



Frederikssund Kommune

Kystbeskyttelse ved Kulhuse

Sammenskrevet skitseprojekt

24-08-2021

Frederikssund Kommune

Kystbeskyttelse ved Kulhuse

Sammenskrevet skitseprojekt

Kunde	Frederikssund Kommune
Rådgiver	WSP Linnés Alle 2 2630 Taastrup
Projektnummer	3692000036 -02/08
Dokument ID	Sammenskrevet skitseprojekt
Projektleder	Claus Goldberg
Forfattere	Carsten Christiansen, Christine Krag Strømberg, Kristine Jørgensen, Cecilie Marie Hansen, Torben Bojsen, Gunnar Peter Jensen og Claus Goldberg
Kvalitetssikret af	Claus Goldberg og Camilla Wentzel
Godkendt af	Carsten Rosted Petersen
Version	Final
Udgivet	24-08-2021

Indholdsfortegnelse

1.	Baggrund	7
2.	Projektområdet	9
2.1	Områdeafgrænsning	9
2.2	Områdebeskrivelse	11
2.3	Nuværende kystmorfologi	11
2.4	Kronisk og akut erosion	13
2.5	Havoversvømmelse og kystbeskyttelse i dag	15
2.6	Jord- og grundvandsforhold	18
2.7	Afstrømningsforhold	22
2.7.1	Eksisterende afvanding i grøfter og dræn	24
2.7.2	Oplandsstørrelse	24
2.7.3	Afstrømning	25
2.7.4	Understrømning	27
3.	Planmæssige forhold	29
3.1	Naturbeskyttelse	29
3.1.1	Generelt	29
3.1.2	Natura 2000	34
3.2	Kommuneplanforhold	39
3.2.1	Zoneforhold	40
3.3	Lokalplanforhold	40
3.3.1	Kystnærhedszone.	40
4.	Kystbeskyttelse	42
4.1	Designforudsætninger	42
4.1.1	Vandstand	42
4.1.2	Fremtidig landhævning	43
4.1.3	Fremtidigt klima	43
4.1.4	Bølger	44
4.1.5	Strømforhold	46

4.1.6	Sikringsniveau	46
4.1.7	Overskylsmængder	48
5.	Anlægsbeskrivelse	52
5.1	Generel opbygning og tværsnit af digerne	52
5.2	Placering og udstrækning af diget	54
5.2.1	GF Sælvig	55
5.2.2	GF Ved Stranden	56
5.2.3	GF Nordstrand	57
5.2.4	GF Skoven af 1963	57
5.2.5	GF Strandhaven	58
5.2.6	GF Strandengen	58
5.2.7	GF Nordskoven	59
5.2.8	GF Skovengen	59
5.2.9	GF Fjordskov	60
5.2.10	GF Bag Hegnet	60
5.2.11	GF Strandkanten	61
5.2.12	GF Betulavej	61
5.2.13	GF Mathiesens Enghave	61
5.3	Tekniske forhold	62
5.3.1	Placering af det nye dige over eksisterende dige	62
5.3.2	Indbygning af stendige GF Skoven af 1963	63
5.3.3	Sikring af udsatte hjørner og strækninger	64
5.3.4	Opbygning vestligt fløjdige matr. 1p	64
5.4	Tilgængelighed og passage	65
5.4.1	Sti langs kystlinjen	65
5.4.2	Overgange	65
5.5	Udformning af dige med anlæg 1:6 havværts	66
5.6	Håndtering af bagvand	68
5.6.1	Etablering af grøfter på landsiden af diget	70
5.6.2	Placering af udløbspunkter	71
5.6.3	Sikring af eksisterende udløb	74
5.6.4	Pumper	75
6.	Anlægsomkostninger	75
6.1	Anlægsomkostninger for diger med anlæg 1:3 havværts	75

6.2	Anlægsomkostninger for diger med anlæg 1:6 havværts	78
7.	Konsekvenser	81
7.1	Anlæg	81
7.2	Naturbeskyttelse	81
7.2.1	§ 3 strandeng	82
7.2.2	Fredskov	82
7.2.3	Sten- og jorddiger	83
7.2.4	Bilag IV-arter	83
7.2.5	Natura 2000-områder	84
7.3	Planforhold	84
7.4	Landskab og visuelle forhold	84
7.5	Økonomiske konsekvenser	87
7.6	Afstrømningsmæssige konsekvenser	87
8.	Fastlæggelse af digelag	88
8.1	Parter i et digelag	88
8.1.1	Matrikel 1o, udtrædelse af digelag	89
8.2	Etablering af et digelag	89
9.	Myndighedsforhold	91
9.1	Ændret lovgivning	91
9.2	Ændret proces for myndighedsarbejdet	92
9.3	Projektets nuværende stade	93
10.	Referencer	94

Bilagsfortegnelse

1. Situationsplaner med angivelse af digets placering
 - 1a_ Sælvig 1
 - 1b_ Sælvig 2
 - 1c_ Sælvig 3_Ved Stranden
 - 1d_ Ved Stranden_ Nordstrand
 - 1e_ Skoven af 1963_Strandhaven
 - 1f_ Strandengen
 - 1g_ Nordskoven
 - 1h_ Skovengen 1
 - 1i_ Skovengen 2
 - 1j_ Enkeltparcel_ Fjordskov 1
 - 1k_ Fjordskov 2
 - 1l_ Bag Hegnet_ Strandkanten
 - 1m_ Betulavej_Mathiesens Enghave 1
 - 1n_ Mathiesens Enghave 2
 - 1o_ Oversigtsplan med angivelse af kortudsnit
2. Berørte matrikler
3. Liste med angivelse af de matrikler, der skal indgå i digelaget
4. Proces for et kommunalt fællesprojekt med angivelse af projektets nuværende stade
5. Digitalt grundlag (DWG, 3D)
6. Anlægsberegning
 - 6a_ Anlægsberegning
 - 6b_Princip for anlægsoverslag samt ordforklaring
 - 6c_Anlægsoverslag ved anlæg 1:6 havværts
7. Oversigtsplan med angivelse af diget etableret med anlæg 1:6

1. Baggrund

Frederikssund Kommune og Niras har i januar 2017 udarbejdet et skitseprojekt til højvandsbeskyttelse af projektområdet langs den nordøstlige del af Kulhuses nordlige kystlinje mellem Matthiesens Enghave nr. 30 i vest til Ved Vigen 59 i øst (Frederikssund Kommune, 2017)

Siden udarbejdelsen af skitseprojektet har Frederikssund Kommune i juni 2017 indhentet en §2-udtalelse/vurdering fra Kystdirektoratet (Kystdirektoratet, 2017) som bl.a. fastslår, at:

- Der er behov for kystbeskyttelse i området.
- Det projekterede diges designkote bør hæves eller alternativt anlægges med bredere krone end det, der er indeholdt i det fremsendte forslag, så det er lettere og billigere på et senere tidspunkt at forhøje diget. Koterne er som beskrevet i skitseprojektet her valgt til henholdsvis 2,4 DVR90 (kystdige) og 2,2 DVR90 (landdige) men med umiddelbart mulighed for senere hævnning/forstærkelse af diget, svarende til dette ønske.
- Diget bør, hvor det er placeret tæt på kysten, så vidt muligt trækkes tilbage mere landværts. Det gælder især den vestlige del af strækningen.
- Retningsændringer i digeforløbet kan medføre højere anlægsudgifter og mere kompleks vedligeholdelse.
- Diget skal vedligeholdes, som et teknisk anlæg og må ikke udvikle sig til strandeng.

Et notat fra Digeforeningens bestyrelse og Niras af 5. august 2018 (Kulhuse Digeforening, 2018) samler op på en række ændringer til skitseprojektet fra januar 2017, herunder:

- Dige kronen gøres bredere for at imødekomme Kystdirektoratets ønske om en forhøjet designkote.
- Dige profilet gives et stejlere anlæg (1:2) på landsiden på en del af strækningen, af hensyn til en mindre samlet bredde (digefod).
- Tværdiget i den vestligste del af projektområdet etableres, som et smalt dige, gerne i form af en spunsvæg.
- Der anlægges ikke pumpestationer og grøft til opsamling af bagvand på landsiden af diget. (denne problemstilling udlægges til efterfølgende at skulle håndteres af de enkelte grundejerforeninger).
- Det nye diges linjeføring tilstræbes sammenfaldende med det eksisterende dige, uanset om det eksisterende dige er beskyttet af museumsloven og tilstræbes at begrænse konflikt med naturarealer omfattet af naturbeskyttelseslovens §3.
- Det nye diges linjeføring tilstræber at begrænse antallet af hjørner for at imødekomme Kystdirektoratets anbefaling.

Digeforeningen og Niras' notat gav for de enkelte delstrækninger en detaljeret gennemgang af linjeføringen samt antallet af dræn-/grøfteudløb og overgange (Kulhuse Digeforening, 2018)

Med udgangspunkt i ovenstående og til brug for fastlæggelse af den endelige linjeføring og indpasning af diget har Orbicon i samarbejde med Digeforeningen og Frederikssund Kommune d. 8. december 2018 gennemført en besigtigelse af området, hvor diget ønskes placeret.

På baggrund heraf, samt på baggrund af referater af møder i bestyrelsen for Digeforeningen Kulhuse af 10. januar (Digeforeningen møde januar, 2019) og 21. marts 2019 (Digeforeningen møde marts, 2019) udarbejdede Frederikssund Kommune og Orbicon 1. maj 2019 et supplement til skitseprojektet (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Af et referat af et møde i bestyrelsen for Digeforeningen Kulhuse af 7. maj 2019 fremgår bl.a., at, der inden fremsendelse af supplement til skitseprojektet 1. maj 2019 manglede tilkendegivelser fra de to sidste matrikler i GF Mathiesens Enghave, samt matrikler i grænsen mellem GF Sælvig og GF Ved Stranden, samt GF Skoven af 1963 (Digeforeningen møde marts, 2019)

De fornødne tilkendegivelser indløb i mail af 27. marts 2020 (Jan Holm Mail, 2020) og 31. marts 2020 (Jan Holm mail 2, 2020), og resultatet var, at de berørte grundejere accepterede den linjeføring, som er beskrevet i supplementet til skitseprojektet (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019)

Siden marts 2020 har Frederikssund Kommune været i dialog med Digeforeningens arbejdsgruppe, som bl.a. har resulteret i et ønske om, at der skitseres en teknisk løsning for håndtering af bagvandet ved høj vandstand i fjorden, herunder vurdering af undersivning under diget, dimensionering samt vurdering af antal og størrelse af pumper. Det har været et ønske fra kommunens side, at der skete udarbejdelse af en skitse for kystbeskyttelsen, der var optimal i forhold til sikkerhed, økonomi og fremtidssikring. Den valgte løsning i denne forbindelse indeholder blandt andet etablering af en grøft bag diget med pumper udvalgte steder. På denne baggrund ønskes også fra kommunens side en revidering af anlægsbudgettet.

For at sikre kendskab til jordbundsforhold og størrelsen af eventuel understrømning under den planlagte kystbeskyttelse er, der etableret fire geotekniske boringer, hvor de foreløbige resultater er anvendt ved udarbejdelsen af skitseprojektet.

