 - c. Hvorledes udgifterne skal afholdes, herunder udgifterne til
 - i. Sagsforberedelse, forundersøgelser, projektering og tilsyn
 - ii. Drift vedligeholdelse og andre løbende foranstaltninger
 - iii. Finansiering
10. Projektejeren ansøger Kystdirektoratet om tilladelse efter lovens §16. Ansøgningen skal indeholde:
 - a. Adresse mv. for lokaliteten
 - b. Type af kystbeskyttelse
 - c. Sandsynliggøre behov for kystbeskyttelse
 - d. Konsekvenser for offentlighedens adgang langs kysten
 - e. Nøjagtig placering på matrikelkort
 - f. Snittegninger mv.
 - g. Samtykkeerklæring for de berørte grundejere til anlægget
 - h. Andet relevant materiale, fotos mv.
11. Kystdirektoratet foretager indledende behandling, herunder vurdering af om ansøgningsmaterialet er fyldestgørende, og kan på baggrund heraf beslutte at give afslag hvis. f.eks. sikringsniveauet er utilstrækkeligt. Inden afslag gives, orienteres ansøger mhp. udtalelse. Kystdirektoratets samlede sagsbehandlingstid tilstræbes inden 13 uger.
12. Hvis Kystdirektoratet beslutter at fremme projektet, sendes ansøgningen i høring bl.a. til:
 - a. Kommunen
 - b. Naturstyrelsen
 - c. Kulturarvsstyrelsen (ved gravning)
 - d. Ejere af naboejendomme
 - e. Andre som kan blive berørt af projektet samt DN, Friluftsrådet, GL og FL evt. DOF
13. På baggrund af høringssvar og udtalelser beslutter Kystdirektoratet at meddele tilladelse / afslag. Kystdirektoratets beslutning kan påklages til Miljø- og Fødevarerministeren med 4 ugers klagefrist (både for retslige og økonomiske klager).
14. Vandløbsmyndigheden kan beslutte, at der skal oprettes et offentligt kystsikringslag, som de bidragydende ejere skal være medlem af.
15. Vandløbsmyndigheden udfærdiger en vedtægt for laget og sender den til lagets medlemmer. Beslutning om vedtægtens endelige indhold kan tidligst træffes 4 uger efter forslaget er afsendt. Beslutningen kan påklages til Miljø- og Fødevarerministeren med 4 ugers klagefrist.

16. Vandløbsmyndigheden lader for lagets regning vedtægten tinglyse på de ejendomme, der hører til laget.

8. ANLÆGS – OG DRIFTSØKONOMI

Anlægsoverslaget er udført på baggrund af det beskrevne skitseprojekt. Overslaget skal ses som en worst case beregning af omkostningerne til etablering af kystsikringen ved Over Dråby Strand. I forbindelse med en senere fase af projekteringen skal der foretages yderligere undersøgelser og afklaringer, som kan bidrage til en reduktion af anlægsomkostninger, hvis anlægget kan optimeres, eller øge omkostningerne, hvis der fx viser sig at være blød bund.

Nedenfor er samlet eksempler på, hvor der kan ske en yderligere optimering af anlægget:

- Ved at der accepteres oversvømmelser til kote 1,3 m DVR90 bag digerene jf. afsnit 6.7 kan pumpestørrelsen reduceres. Priser for pumper er i anlægsøkonomien givet på baggrund af, at der pumpes ned til 0,5 meter svarende til bunden af grøften.
- Bagvandet skal så vidt muligt føres til pumperne på terræn i grøfter bag digerene. Detailprojekteringen skal vise om det er muligt at undlade sten-faskiner og dræn. I anlægsøkonomien er taget udgangspunkt i at vandløbene kobles til pumperne i rør, mens øvrigt bagvand føres i grøfterne på terræn til pumperne som placeres i lavpunkterne i terræn.
- Beregning af omkostninger for jordhåndtering baseres på priser for tilkørsel af jord. En løsning baseret på afhentning og indbygning af jord fra jordbank eller overskudsjord fra et nærtliggende byggeprojekt vil reducere omkostningerne.

Udgifterne til fremtidige drift- og vedligeholdelsesudgifter anslås til ca. 2% af anlægssummen. Heraf går hovedparten til servicering af pumper og drænsystem. Derudover skal græs/bevoksning trimmes og der kan være behov for mindre oprettelser/efterfyldninger. Udgifterne hertil er ikke medregnet i anlægsoverslaget.