Skitseprojektet indeholder to alternative udformninger af kystbeskyttelsen med forskellig hældning på ydersiden af diget. Hældningen har betydning for den nødvendige højde af diget, der skal sikre mod oversvømmelser ved stormflodssituationer, fordi det dæmper tillægget fra bølger i højvandssituationerne. Der er redegjort nærmere for dette i flere afsnit i nærværende notat. De to alternativer har et skåningsanlæg på den havværts side på henholdsvis 1:3 og 1:6. De er på figurerne og beskrivelser præsenteret med samme placering. Det skal her understreges, at det skal vurderes mere detaljeret om den forøgede bredde af diget i alternativet med hældning 1:6 betyder, at det visse steder skal placeres yderligere landværts, for at det ikke etableres for tæt på den eksisterende kystlinje. Forskellen i bredden på de to alternativer er 4,2 meter.

Formålet med at sammenskrive det oprindelige skitseprojekt med supplement-projektet og tilføje de ændrede forhold, som anført ovenfor, er at skabe grundlag for, at Frederikssund Kommune kan fremlægge det samlede anlægsprojekt og tilhørende budget på borgermøde i vinteren 2020/2021.

Bemærk endelig, at en del af figurerne i rapporten fortsat angiver det forslåede dige trace fra 2017. Der er her ikke lavet nye figurer med tilrettet dige trace, idet det vurderes at dette ikke har betydning for de pågældende figurer, fordi der i den skala figurerne præsenteres i, ikke ville kunne skelnes selvom der skete en tilretning af figurerne. Hvor dette er relevant, fremgår det ligeledes i teksten til de pågældende figurer.

2. Projektområdet

2.1 Områdeafgrænsning

Projektområdet "Barakkerne" er beliggende i Kulhuse langs den nordligste del af Hornshered. Projektområdet strækker sig fra grundejerforeningen Mathiesens Enghave mod vest til Sælvig i øst (se Figur 1) og berører 12 grundejerforeninger, samt nogle enkeltparceller, som repræsenteres under navnet "GF Ved Stranden" (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Herunder er angivet grundejerforeningerne.

- GF Sælvig
- GF Ved Stranden (enkeltparceller)
- GF Nordstrand
- GF Skoven af 1963
- GF Strandhaven
- GF Strandengen
- GF Nordskoven
- GF Skovengen
- GF Fjordskov
- GF Bag Hegnet
- GF Strandkanten
- GF Betulavej
- GF Mathiesens Enghave

Længst mod øst indgår desuden en del af et engareal ejet af Kong Frederik den VII stiftelse (Frederikssund Kommune 2019).

Alle berørte matrikler indenfor projektområdet er privatejede eller alternativt ejet af en af de 12 grundejerforeninger. Figur 2 viser projektområdet inddelt efter grundejerforeninger.



Figur 1 Projektområdets beliggenhed (Frederikssund Kommune 2019)



Figur 2 Oversigt over grundejerforeninger og enkeltparceller, der indgår i Digeforeningen Kulhuse (Frederikssund Kommune 2019)

Projektområdet er generelt lavtliggende og blev kraftigt påvirket af vandmasserne under Bodil-stormen i 2013, hvor mere end 260 af ejendommene blev oversvømmet.

Denne hændelse med oversvømmelse har dannet baggrunden for boligejernes ønske om fælles ensartet højvandsbeskyttelse af hele det lavtliggende område i Kulhuse.

2.2 Områdebeskrivelse

Projektområdet er kendetegnet ved at være relativt lavtliggende med en middelhøjde på terrænoverfladen på omkring +1,5 m DVR90.

Der er boliger i projektområdet, som er beliggende med terrænhøjde kun 60 cm over havniveau ved soklen rundt om boligerne, mens andre boliger i projektområdet er så højt beliggende, at de netop undgik oversvømmelse i Bodil-stormen.

Projektområdet omfatter alle oversvømmelsestruede huse i området, der både består af helårsboliger og ferieboliger. Beliggenheden af husene fremgår af Figur 2. (Frederikssund Kommune, 2017).

Vandpåvirkning fra havet er ikke nyt for beboerne og langs kyststrækningen er, der visse steder etableret højvandsdiger, der dog er meget uensartede i styrke og kronekote, hvorfor de ikke indgår aktivt i det nye samlede digeprojekt. På flere strækninger vil den nye kystbeskyttelse dog blive etableret, hvor der i forvejen er de beskrevne diger. Hvor det ikke er tilfældet bevares de gamle diger ved etablering af nye forstærkede diger. I det omfang det vil kræve tilladelse efter museumslovens bestemmelser, vil der blive taget stilling til dette ved detailprojekteringen.

Den overordnede lave terrænhøjde bevirker, at projektområdet generelt dør med vand. Ved kraftigt eller længerevarende nedbør bliver de mange afløbsløse fordybninger fyldte og særligt engarealerne mellem kystlinjen og boligerne er lejlighedsvis oversvømmet med regnvand. Dertil kommer, at regnvand fra de bagvedliggende højere beliggende områder har afstrømning gennem projektområdet og videre ud i Roskilde Fjord.

Fredningsmæssigt er der lokale naturfredede strandengsarealer mange steder på de flade arealer mellem boligerne og kysten. Mod øst afgrænses projektområdet af et å-udløb, der støder op til habitatområde, Natura 2000 område N136 Roskilde Fjord og Jægerspris Nordskov.

2.3 Nuværende kystmorfologi

Kysten betegnes kystmorfologisk som tilgroningsforland og er orienteret i to overordnede retninger i hhv. østlig og vestlig retning, se Figur 3

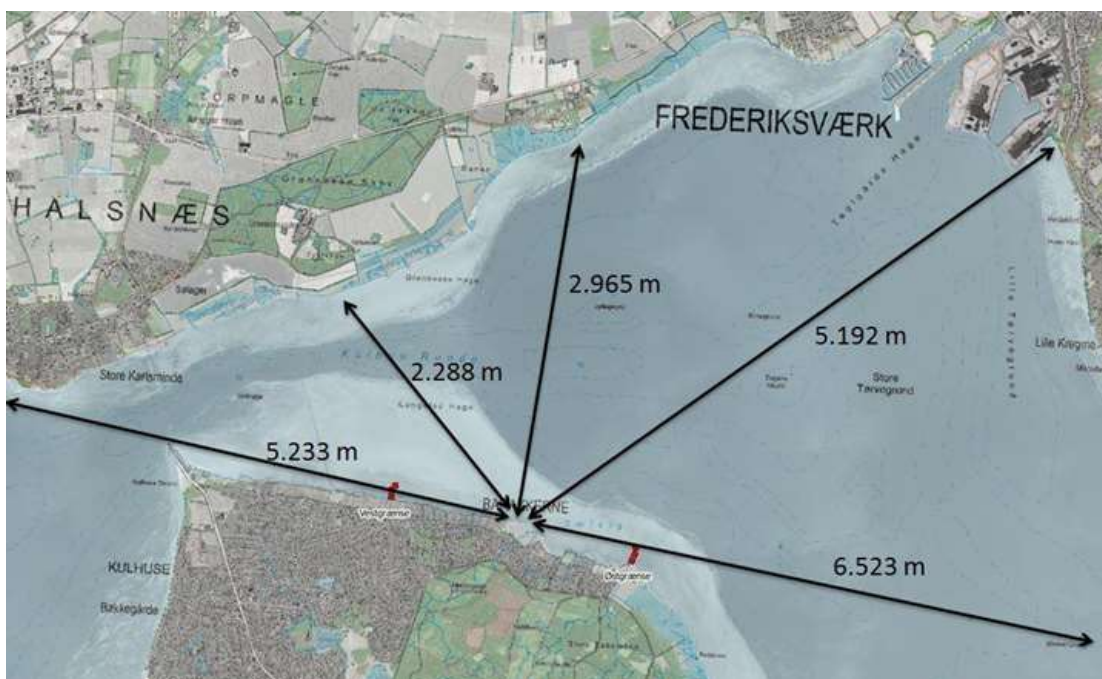


Figur 3 Overordnet kystlinjeorientering delt i vestlig (rød) og østlig (orange) hovedlindfaldsvinkel (Frederikssund Kommune 2017)

Den vestlige del af projektområdet, der er omkring 2 km lang, har en overordnet kystlinjeretning på omkring 10°N (280° mod vest til 100° mod øst) og er forholdsvis retlinet, som følge af en relativt stor bølgeeksponering dannet af de hyppige vestnordvest og nordlige vinde, se Figur 3

Den østlige del på 1,5 km har en mere nordøstlig kystlinjeorientering med overordnet kystlinjeretning på 23°N (293° i vest til 113° i øst). Den er betydeligt mere ondulerende i kystlinjemarkering på grund af det relativt lavere bølgeenerginiveau skabt af de sjældnere forekommende vinde øst og nordøst, se Figur 4.

Området er gammel hævet havbund fra Litorinahavet med de gamle kystklinter stående synlige i de højere beliggende områder over omkring +2 m DVR90, som markante terræændringer mellem de flade kystflader i projektområdet og det kuperede morænelandskab mod syd.



Figur 4 Lokalt med frit stræk i meter og dybder samt markering af projektafgrensning med rød (Frederikssund Kommune 2017).

2.4 Kronisk og akut erosion

Kystdirektoratet har udarbejdet et Kystatlas for hele Danmark, hvor de kvantificerer dels den historiske erosion for en kyststrækning (kronisk erosion) og dels den potentielle erosionsfare i storme ved akut erosion, som det fremgår af Figur 5.



Figur 5 Kronisk erosion for projektområdet, hvor grøn linje markerer kystfremrykning, sort linje markerer lille erosionsrate og gul linje markerer moderat erosion (Frederikssund Kommune 2017).

Projektnummer: 3692000036 -02/08

Dokument ID: Sammenskrevet skitseprojekt

Version: Final

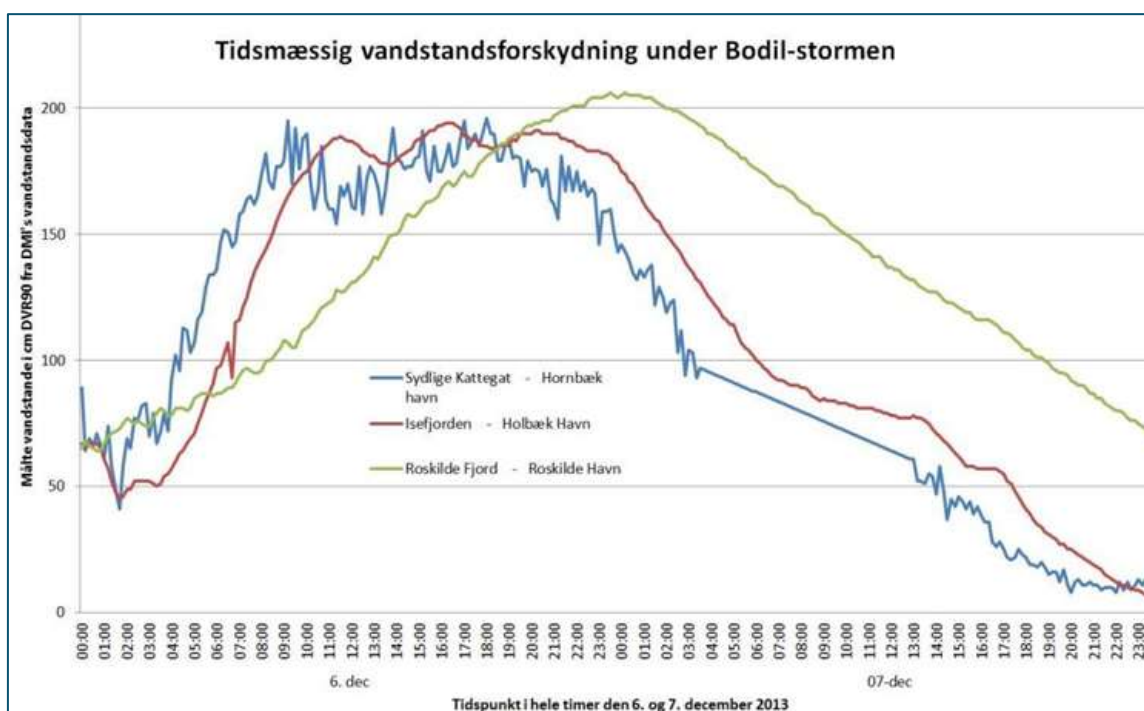
Den kroniske erosion er fremkommet ved at sammenholde kystlinjen i 1897 og i 2003. Hvor kysten er rykket tilbage, er der erosion og hvor den er rykket frem, er der kystfremrykning. Som det fremgår af Figur 6, er der generelt ikke store erosionsrater i projektområdet. Dog er den vestlige del af området karakteriseret ved den største lokale gennemsnitlige årlige kystlinjetilbagerykning på op til 0,28 m/år.