Der er ikke medregnet udgifter til rådgivning i det beregnede anlægsoverslag. Udgifterne hertil vurderes at udgøre ca. 12 %, heri indeholdt udarbejdelse af projektering, udbud og tilsyn.

Beløbet indeholder ligeledes en del af myndighedsbehandlingen, men vil ikke være dækkende såfremt der bliver behov for rådgivning i evt. klagesager.

Omkostninger til evt. arealerhvervelse eller erstatninger er ikke medtaget i budgettet.

Tabel 8 og Tabel 9 viser opsamling på anlægsoverslagene for de to diger.

Tabel 8 Anlægsoverslag Over Dråby Strand Nord. Alle beløb er i kr. ekskl. moms.

Emne	Beskrivelse	Pris
Anstilling, drift og afrigning	Udgør 20 %, dog max. 500.000 kr.	kr. 500.000
Uforudsete udgifter	Udgør 25 %	kr. 1.700.000
Dige	925 m jorddige (13.200 m ³)	kr. 1.750.000
Vækstlag	Udlægning af muldrag og græssåning. Muld genindbygges (7.500 m ³)	kr. 750.000
Vækstlag	Udlægning af muldrag og græssåning. Muld tilkøres (6.000 m ³)	kr. 710.000
Dræn	Stenfaskine med underliggende drænledning (540 m)	kr. 190.000
Pumpe	Håndtering af bagvand (1 stk.)	kr. 2.700.000
Adgangsvej til strand	Gruspåfyldning	kr. 200.000
Udløb gennem dige	2 stk. med kontraktap og rist ved udløb. 30 lbm pr. stk.	kr. 110.000
Total		kr. 8.610.000

Anlægsoverslaget dækker over i alt 925 meter digestrækning.

Tabel 9 Anlægsoverslag Over Dråby Strand Syd. Alle beløb er i kr. ekskl. moms.

Alle beløb er i kr. ekskl. moms

Anstilling, drift og afrigning	Udgør 20 %, dog max. 500.000 kr.	kr. 500.000
Uforudsete udgifter	Udgør 25 %	kr. 1.700.000
Dige	1335 m jorddige (19.000 m ³)	kr. 2.520.000
Vækstlag	Udlægning af muldrag og græssåning. Muld genindbygges (12.400 m ³)	kr. 1.510.000
Vækstlag	Græsvækst inkl. muldrag. Muld tilkøres (8.500 m ³)	kr. 950.000
Dræn	Stenfaskine med underliggende drænledning (1.130 m)	kr. 380.000
Pumpe	Håndtering af bagvand (2 stk.)	kr. 2.850.000
Adgangsvej til strand	Gruspåfyldning	kr. 200.000
Udløb gennem dige	3 stk. med kontraktap og rist ved udløb. 30 lbm pr. stk.	kr. 160.000
Total		kr. 10.770.000

Anlægsoverslaget dækker over i alt 1335 meter digestrækning.

9. NATUR- OG MYNDIGHEDSFORHOLD

Etablering af et kystsikringsdige ved Over Dråby Strand berører en række naturinteresser, som beskrives overordnet i dette afsnit.

Ud over hensynet til naturinteresser kræver en gennemførelse af kystsikringsprojektet tilladelse efter kystbeskyttelsesloven, vandløbsloven, naturbeskyttelsesloven, planloven og i visse tilfælde også miljøbeskyttelsesloven og museumsloven.

Afrundingsvis beskrives en overordnet procedure for myndighedsforholdene.

9.1. Naturbeskyttelsesinteresser

Kystområdet, hvor kystbeskyttelsesdigerne tænkes etableret, indeholder en række beskyttede naturtyper omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3, herunder moser, strandenge, enge og overdrev. Desuden findes beskyttede sten- og jorddiger omfattet af museumslovens § 29 samt arealfredede områder.