Figur 6 Kystlinjeændring mellem år 1897 (gul linje) og 2003 (rød linje) (Frederikssund Kommune 2017)

Akut erosion betegner korrelationen mellem samtidighed af høj vandstand samt høje bølger og benyttes, som udtryk for den erosive kraft, som en storm kan forvolde på en given kyststrækning. Den akutte erosion er lille i hele området, se Figur 7.

Erosionen i området er altså under stormhændelser begrænset, da der ikke kan dannes bølger, som er store nok til at forårsage stor skade på kysten selvom vandstanden kan være stor. Under Bodil-stormen, var det således også oversvømmelseshøjden og ikke bølgenes ødelæggende kraft, der gav flest skader.



Figur 8 Tidlige vandstandsmålinger under Bodil-stormen for henholdsvis Hornbæk Havn (blå linje), Holbæk Havn (Rød linje) og Roskilde Havn (Grøn linje). (Frederikssund Kommune 2017)

Mellem Isefjord og Roskilde Fjord vil vandlegemet blive kraftigt påvirket over tærsklen i Kulhuse, over tærsklen ved Dyrnæs Hage, samt alle de andre tærskler i Roskilde Fjord. Derudover påvirker de mange variationer i søbundens overflade vandlegemet, så det helt har ændret udbredelsesmønster i Roskilde Havn.

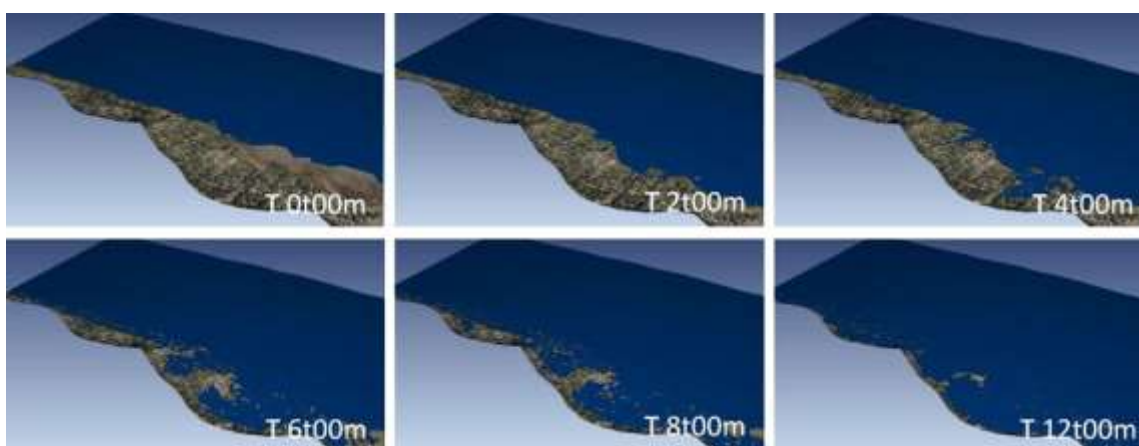
Der skal være ligevægt mellem vandtilførsel til Roskilde Fjord fra Isefjord og videre vandudbredelse gennem Roskilde Fjord via Dyrnæs Hage for, at der ikke sker vandstandsændring i Kulhuse. Hvis vand-input ved Kulhuse er betydeligt større end vand-output ved Dyrnæs Hage, vil den nordlige del af Roskilde Fjord, herunder Kulhuse og Frederiksværk opleve lokale havoversvømmelser. Hvis output ved Dyrnæs Hage er større (f. eks vindpres) end input ved Kulhuse, vil det opleves som lokalt lavvande ved projektområdet. Hvis der er ligevægt mellem input og output, sker der ikke ændringer i vandstanden ved Kulhuse.

På Figur 8 ses det tydeligt, at vandstanden under Bodil-stormen i bunden af Isefjord (Holbæk) fulgte vandstandsudviklingen i Kattegat (Hornbæk), dog med en tidlig forsinkelse på omkring 2 timer, da vandlegemet først ramte sydlige Kattegat og derefter Isefjord.

Efter stormen var den tidlige forsinkelse mellem sydlige Kattegat (Hornbæk) og Isefjord (Holbæk) forøget til næsten 3 timer. Det skyldes at vandet blev forsinket på grund af lokale stuvninger og bundforhold i Isefjord.

Vandstandsudviklingen i Roskilde Havn er væsentlig forskellig fra sydlige Kattegat og Isefjord, se Figur 8. Vandstandsstigningen foregik her langsommere, den lokale maksimalvandstand var højere på grund af lokal stuvning og vandstanden aftog tilsvarende meget mere langsomt. Eneste forskel er den lokale topografi og bathymetri i Roskilde Fjord, som vandlegemet skulle gennemløbe på sin vej fra Hundested til Roskilde og tilbage ud i Kattegat samt vindens påvirkning af vandlegemet i både vindstyrke og retning i forhold til den lokale terrænoverflade.

I Bodil-stormen blev store dele af projektområdet oversvømmet med en vandstandsudbredelse svarende til den tidsafhængige modellering af området, som vist på Figur 9. Vandstandsudviklingen er modelleret som tidlig dynamisk udvikling med målinger mellem Isefjord og Roskilde Fjord.



Figur 9 Tidlig modellering af havoversvømmelse under Bodil-stormen med timer/min efter start på oversvømmelse (Frederikssund Kommune 2017).

I dag består kystbeskyttelsen af en række diger, ofte med enkelt stensætning på havværts side, der er uensartet i sikringshøjde, konstruktion, vedligeholdelsesniveau og virkning. Der er områder fra et diges afslutning til næste diges start, hvor vandlegemet i havoversvømmelsen uhindret kan komme ind i det lavtliggende bagland.

Ved å-udløb og udløb fra drænen er, der mange steder etableret højvandslukkere for at forhindre vandindtrængen i tilfælde af stormflod. Disse højvandslukkere er uensartede i konstruktion, funktion og virkningsgrad.

Som det fremgår af Bodil-modelleringen, se Figur 9, udgjorde å-udløb og lavest beliggende områder de hydrauliske adgangsveje for vandindtrængen og mange steder løb vandet bag diverse eksisterende højvandsbeskyttelser, bl.a. fordi de ikke udgjorde et sammenhængende værn mod havet (Frederikssund Kommune, 2017).

2.6 Jord- og grundvandsforhold

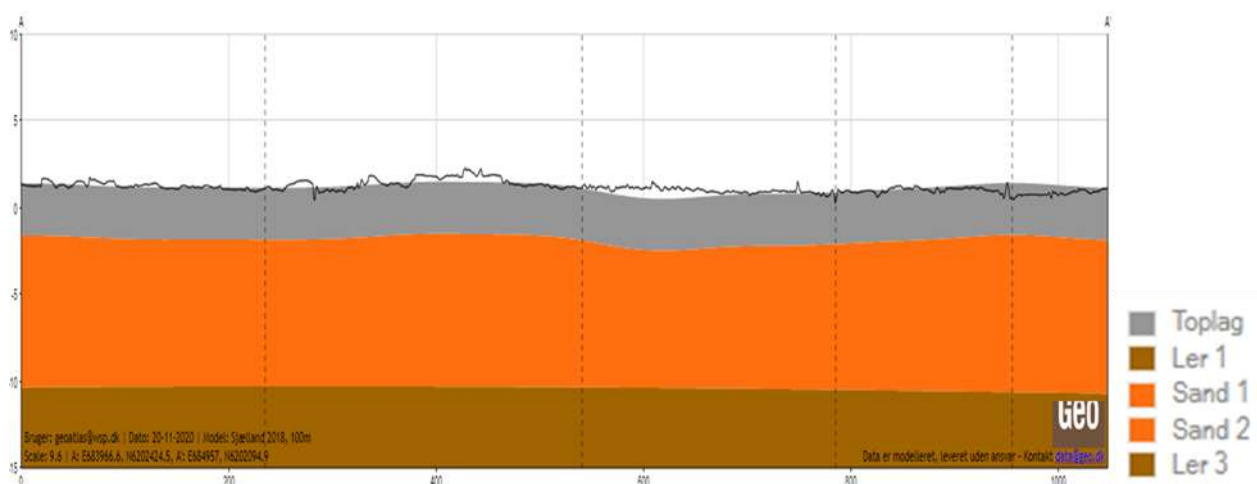
Projektområdet ligger på gammelt marint forland bestående primært af saltvandsgrus og –sand med indslag af postglaciale aflejringer i form af smeltevandssand og moræneler, se Figur 10.



Figur 10 Udsnit af GEUS jordartskort for den øverste meter under projektområdet. For jordtypemarkeringer henvises til GEUS standardlegende for Jordartskort (Frederikssund Kommune 2017).