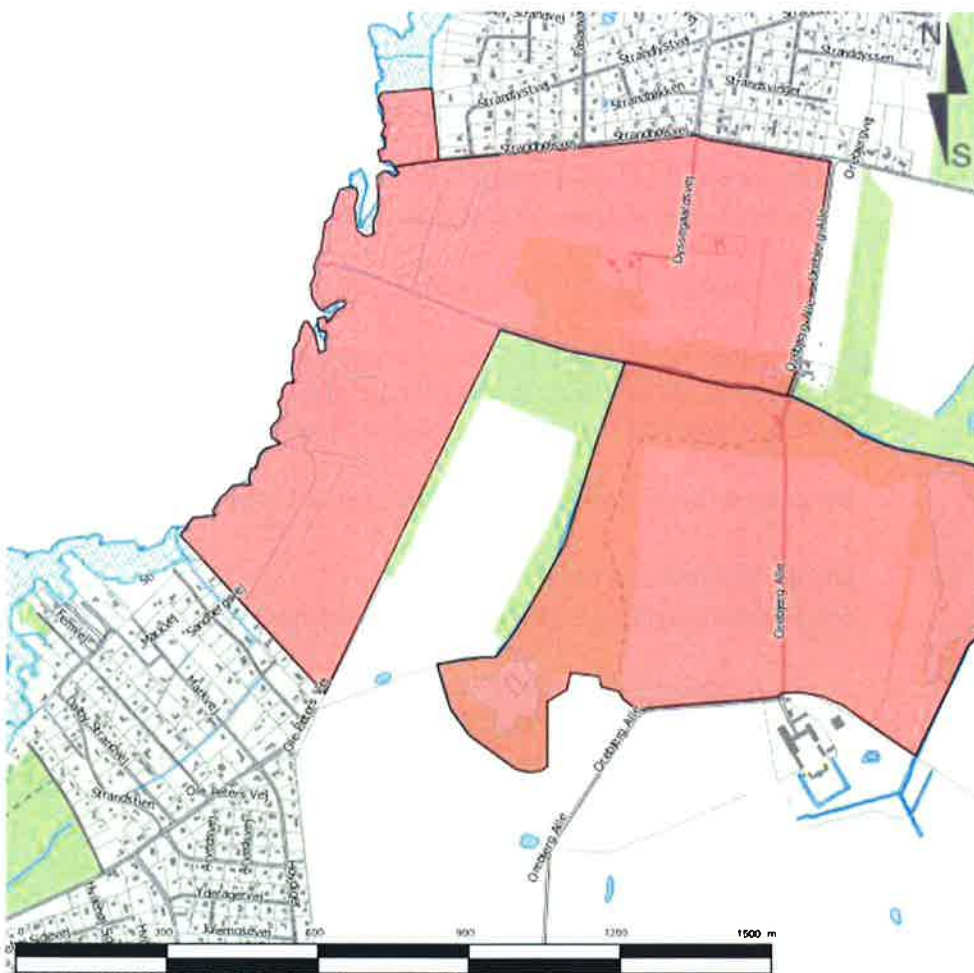
Figur 29 Beskyttede naturtyper ved Over Dråby Strand. De lyseblå skraverede arealer tættest ved kysten er strandenge, lysegrønne er enge, brune er mose og gule er overdrev.

Som det fremgår af Figur 29, vil de beskyttede strandenge langs hele kysten blive berørt direkte ved etablering af kystsikringsdiget. Ved den nordlige fløj af diget berøres desuden beskyttede eng-, mose- og overdrevsarealer.

Der er ingen beskyttede vandløb eller beskyttede sten- og jorddiger inden for projektområdet.

Etablering af kystsikringsdiget ved Over Dråby Strand vil kræve dispensation efter § 3 i naturbeskyttelsesloven, hvor kommunen er myndighed.

I den sydlige udkant af projektområdet ved Over Dråby Strand er matr. nr. 4b Landerlev By, Gerlev omfattet af en arealfredning "Dyssegården" af 15. november 1974. Figur 30 viser udstrækningen af det arealfredede område.



Figur 30 Udstrækning af arealfredning reg. nr. 05595.00, "Dyssegården", arealfredning reg. Nr. 00691.00 "Landerlev Strand" samt arealfredning reg. Nr. 02401.00 "Orebjerg"

Af fredningsdeklarationen fremgår bl.a., at:

§ 1. Arealerne fredes således at tilstanden på dem ikke må ændres, og således at de udelukkende benyttes som hidtil fortrinsvis som landbrugsarealer.

§ 2. Det er navnlig forbudt at opføre bygninger, som ikke kræves af ejendommens drift som landbrugsejendom. Der må ikke anbringes boder, skure eller andre indretninger, som kan virke mispydende herunder ledningsmaster. Det naturlige jordsmon må ikke ændres ved afgravning eller opfyldning.

I den sydlige udkant af projektområdet ved Over Dråby Strand er matr. nr. 2g Landerlev By, Gerlev omfattet af en arealfredning "Landerslev Strand" af 13. december 1939. Figur 30 viser udstrækningen af det arealfredede område.

Af fredningsdeklarationen fremgår bl.a., at: Gerlev-Draaby Sogneråd med Fredningsnævnets Tilladelse på Arealet kan lade opføre Bygninger, der står i forbindelse med Arealets Benyttelse som bade-, sports-, telt- og Parkeringsplads.

Kystsikringsdiget ved Over Dråby Strand vil berøre den nordøstlige kant af de to fredede områder, og vil kræve en dispensation fra Fredningsnævnet.

Kystsikringsdiget langs Over Dråby Strand ligger inden for strandbeskyttelseslinjen.

Formålet med udlægning af denne linje er at friholde arealerne for nye anlæg, så de landskabelige værdier bevares. Etablering af kystsikringsdiget vil kræve tilladelse efter denne bestemmelse i naturbeskyttelsesloven, hvor Kystdirektoratet er myndighed.

Der er ingen øvrige beskyttelseslinjer som kræver dispensation i projektområdet.

9.2. Øvrige myndighedsforhold

Etablering af kystsikringsdigerne kræver i øvrigt tilladelse efter:

- Kystbeskyttelsesloven. Nyanlæg kræver tilladelse efter §16, hvor Kystdirektoratet (KDI) er myndighed. Der kræves ved ansøgning en nærmere beskrivelse af projektet og den eventuelle påvirkning af muligheder for passage og adgang til det kystnære område, materialer der anvendes til etablering af digerne, den landskabelige oplevelse af området m.m.
- Planloven. Anlæg der påvirker miljøet væsentligt kræver en VVM procedure. Det sker i første omgang ved en screening, der vurderer eventuelle væsentlige miljøpåvirkninger ved projektets gennemførelse. Hvis sådanne påvirkninger ikke kan afvises, skal projektet underlægges en egentlig VVM undersøgelse. Screeningen sker i form af en anmeldelse fra bygherren, hvor kommunen træffer afgørelse om eventuel VVM redegørelse. Da der er tale om et

kystanlæg er KDI også myndighed for screeningen, og Naturstyrelsen vil indtages i et projekt af denne karakter. Det følger af Bekendtgørelserne 1654/2013 landarealer og 579/2013 søterritoriet.

VVM screeningen og VVM redegørelsen vil indeholde vurderingerne i forhold til andre regelsæt nævnt ovenfor, blandt andet den eventuelle påvirkning af Natura 2000 området. Dette følger af Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter (Bekendtgørelse 408/2007) samt Bekendtgørelse om administration af internationale beskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår anlæg og udvidelse af havne og kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet, (Bekendtgørelse 874/2008).

Rødlistede arter, Bilag IV arter til Habitatdirektivet og andre fredede arter. Der er ikke kendskab og informationer om sådanne arter, men vurderingen vil blive gentaget i forbindelse med udarbejdelsen af den nævnte anmeldelse i relation til afgørelsen i VVM screeningen.

I det omfang kystsikringsdigerne anlægges uden for areal udlagt til sommerhusområde, altså i landzone, kræves en landzonetilladelse, hvor kommunen er myndighed

- Jordflytningsbekendtgørelsen (Miljøbeskyttelsesloven). Til etablering af kystsikringsdigerne vil der evt. skulle anvendes jord, der vil kræve tilladelse efter jordflytningsbekendtgørelsen, hvor kommunen er myndighed.

Etablering af højvandslukker i eksisterende udløb af private vandløb, samt evt. etablering af pumpestationer til udpumpning af vandløbsvand i situationer med højvande i fjorden kræver tilladelse efter:

- Vandløbsloven. Etablering af pumpeanlæg mv. kræver tilladelse efter lovens § 6, hvor kommunen er myndighed. Såfremt der til pumpeanlæggene påtænkes etableret et pumpelag, skal dette særskilt godkendes af kommunen efter lovens §§ 38-40. Anlæg af nye vandløb, herunder afskærende grøfter bag kystsikringsdigerne kræver tilladelse efter lovens § 21-22, hvor kommunen er myndighed.

9.3. Tidsplan for myndighedsarbejdet

I Tabel 10 er vist en vurdering af myndighedsbehandlingen. Der er i tabellen angivet en række tilladelser, der forventes at kunne opnås relativt enkelt, men også flere hvor der kan være behov for yderligere udredninger, nærmere beskrivelse af den forventede påvirkning og eventuelt alternativ udformning af projektet før tilladelse kan opnås.

Se desuden bilag 2 for grafisk oversigt over tidsplan for myndighedsbehandlingen.

Tabel 10. Vurdering af myndighedsbehandling for kystsikringsdiger og øvrige myndighedstilladelser.