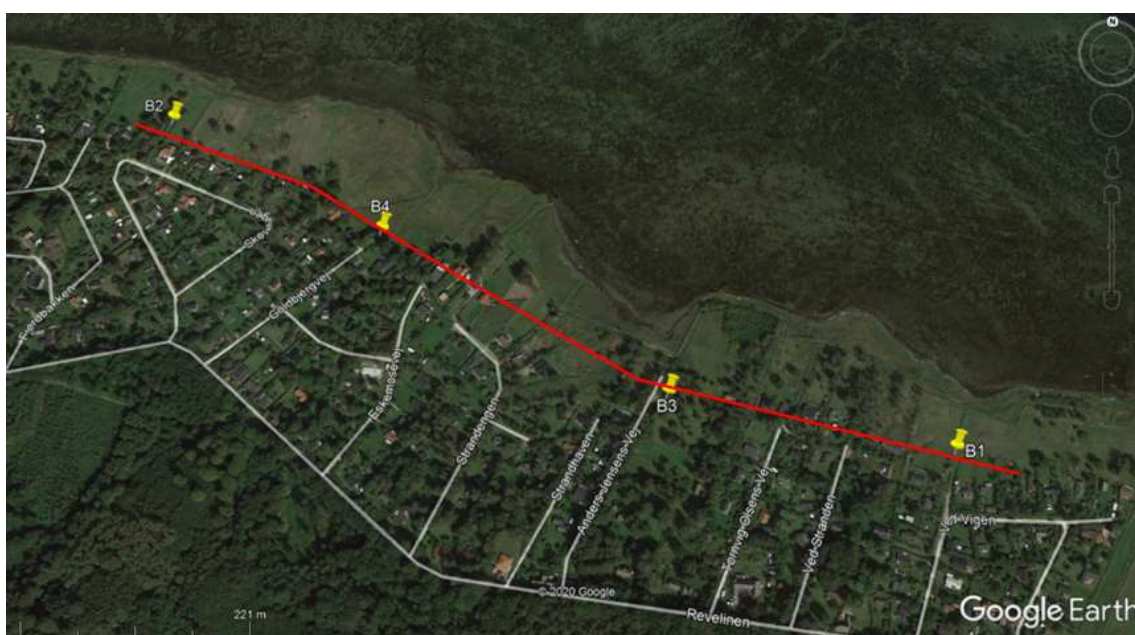
En geologisk model opstillet for Frederikssund Kommune viser et tykt morænelerlag under de marine aflejringer, og herefter Danienkalk med en overflade ca. 25 meter under terræn (Frederikssund Kommune, 2017).

På Figur 11 ses et geologisk snit fra Sjællandsmodellen (Sjælland 2018) langs den røde profil linje på Figur 12. Modellen viser et toplag (grå), et sandlag (orange) og et lerlag (brun). Modellen indeholder yderligere 2 terrænnære ler- og sandlag, men disse findes iflg. modellen ikke i projektområdet. Det skal bemærkes at der kun findes meget få tidligere borer til at beskrive geologien i projektområdet, hvilket bl.a. er baggrunden for, at der er udført 4 geotekniske borer til beskrivelse af de lokale geologiske forhold, idet variationer i de øvre sand- og lerlag vil have stor betydning for strømningsforholdene i de terrænnære lag. Der er dog indgået data fra et mindre antal private borer fra grundejerne, der er gennemført i forbindelse med anlægsarbejde på de pågældende ejendomme.



Figur 11 Geo Atlas model for Sjælland 2018.

De fire borer, der er udført i forbindelse med nærværende projekt, er fordelt mellem Ved Vigen og Skovengen, se Figur 11. Boring B1, B2 og B3 er boret ned i 4 meters dybde og B4 er boret til 10 meters dybde.

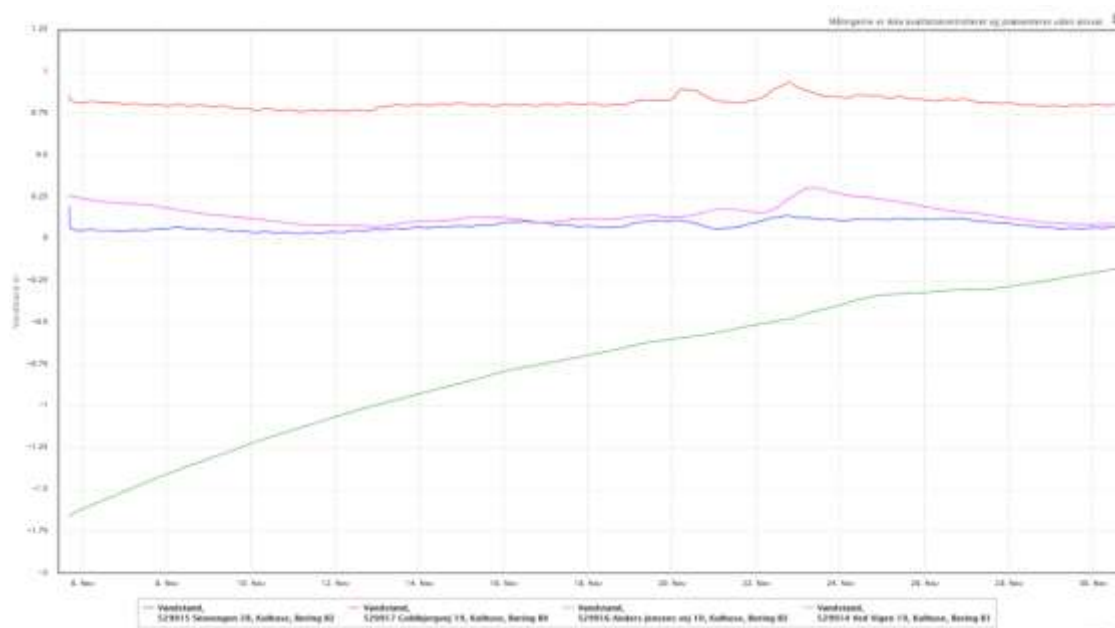


Figur 12 Viser profilet, der er vist på Figur 11. De gule "nålehoveder" viser placeringen af de fire geotekniske borer, der er udført som en del af undersøgelsen.

De fire borer har alle et sandet lag i toppen i form af muld, tørv, sand eller en blanding. I B1, B2 og B4 ligger der flere meter ler under det sandede lag i toppen. B1 og B2 afsluttes i ler i 4 meters dybde, hvor der i B4 findes ler ned til 6 meter under terræn. Under det metertykke lerlag i B4 ses 3,5 meter sand og denne boring afsluttes i 0,5 meter silt. I B3 findes der et meter tykt lag af gytje hvor der i de andre borer findes ler.

Alle borerne er filtersat med to meter filter fra 1,5 eller 2 meter under terræn, svarende til det øverste frie grundvandsspejl. Figur 14 viser profiler med borerne geologi. Alle borer er udstyret med en on-line datalogger til automatisk registrering af vandspejlet i borerne.

De foreløbige målinger for november er vist i Figur 13.

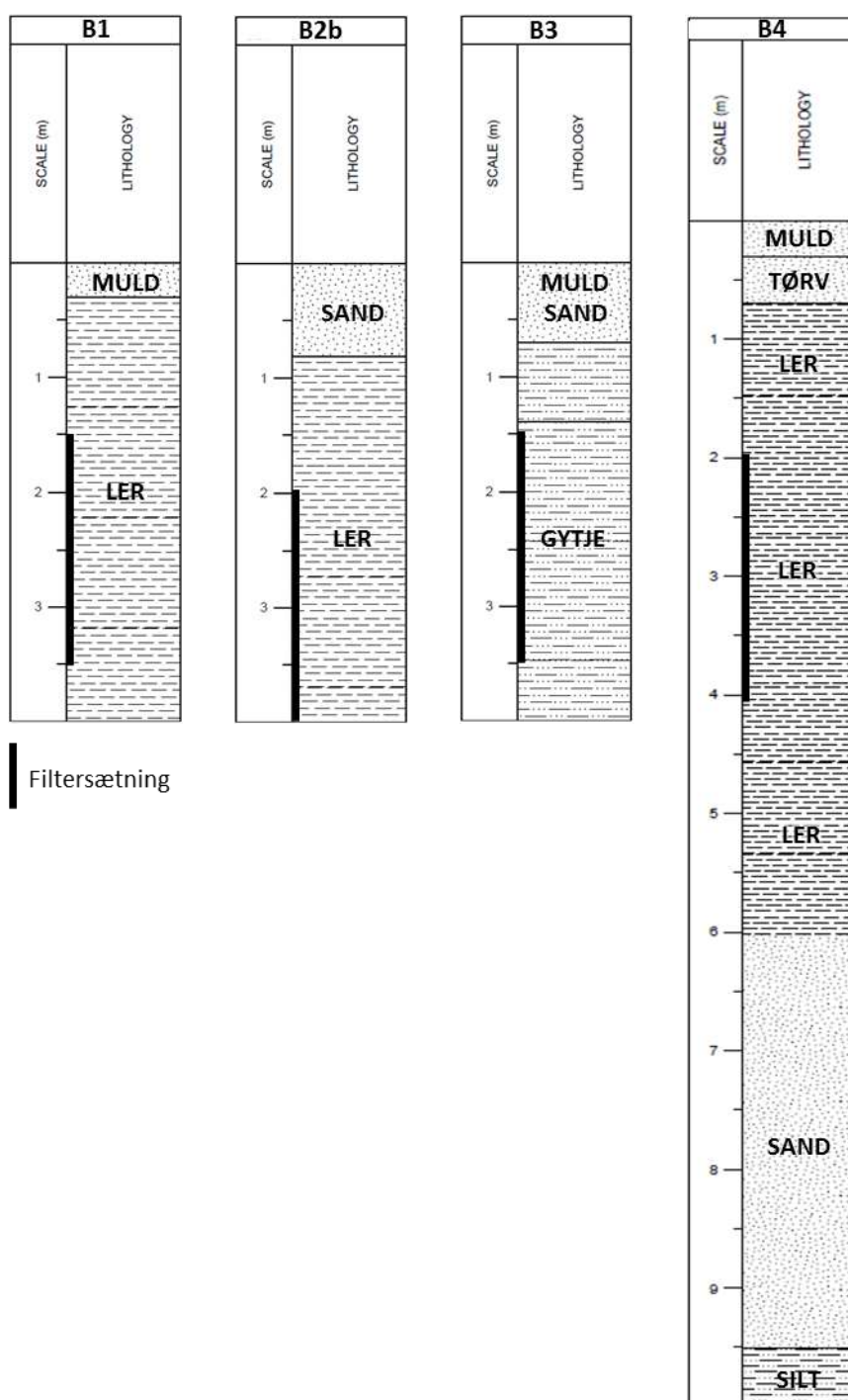


Figur 13 Grundvandsspejlinger i B1-B4. B1 angives med lyserød, B2 med blå, B3 med grøn og B4 med rød.

Målingerne viser, at grundvandsspejlet i de 3 borer med ler i filterintervallet ligger på nogenlunde samme niveau omkring kote 0-0,25 m. mens grundvandsspejlet i boring B3 med gytje i filterstrækningen har et andet forløb, der formentligt er udtryk for at grundvandsspejlet her ikke har stabiliseret sig endnu, som følge af en meget lav vandgennemstrømning i gytjen.

Det antages at grundvandsspejlet primært er påvirket af nedbørshændelser samt ændringer i havvandsspejl og tidevand, idet gradienten antages at være så lav, at der ikke er tale om en egentlig strømning det det terrænnære grundvand.

De nævnte private gennemførte borer har givet noget varierende informationer, men har overordnet givet et tilsvarende billede for jordbundsforholdene i området. De har herved konfirmeret de informationer, der er indhentet ved de etablerede borer i relation til projektet, men har også illustreret de variationer, der er i jordbundsforholdene langs kystområdet ved grundejerforeningerne.