Regelsæt	Myndighed	Tidshorisont	Forventning	Bemærkning
Planloven (Landzonetilladelse)	FK	6 måneder		
Kystbeskyttelsesloven (Etablering af kystsikringsdiger)	KDI	6-12 måneder		Det er usikkert hvad udfald vil være, kan afhænge af detailudformning. Ved oprettelse af kystsikringslag med udgiftsfordeling kan sagsbehandlingstiden forøges væsentligt
Habitatdirektivet (Evt. Natura 2000 konsekvensvurdering)	FK (KDI/NST)	3 måneder		Vil reducere naturtyper og være fysisk indgreb
Planloven (VVM screening)	FK (KDI/NST)	2 måneder		Det er usikkert om udfald vil være krav om udarbejdelse af redegørelse, men det kan være den sandsynlige løsning
Planloven (VVM redegørelse)	FK (KDI/NST)	12 måneder		Her vil være mulighed for at inddrage alternativer med mindre miljøpåvirkning
Naturbeskyttelsesloven (Beskyttede naturtyper)	FK	3-6 måneder		Vil reducere arealet
Naturbeskyttelsesloven (Strandbeskyttelseslinje)	KDI	3-6 måneder		Vil være i modstrid med formålet

Museumsloven (Sten- og jord- diger)	FK	6-12 måneder	?	Vil være i modstrid med formålet
Naturbeskyttel- sesloven (Fredning)	Frednings- nævnet	6-12 måneder	?	Det er usikkert hvor- dan nævnet vil rea- gere, der kan være behov for detailæn- dringer
Miljøbeskyttel- sesloven (Jordflytning)	FK	3-6 måneder	+	
Vandløbsloven (Nye vandløb, pumper og høj- vandslukker)	FK	3-6 måneder	+	Ved oprettelse af pumpelag med ud- giftsfordeling kan sagsbehandlingsti- den forøges væ- sentligt.
Skovloven (Fredskovpligt)	NST	3-6 måneder	+	Kan kræve etable- ring af erstatnings- skov i forholdet 2:1

⊕ angiver at tilladelse forventes, ? angiver at det er usikkert om tilladelse kan forventes, ⊖ angiver at tilladelse ikke kan forventes uden yderligere undersøgelser, afklaring af konsekvenser og gennemførelse af kompenserende foranstaltninger.

FK (Frederikssund Kommune). KDI (Kystdirektoratet) og NST (Naturstyrelsen) er indsat i parentes visse steder som myndighed. Sagsbehandlingstiderne er groft anslået, men er indskrevet for at tydeliggøre, hvor der kan være flaskehalse for projektets gennemførelse.

Alle ansøgninger kan i princippet køres sideløbende, og afsluttes næsten samtidig, men husk at Kystdirektoratets endelige godkendelse af kystsikringsprojektet efter kystbeskyttelsesloven samt kommunens endelige godkendelse af vandløbsprojektet efter vandløbsloven først kan gives, når der foreligger tilladelser/dispensationer efter naturbeskyttelseslovens §3 (beskyttede naturtyper og strandbeskyttelseslinjen), skovloven, fredning, planloven (VVM og landzonetilladelse) samt museumsloven.

MEN:

Det kan være hensigtsmæssigt først at ansøge Fredningsnævnet om tilladelse. Hvis det ikke er muligt at få fredningsnævnets tilladelse, skal projektet ændres afgørende.

Det er også vigtigt, så tidligt som muligt, at få afgjort spørgsmålet om hvorvidt der er VVM-pligt. Kystdirektoratet tager stilling til behovet for VVM ifm. deres godkendelse af projektet efter §16 i kystbeskyttelsesloven fsva. kystrelaterede spørgsmål, og Frederikssund Kommune tager stilling til VVM fsva. landbaserede spørgsmål (delt myndighed på planloven).

Hvis myndighederne vurderer, at der er VVM-pligt, tager VVM-proceduren ca. 12 måneder, som skal være overstået inden endelig godkendelse fra Kystdirektoratet og Kommunen.

10. REFERENCER

- /1/ 2012 Højvandsstatistikker. Kystdirektoratet, 2012.
- /2/ DMI.dk - <http://www.dmi.dk/hav/maaling/vandstand/>
- /3/ Fremtidige klimaforandringer i Danmark. Danmarks Klimacenter rapport nr. 6, 2014
- /4/ Kyst.dk - <http://kysterne.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html>
- /5/ US Army Corps og Enginneers, 1984. Shore Protection Manual.
- /6/ Pullen, T. et al., 2007 EurOtop. Wave overtopping of Sea Defences and related Structures. Assessmant Manual.
- /7/ <https://www.unesco-ihe.org/jentsje-van-der-meer>