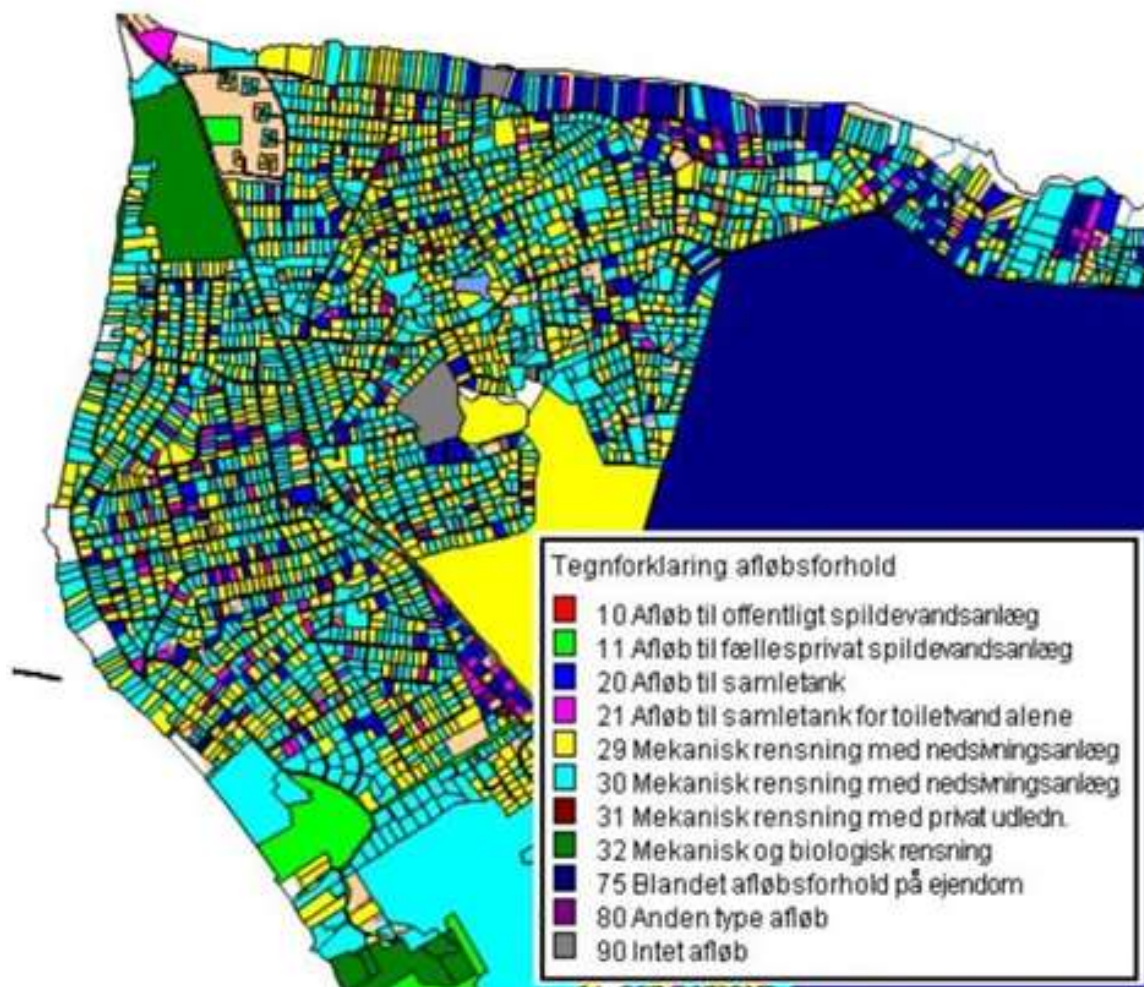


Figur 14 Profiler fra de fire geotekniske boringer.

2.7 Afstrømningsforhold

Projektområdet ligger indenfor Kulhuse-området, som ifølge den gældende spildevandsplan har godkendte individuelle løsninger på spildevandsafledningen, karakteristisk hustanke med nedsivningsanlæg, se Figur 15.

Regnvand håndteres lokalt ved nedsivning eller afledning via vandløb og grøfter til Roskilde Fjord (Frederikssund Kommune, 2017).



Figur 15 Afløbsforhold i Kulhuse. Kilde: Frederikssund Spildevandsplan 2013-2021 (Frederikssund Kommune, 2017)

Grundvandsmodellen, opstillet for Frederikssund Kommune, viser et terrænnært grundvandsspejl i projektområdet. Strømningsretningen er nordøstlig mod Roskilde fjord. Grundvand afledes via grøfter/dræn og vandløb til fjorden (Frederikssund Kommune, 2017).

Ved kraftige regn hændelser og under skybrud overskrides kapaciteten af normale afvandingskanaler, og vand strømmer på terræn i større og mindre strømningsveje. Mængden af vand i en strømningsvej afhænger af den pågældende regn hændelse samt hvor stort et opland, der afvander til strømningsvejen.

Det største delopland i projektområdet afvander fra Jægerspris Nordskov til den centrale del af projektområdet. Oplandets størrelse (> 100 ha) betyder, at projektområdet ved kraftig regn og skybrud skal håndtere ikke bare lokalt vand, men store mængder tilstrømmende overfladevand fra baglandet.

Ved en skybrudshændelse, her defineret som 100 mm nedbør over 4 timer, svarende til en 100-års hændelse i 2110 med en klima- og usikkerhedsfaktor på 1,5, opstår bluespots- og strømningsveje i og omkring projektområdet som vist på Figur 16. Bluespots er arealer, hvor vand samles på terræn og stuver til en vis højde, før videre afstrømning. Områder med bluespots og/eller strømningsveje er særligt udsatte ved kraftig regn og skybrud.



Figur 16 Strømningsveje og bluespots ved en 100 års regn (Frederikssund Kommune 2017).

Da jordbunden i området potentielt er sandet, vil en del nedbør under skybrud kunne nedsive, og ikke afstrømme på overfladen. Andelen af nedbør der kan nedsive, afhænger udover jordart bl.a. af hvor vandmættet jorden er (har det f.eks. regnet op til skybruddet), hvor højt grundvandet står og hvilken intensitet nedbøren falder med. Disse faktorer kan betyde, at nedsivningskapaciteten under skybrud bliver meget begrænset, og det vurderes sandsynligt, at strømningsveje og bluespots i dag opstår som vist på Figur 16.

Som udgangspunkt sker afstrømning af nedbørsvand fra projektområdet til Roskilde Fjord i dag uhindret. Alt efter vandstanden i havet kan afstrømningsgraden variere, mindskes eller standses helt. Projektområdet er således under de nuværende forhold, potentielt vandlidende en stor del af

året – det er også truet af oversvømmelse ved længerevarende- og/eller kraftig regn samt skybrud.

2.7.1 Eksisterende afvanding i grøfter og dræn

Langs den aktuelle fjordstrækning forekommer, der på nuværende tidspunkt en række udløb fra grøfter, rør og dræn. I forbindelse med etablering af diget skal disse grøfter og rør sikre afvanding ved hverdagsregn med også høj vandstand i fjordområdet og overskylning af det etablerede dige. Udløbene skal også sikres mod tilbagestuvning ifm. høj vandstand i fjorden ved etablering af kontraktklapper, som sikrer at havvand ikke trænger ind når vandspejlsgradienten er fra hav mod land under højvande.

På Figur 17 er angivet, hvor vandløbene og kendte rør/dræn udløb krydser det fremtidige dige, og der skal sikres passage for bagvandet. Der er kortlagt 17 udløb langs digestrækningen. Oplysningerne vedrørende udløb er hentet dels fra tilgængelige kortdata fra Frederikssund Kommune dels fra grundejerforeningerne samt ved besigtigelsen den 8. december 2018. Opgørelsen garanteres ikke at være fuldstændig.

Det skal indgå i udbudsmaterialet, at udløb, der ikke er registreret men som træffes i forbindelse med anlægsarbejdet, opretholdes og sikres svarende til de øvrige. Der skelnes som udgangspunkt ikke mellem private og fælles udløb.



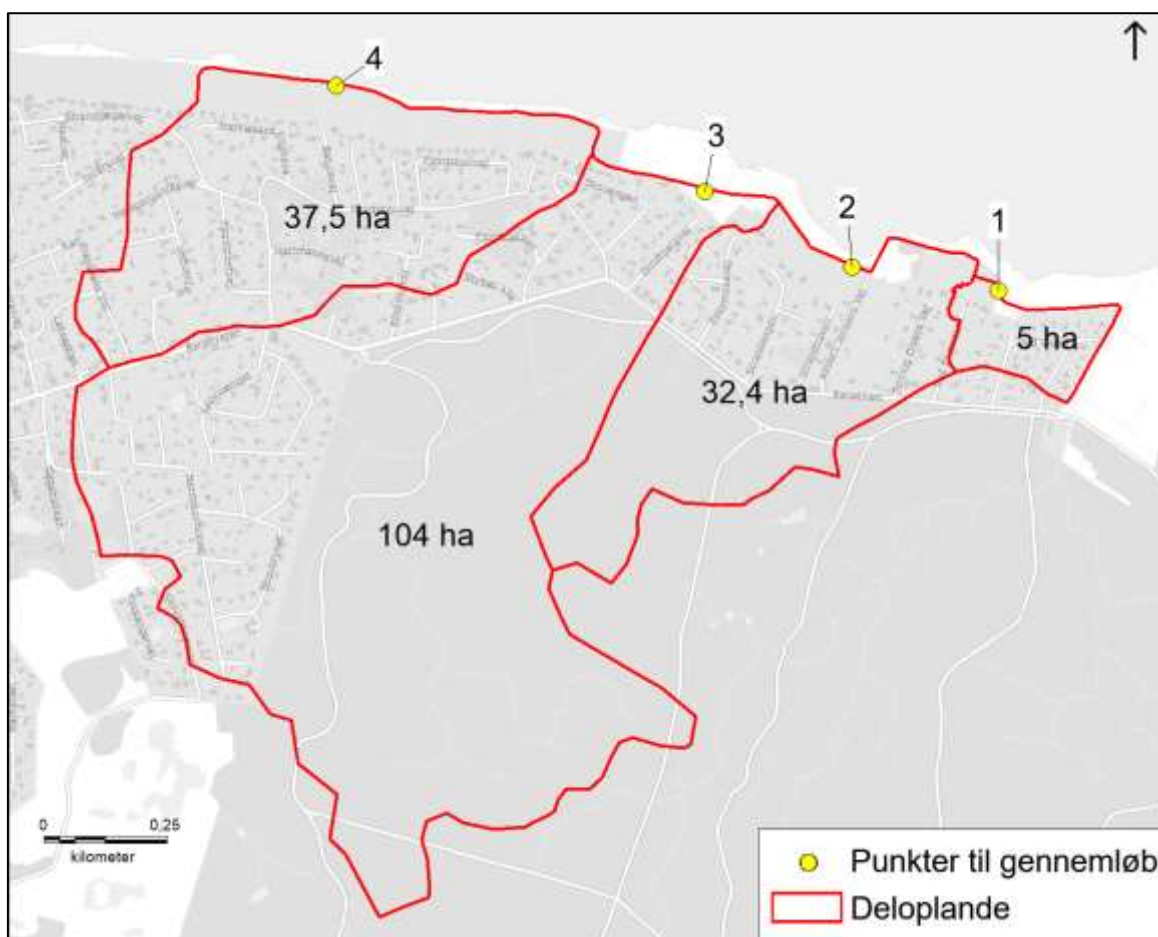
Figur 17 Oversigt over kortlagte udløb for dræn, grøfter, vandløb mv. Udløb er markeret med rød streg. Udløbene fremgår ligeledes af oversigtskortet bilag 1a-1n

2.7.2 Oplandsstørrelse

For hvert af de tre udløbspunkter er oplandsstørrelsen fastlagt på baggrund af en analyse af WSP's (tidligere Orbicon) vandskelsdatabase, højdemodellen fra 2019 samt strømningsvejene. 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 tre udløbspunkter ved projektområdet er samlet 178,9 ha. Fordelt med 37,5 ha i deloplandet mod vest (opland 4), 104 ha i opland 3, 32,4 ha i opland 2 og 5 ha i opland 1 mod øst.

På Figur 18 er vist udbredelsen af de fire oplande samt angivet størrelsen for hver af dem.



Figur 18 Topografisk opland (ha) til hvert gennemløbspunkt ved Kulluse øst. Oplandsafgrænsningen er baseret på forslag til terrænanalyser og placering af gennemløbspunkter, det planlagte dige og grøftning på landsiden af diget.

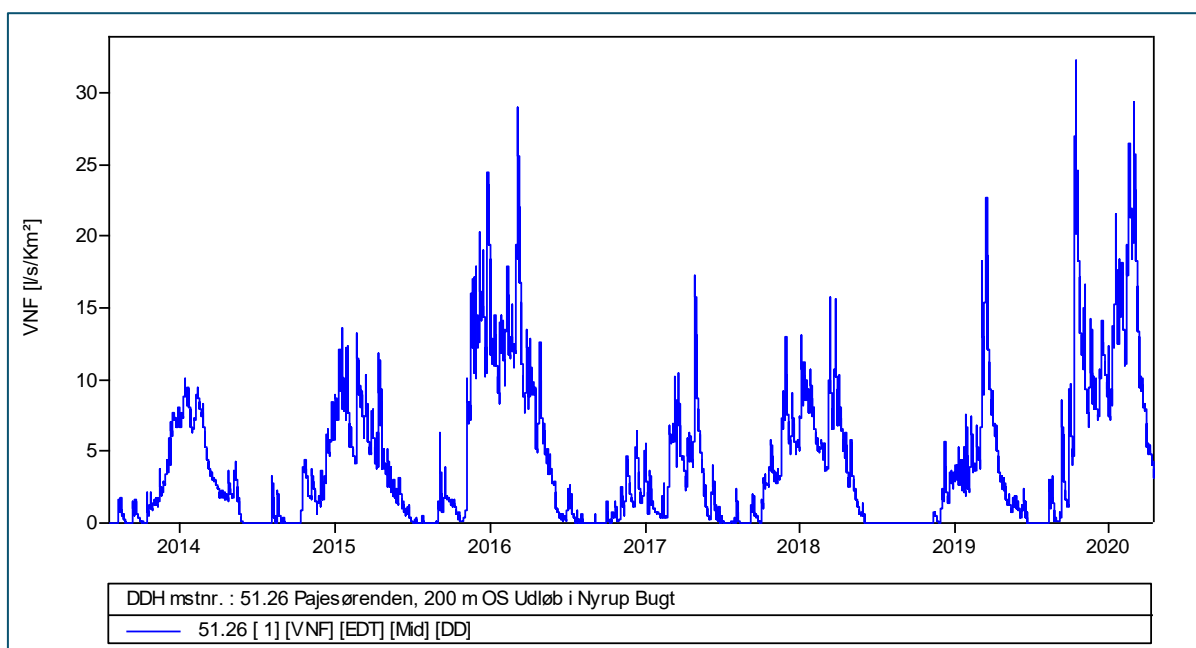
2.7.3 Afstrømning

Der findes ikke data for afstrømningen i vandløbene ved Kulluse. Men på det østlige Odsherred findes en målestation 51.26 i Pajesørenden med nogenlunde samme fysiske oplandskarakteristika og samme arealanvendelse (sommerhusområde), placeringen af målestation 51.26 Pajesørenden er vist i Figur 19.



Figur 19 Placering af målestation 51.26 Pajesørenden (grøn cirkel). Stationen har et opland på 540 ha

I Figur 20 nedenfor er den arealspecifikke afstrømning ($l/sek/km^2$) afbilledet for hele stationens driftsperiode fra 2013. Det er døgnmiddelfafstrømning der er vist i figuren og som det ses forekommer de årlige maksimale afstrømninger typisk i vinter og forårs månederne, hvilket også må formodes at være tilfældet for det aktuelle opland ved Kulhuse.



Figur 20 Afstrømningsdata ($l/sek/km^2$) for målestation 51.26 Pajesørenden.

Middelvandføringen ved Målestation 51.26 Pajesørenden er 21 l/sek svarende til en specifik afstrømning på 0,04 $l/sek/ha$. Den højeste registrerede vandføring ved Målestation 51.26 Pajesørenden er 0,174 m^3/sek svarende til en specifik afstrømning på 0,32 $l/sek/ha$.

Det kan formodes, at responsen på regnhændelser i vandløb ved Kulhuse og Pajesørenden er nogenlunde ens, idet vandløbene i begge er beliggende i sommerhusområder med nogenlunde samme jordbund og terrænhældning.

En afstrømning der forekommer én gang hver 10. år kan beregnes til 192 l/s (0,36 l/s/ha). En afstrømning der forekommer én gang hvert 100 år er typisk omkring 50% større end en afstrømning der forekommer hvert 10. år. Ønsker man at beskytte sig mod en 100 års hændelsen fra bagvandet foreslås at benytte en afstrømning på 2 gange i gennemsnit hvert 10. år svarende til 0,72 l/s/ha.

Til at dimensionere pumpeydeler med, anbefales det at sikreområderne til en 10 års gentagelseshyppighed da det anses for meget lidt sandsynligt, at en meget stor afstrømningshændelse vil indtræffe samtidig med en vandstand i fjorden der er så høj, at baglandet ikke kan afvandes ved gravitation.

Bagvandsmængden i Kulhuse er beregnet på baggrund af de topografiske oplande og en afstrømning på henholdsvis 0,72 l/sek/ha og 0,36 l/sek/ha, for 100 års og 10 års gentagelsesperioden. Resultatet fremgår af Tabel 1.

Tabel 1. Beregning af bagvandsmængden i Kulhuse.

Område	Opland	100 års - gentagelsesperiode		10 års - gentagelsesperiode	
		Afstrømning	Vandmængde	Afstrømning	Vandmængde
Enheder	[ha]	[l/sek/ha]	[l/sek]	[l/sek/ha]	[l/sek]
1 (Østlige)	32.4	0.72	23.3	0.36	11.7
2	5	0.72	3.6	0.36	1.8
3	104.1	0.72	75.0	0.36	37.5
4 (Vestlige)	37.5	0.72	27.0	0.36	13.5

I afsnit 5.6 er der givet en mere detaljeret analyse omkring håndtering af bagvandet.

2.7.4 Understrømning

Der er udført en overordnet geologisk beskrivelse af jordbundsforholdene på området, baseret på de 4 udførte borer, samt den igangsatte grundvandsovervågning til vurdering af det terrænnære grundvandsspejls beliggenhed. Der er ligeledes i forbindelse med anlægsarbejde på en række af de private matrikler gennemført borer, hvor informationerne omkring jordbundsforholdene her har været anvendt ved den nævnte geologiske beskrivelse. Denne beskrivelse samt grundvandsovervågningen danner baggrund for en vurdering af, hvilke forhold der påvirker grundvandsspejlet samt en vurdering af om og i hvilket omfang der foregår understrømning af vand under digerne.

Digerne er beliggende på et marint forland, karakteriseret af marine sand- og grusforekomster. Det terrænnære grundvand er i de 4 borerer beliggende i lerede aflejringer eller gytje. Der er således ikke tale om et egentligt sandet sekundært grundvandsmagasin med en forventet veldefineret strømning, men mere lokalt hængende vandspejl. De foreløbige resultater fra grundvandsovervågningen indikerer en vis påvirkning fra nedbør og formentligt en mindre påvirkning fra havspejl med en svag indikation på tidevandspåvirkning.

Der findes ikke andre borerer i nærheden der kan give et billede af geologi og grundvandsforhold, udover de nævnte borerer på private matrikler, men en analyse af terrænforholdene viser at der stort set ingen terrænhældning er fra ca. 250-300 meter fra kystlinjen. Dette betyder, at der vil være ingen eller meget lille egentlig grundvandsstrømning i det terrænnære grundvand, dels fordi den forventede hydrauliske ledningsevne i de lerede aflejringer vil være meget lille og dels fordi der stort set ikke er nogen gradient på grundvandsspejlet op til 300 meter fra kystlinjen. Der vil lokalt kunne ske en opbygning af det hængende grundvandsspejl som følge af nedbør samt variationer i havspejlsniveau, herunder tidevand, der vil kunne give en bevægelse i grundvandet både indadgående og udadgående i det kystnære område omkring diget. En opbygning af et nyt dige på terræn forventes ikke at have indflydelse på dette mønster.

Det vurderes på denne baggrund, at der ikke forekommer en egentlig betydende understrømning under diget. Ved den senere detailprojektering vil det være relevant og hensigtsmæssigt at spørge grundejerforeningerne, herunder de enkelte grundejere, om de har erfaringer omkring "mulig understrømning" på specifikke steder langs traceet, hvor det er hensigten at etablere diget. Denne viden vil indgå ved den endelige detaljering af kystbeskyttelsen. Dette er allerede sket tidligere ved et borgermøde, hvor oplysningerne er anvendt ved beskrivelsen her. Der vil dog kunne være borgere der har supplerende oplysninger, der vil kunne indgå ved detailplanlægningen.

3. Planmæssige forhold

3.1 Naturbeskyttelse

3.1.1 Generelt

Langs kysten i projektområdet findes arealer udpeget som naturtypen strandeng, der er generelt beskyttet i henhold til Naturbeskyttelseslovens § 3, se Figur 21. På figuren er vist strandengsarealerne, dige placeringen og det nærliggende Habitatområde. På Figur 22 er vist diget sammenholdt med beskyttede sten og jorddiger og fredskovsarealer. Det er alene strandengsarealer, der berøres direkte for de beskyttede naturtyper, øst for den planlagte kystbeskyttelse er der engarealer, der ligeledes er beskyttet af bestemmelserne i Naturbeskyttelsesloven, men ikke inddrages ved projektets gennemførelse.

Der gælder dog særlige regler for strandenge beliggende i sommerhusområde. For strandenge der 1. juli 1992 var beliggende i byzone eller sommerhusområde gælder beskyttelsen kun mod landbrugsformål. Er udpegningen sket senere er naturtypen derimod fuldt beskyttet. De pågældende strandengsarealer var omfattet af beskyttelsesordningen på det angivne tidspunkt og projektet kræver derfor ikke dispensation eller tilladelse efter denne bestemmelse.

Endelig er der på Figur 23 vist digets placering ift. det udpegede fuglebeskyttelsesområde.

Den overvejende del af arealet langs kysten fremstår som naturlig strandeng, beskyttet i medfør af Naturbeskyttelseslovens §3, jfr. Figur 24, dog er der partier af arealerne, der i dag plejes og fremstår med græsbevoksning, der tydeligvis slås med jævne mellemrum, jfr. Figur 25. Flere arealer drives med høslæt (Frederikssund Kommune, 2017).



Figur 21 Beskyttede arealer. Figuren viser fodaftryk af diget sammenholdt med det udpegede Natura 2000 Habitatområde og beskyttede naturtyper i medfør af Naturbeskyttelsesloven (eng, strandeng og mose). (Fra (Miljøportalen, 2020)).



Figur 22 Figuren viser fodaftryk af diget sammenholdt med det udpegede fredskovarealer og beskyttede sten og jorddiger. (Miljøportalen, 2020).



Figur 23 På figuren er vist diget og det nærliggende udpegede fuglebeskyttelsesområde. (Miljøportalen, 2020)

Der er yderligere langs kystlinjen en række beskyttede sten- og jorddiger samt andre former for allerede etableret højvandsbeskyttelse. Der er ligeledes et beskyttet dige langs med vejen Revelinen tæt ved den landværts østlige del af det påtænkte dige. De beskyttede diger ved kysten er i den nuværende situation ikke sammenhængende. De beskyttede stendiger er ved kysten generelt lokaliseret i eller langs kanten af § 3 strandengsområderne og fremstår typisk som diger opbygget af kampesten. Det nuværende projektforslag med et ensartet nyt sammenhængende dige er tilpasset så eksisterende stendiger kun berøres mindst muligt af projektet.

Stendiger er udover at være beskyttet efter Museumslovens bestemmelser også velegnede levesteder for en række plante og dyrearter, herunder bl.a. bilag IV-arten markfirben, som kendes fra nærområdet (Frederikssund Kommune, 2017).

Jægerspris Nordskov er et stort fredskovs-område, der afgrænses mod nord af vejen Revelinen syd for Kulhuse (se Figur 21 og Figur 2). Den sydlige del af digeprojektet er placeret lige nord for Revelinen på en kort strækning i kanten af fredskoven, og kan evt. medføre fældning af enkelte, større træer (vil vedrøre under 10 træer). Det kan desuden være nødvendigt at fælde enkelte andre træer og lidt krat bevoksning langs resten af det foreslåede dige ved den østligste udstrækning af dette.

Rydning af skov beskyttet som fredskov kræver dispensation, der vil blive givet i forbindelse med tilladelsen efter Kystbeskyttelsesloven. Normalt vil en sådan tilladelse medføre krav om etablering af erstatningsskov, sædvanligvis i et arealmæssigt forhold på 1:2. Der har været dialog med lodsejeren Frederik d. VII stiftelse omkring dette forhold.



Figur 24 Kyststrækning med naturlig strandeng. (Frederikssund Kommune, 2017).



Figur 25 Mindre dele af kystarealet plejes som græsplæne. (Frederikssund Kommune, 2017).

3.1.2 Natura 2000

Projektområdet, hvor kystbeskyttelsen etableres, ligger umiddelbart vest for det udpegede Natura 2000-område nr. 136 (Roskilde Fjord og Jægerspris Nordskov) (se Figur 21 og Figur 26).

Natura 2000-område N136 omfatter Habitatområde H120 (Roskilde Fjord) og Fuglebeskyttelsesområde F105 (Roskilde Fjord). En lille del af Natura 2000-området ligger i Jægerspris Nordskov udpeget som Habitatområde H199 (Kongens Lyng) ca. 1,7 km fra projektområdet. Herudover er der udpeget et Fuglebeskyttelsesområde F107 (Jægerspris Nordskov) syd for Kulhuse by. De udpegede Natura 2000 områder er vist oversigtligt på Figur 26).

Projektet påvirker ikke den marine del af Natura 2000-området, som derfor ikke omtales nærmere.



Figur 26 Den nordlige grænse af Natura 2000-område N136, med angivelse af placering af habitatområderne H120 og H199 og fuglebeskyttelsesområderne F105 og F107. (Frederikssund Kommune, 2017) og (Miljøportalen, 2020).

Natura 2000-område N136 er specielt udpeget for at beskytte de store, sammenhængende strandensarealer, kystskrænter, rigkær og marine naturtyper samt de tilknyttede arter, herunder billen eremit og mange yngle- og trækfugle.

Natura 2000-området omfatter på land en række naturtyper, som i kraft af deres størrelse eller rige flora er af regional eller national betydning. Dette gælder i høj grad de store sammenhængende strandensarealer langs fjorden, kalkrige søer og 9 vandhuller med kransålalger, rigkær med f.eks. de truede (rødlistede) planter langakset trådspore og mygblomst, særligt prioriterede kalkoverdrev med vigtige orkidébestande samt fattigkæret med hængesæk i Kongens Lyng i Nord-skoven (Habitatområde H199) (Frederikssund Kommune, 2017).

I dele af området findes bestande af grøn mosaikguldsmed, spidssnudet frø, markfirben og arter af flagermus. Disse arter indgår ikke i udpegningsgrundlag for Natura 2000-områder, men er generelt beskyttede efter Habitatdirektivets bilag IV. (Frederikssund Kommune, 2017).

Roskilde Fjord (Fuglebeskyttelsesområde F105) er med den lavvandede fjord og dens små øer og holme et af Danmarks vigtigste yngleområder for vandfugle. På holmene i fjorden yngler hvert år 10-20.000 par fugle fordelt på 25-30 arter. Af ynglende fugle fra området's udpegningsgrundlag kan nævnes klyde, fjordterne og dværgterne (Frederikssund Kommune, 2017).

I Jægerspris Nordskov (Fuglebeskyttelsesområde F107) yngler fuglearterne hvepsevåge, sortspætte og rødrygget tornskade, som alle er på udpegningsgrundlaget for området. Ud over udpegningsarterne huser skoven tillige en række sjældne, ynglende fuglearter (Frederikssund Kommune, 2017).

Den østligste ende af diget vil følge kanten af Natura 2000-område N136 langs grøften, der afgrænser området fra kysten og ind i land. Ligeledes vil digets sydlige del løbe langs vejen Revelinen, der udgør den nordlige grænse for Fuglebeskyttelsesområde F107 (Jægerspris Nordskov). Diget er lagt, så Natura 2000-området, Habitatområde H120 og Fuglebeskyttelsesområdet ikke berøres arealmæssigt af projektet, jf. Figur 27.



Figur 27 Natura 2000-området, Habitatområde H120 (rød skravering) og det planlagte diges forløb (grøn skravering). Der vil ikke være forskel på forløbet af diget ved de to alternativer indeholdt i notatet her, som beskrevet i afsnittet omkring vurdering. (Frederikssund Kommune, 2017).

Habitatområde H120 og Fuglebeskyttelsesområde F105 har samme udbredelse.

Udpegningsgrundlaget for Habitatområde 120 og 199 og Fuglebeskyttelsesområde F105 og F107 er vist i Tabel 2. (Frederikssund Kommune, 2017).

Tabel 2 Naturtyper og arter på udpegningsgrundlag for Natura 2000-område nr. 136, som inkluderer Habitatområde H120 og H199 og Fuglebeskyttelsesområde F105 og F107 (Frederikssund Kommune, 2017).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 120			
Naturtyper:	Sandbanke (1110)	Vadeflade (1140)	
	Lagune* (1150)	Bugt (1160)	
	Strandvold med enårige planter (1210)	Strandvold med flerårige planter (1220)	
	Kystklint/klippe (1230)	Enårig strandengsvegetation (1310)	
	Strandeng (1330)	Søbred med småurter (3130)	NY
	Kransnålalge-sø (3140)	Næringsrig sø (3150)	
	Brunvandet sø (3160)	Vandløb (3260)	
	Tørt kalksandsoverdrev* (6120)	Kalkoverdrev* (6210)	
	Surt overdrev* (6230)	Tidvis våd eng (6410)	
	Urtebræmme (6430)	Hængesæk (7140)	
	Kildevæld* (7220)	Riggær (7230)	
	Bøg på mor (9110)	Bøg på muld (9130)	
	Ege-blandskov (9160)	Skovbevokset tørvemose* (91Do)	
	Elle- og askeskov* (91Eo)		
Arter:	Skæv vindelsnegl (1014)	Sumpvindelsnegl (1016)	NY
	Eremit* (1084)	Stor vandsalamander (1166)	
	Blank seglmos (1393)	Mygblomst (1903)	
Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 199			
Naturtyper:	Brunvandet sø (3160)	Hængesæk (7140)	
	Skovbevokset tørvemose* (91Do)		

Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 105			
Fugle:	Knopsvane (T)	Sangsvane (T)	
	Grågås (T)	Skeand (T)	NY
	Troldand (T)	Hvinand (T)	
	Stor Skallesluger (T)	Havørn (TY)	
	Blishøne (T)	Klyde (Y)	
	Fjordterne (Y)	Havterne (Y)	
	Dværgterne (Y)		
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 107			
Fugle:	Hvøpsevåge (Y)	Sortspætte (Y)	
	Rødrygget Tornskade (Y)		

Der er udarbejdet en såkaldt Natura 2000 væsentlighedsvurdering, der detaljeret vurderer den potentielle påvirkning af naturtyperne og arterne, der indgår i udpegningen for de nævnte Natura 2000 områder. (WSP, 2020)

3.2 Kommuneplanforhold

I følge Frederikssund Kommuneplans 2017 - 2029¹ generelle rammer for lokalplanlægning skal der ved disponering af lokalplanområdets areal, tages hensyn til vandets strømningsveje og oversvømmelsesrisici fra både skybrud, havvandsstigninger, vandløb og stigning i grundvandsspejl.

Området er beliggende inden for rammeområde S 6.1/sommerhusområde.

¹ <https://kommuneplan.frederikssund.dk/>

Tabel 3 Anvendelsesmuligheder og øvrige rammer for sommerhusområdet ved Kulhuse fra den gældende kommuneplan.

Plannummer	S 6.1
Plannavn	Kulhuse
Plandistrikt	6. Jægerspris og den nordlige del af Horns Herred
Anvendelse generelt	Sommerhusområde
Anvendelse specifik	Sommerhusområde
Fremtidig zonestatus	Sommerhusområde
Zonestatus	Sommerhusområde
Bebyggelsesprocent	15%
Maksimalt antal etager	1 etage
Maksimal bygningshøjde	5 m
Rammeområdets anvendelse	Sommerhusområde samt bebyggelse til offentlige formål såsom fællesanlæg og service for området.
Bemærkninger	Områdets grønne karakter med åben og meget lav bebyggelse ønskes fastholdt.

Rammen for anvendelse af området er uændret fra den tidligere kommuneplan for perioden 2013- 2017.

3.2.1 Zoneforhold

Området er i kommuneplanen udpeget til sommerhusområde. (Frederikssund Kommune, 2017).

3.3 Lokalplanforhold

Området er ikke omfattet af lokalplan.²

3.3.1 Kystnærhedszone.

Arealet er beliggende inden for kystnærhedszonen (Frederikssund Kommune, 2017). Kystnærhedszonen skal sikre de danske kystlandskaber mod bebyggelse, som hindrer oplevelsen af landskaberne fra vandet eller fra land. Kystnærhedszonen dækker arealer fra kysten og 3 km ind i landet.

² <http://kort.plandata.dk/spatialmap>

Fra fjorden vil oplevelsen af kystlandskabet opleves som uændret. Arealer til bl.a. tekniske anlæg i kystnærhedszonen vil ifølge kommuneplanen kunne ud- lægges på baggrund af en funktionel eller planlægningsmæssig begrundelse, som i dette tilfælde er oversvømmelse af lavtliggende arealer. I følge kommuneplanen skal landskabs- og naturhensyn i forbindelse med begrundelsen gives høj prioritet.

Tilladelser til anlæg i kystnærhedszonen kan gives under hensyntagen til det ansøgte placering i landskabet, samt afstanden til og synligheden fra kysten og under forudsætning af, at de ansøgte nye bygninger, anlæg mv. placeres og udformes hensigtsmæssigt under hensyntagen til kystlandskabet.

Kysten vil forsat være tilgængelig for offentligheden, idet der etableres en lang række overgange for fodgængere samt overgange, hvor det er muligt at få både over diget (Frederikssund Kommune, 2017).

4. Kystbeskyttelse

Projektområdet er generelt lavtliggende og er kendetegnet ved at store dele af området er beliggende i beskyttede strandengsarealer. Der er identificeret behov for styring af vand fra både bagland, nedbør, grundvand og havet for, at beboerne ikke vil opleve unødige gener nu og i fremtiden.

Det overordnede løsningsforslag består af en sammenhængende højvandsbeskyttelse, der langs hele kyststrækningen fremstår som jorddige med lerbeklædning og afsluttes med græsvækst. Landværts for diget etableres grøft til styring af bølgeoverskyl, nedbørsafstrømning m.v. Hvor der er behov for det, etableres højvandsslukker og enkelte højvandspumper.

4.1 Designforudsætninger

Designhøjden på diget bestemmes på baggrund af vandstanden ved en stormflodhændelse samt et ekstra bidrag fra bølger. For at fremtidssikre højvandsbeskyttelsen øges højden af diget idet det generelle havniveau forventes at stige relativt til landniveauet.

Den endelige digehøjde bestemmes ud fra en vægtning af designforholdene og konsekvenserne ved etablering af diget.

4.1.1 Vandstand

Kystdirektoratets højvandsstatistik angiver målinger i Hundested Havn frem til 2010 og Roskilde Havn frem til 2012. Niras har desuden behandlet vandstandsmålinger for Kulhuse for perioden fra 2006 til 2009 samt vandstandsmålinger for Hundested Havn og Roskilde Havn frem til 2015.

På baggrund heraf har Niras udarbejdet nye højvandstatistikker for Isefjord og Roskilde Fjord, der viser en forøgelse af ekstreme vandstande i forhold til værdier beregnet af Kystdirektoratet, så de seneste storme med høje vandstande til følge er inkluderet. Grundet den korte måleperiode for Kulhuse kan, der ikke laves en rimelig ekstremværdianalyse med disse data (Frederikssund Kommune, 2017).

På baggrund heraf er det valgt at tage udgangspunkt i ekstremvandstande beregnet af Niras for Holbæk Havn (Frederikssund Kommune, 2017). Her er vandstand (ekskl. bølgebidrag) beregnet som følger:

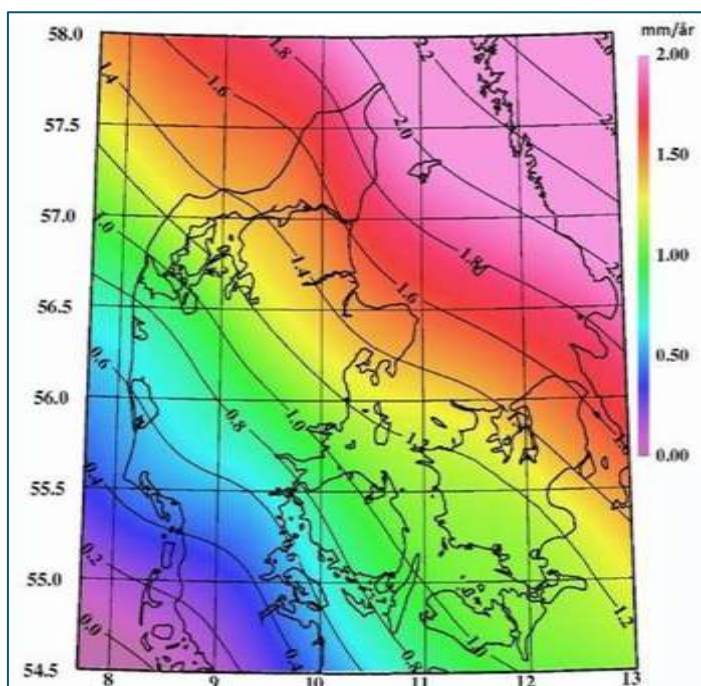
- 50-års hændelse: +1,73 m.
- 100-års hændelse: +1,84 m.
- 200-års hændelse: +1.96 m.

Der er dog ved beregningerne også anvendt yderligere vurderende vandstande, som der er nærmere redegjort for i afsnit 4.1.6 nedenfor.

4.1.2 Fremtidig landhævning

I Danmark er der en årlig landhævning. Denne skyldes at isen under den seneste istid "trykkede" store dele af Danmark nedad og da isen forsvandt, begyndte landet at hæve sig igen.

Den årlige gennemsnitlige landhævning i Kulhuse er bestemt til 1,4 mm/år, se Figur 28. Dette giver en samlet landhævning indtil 2050 på 5 cm i området omkring Kulhuse.

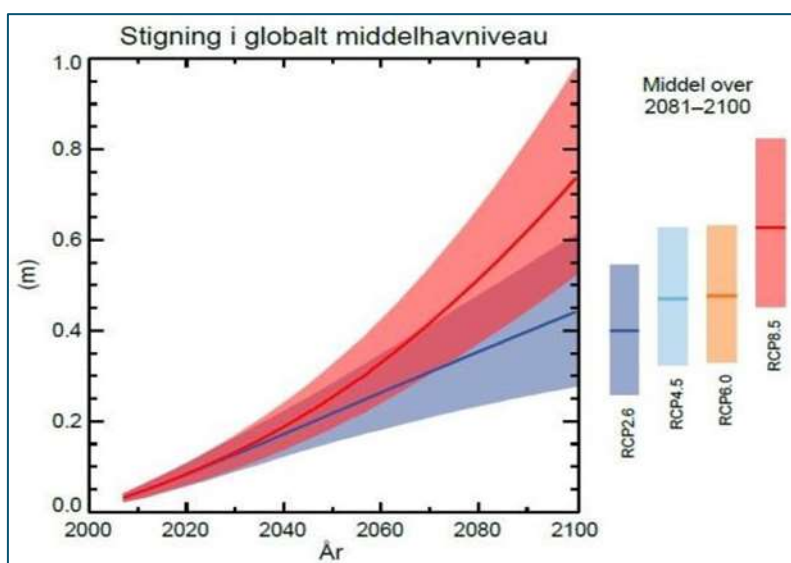


Figur 28 Landhævning som følge af returpåvirkning fra sidste istid (Frederikssund Kommune, 2017).

4.1.3 Fremtidigt klima

Fremskrivning til år 2050 bevirker, at den forventede middelvandsstigning skal tages i betragtning. DMI og Kystdirektoratet forventer en vandstandsstigning, der følger IPCC's nyeste klimaforudsigelser. Da middeludledningen af CO₂ ikke er faldet drastisk, defineres RCP8,5 gældende for vores område.

Ud fra Figur 29 er den maksimale forventede vandstigning i år 2050 aflæst til 31 cm. Grundet den fremtidige landhævning vil den relative havvandsstigning være 26 cm (31 cm – 5 cm) frem mod år 2050 (Frederikssund Kommune, 2017).



Figur 29 Forventet vandstigning i verden ved forskellige fremtidsscenarier for CO₂-udledning Kilde: IPCC's 5. hovedrapport, DMI 2015 (Frederikssund Kommune 2017).

4.1.4 Bølger

Når bølger rammer diget, giver det anledning til et bølgeopløb, som hvis det overstiger højden af diget leder til et overskyl. Af stabilitetsgrunde sættes en øvre grænse for bølgeoverløbet til 10 liter per sekund per løbende meter dige. Hvis denne grænse overskrides, vil der kunne opstå digebrud (Frederikssund Kommune 2017).

På efterfølgende møde med Frederikssundskommune har WSP anbefalet, at bølgeoverløbet så vidt muligt begrænses til under 10 l/s/m, da 10 l/s ifølge Defence (2002) har vist sig at kunne medføre akutte erosions skader på et jordige med græsbelantning, især hvis græstæppet i forvejen er beskadiget. For at mindske den risiko og for at begrænse behov for vedligehold af digerne har WSP tilrådt at følge anbefalingen i (EurOtop, 2018) kap. 3.3.4 hvor 5 l/s/m anbefales. Billedet herunder viser et bølgeopskyl anslået til at være i størrelsesorden 10 l/s/m



Billede af overskyl fra (EurOtop, 2018)

Stormflodshændelser i Isefjord og Roskilde Fjord vil kun forekomme ved vinde fra en vestlig-nordvestlige retning, da der ved disse vindretninger er risiko for vindstuvning, da havvand fra Kattegat bliver presset ind i Isefjord og videre ind i Roskilde Fjord. Ved disse vindretninger haves et frit stræk fra kystlinjen i Kulhuse i en nordvestlig retning (315°N) på 2400 meter med en gennemsnitsdybde på cirka 5 meter. Cirka 400 meter fra kystlinjen falder vanddybden til 2 meter og ind mod land haves et relativt lavvandet område med en gennemsnitsdybde på cirka 1 meter.

På denne basis beregnes en bølgehøjde ved et frit stræk på 2000 meter og en dybde på 7,1 meter (nuværende dybde tillagt 100-års stormflodsvandstand og fremtidig vandstigning) hvorefter denne bølge transformeres under nedbrydning de sidste 400 meter ind mod land.

Ved en vindstyrke på 23 meter per sekund er fritstræksbølgen beregnet til en signifikant bølgehøjde på 0,74 meter og med en bølgeperiode på 2,44 sekunder (Frederikssund Kommune, 2017).

Ved en vanddybde på mere end 2 meter vurderes det ikke, at højden af denne bølge vil aftage betydeligt over det nuværende lavvandede område og denne bølge anvendes ved nuværende kyststrækning. Idet bølgen udbredes over den nuværende kyst, vil bølgen bryde og bølgehøjden aftage. Efter brydning vil bølgehøjden være den halve vanddybde.

Ved en kystnær dige placering på terrænkote +0,5 m DVR90, vil bølgen ikke bryde inden den når diget og derved anvendes fritstræksbølgen. Ved EurOtop deterministisk empirisk formel baseret på en simple hældning er en frihøjde på 0,67 meter nødvendig ved en digehældning på 1:3 (Frederikssund Kommune, 2017).

Placeres diget længere væk fra kysten i terrænkote 1,0 m DVR90, haves en vanddybde på 0,95 meter. Bølgehøjden ved digefoden vil da være 0,48 meter, hvilket nødvendiggør en frihøjde på 0,47 meter (Frederikssund Kommune, 2017).

4.1.5 Strømforhold

Strømforholdene ud for Kulhuse er ukendte. Det vurderes dog, at de kystmorfologiske effekter er styret af bølger, hvorfor strømningerne ikke har relevans (Frederikssund Kommune, 2017).

4.1.6 Sikringsniveau

De ovenfor beskrevne bidrag er gengivet herunder:

- En 100-års middeltidshændelse +1,84 m DVR90
- Klimabidrag i år 2050,31 m
- Landhævning i år 2050 -0,05 m
- Bølgebidrag for landdige 0,47 m
- Bølgebidrag for kystnært dige 0,67 m

For at opnå en nuværende sikring imod en 100-års stormflodshændelse her og nu, skal digekronen mindst være i kote +2,31 m DVR90 for landdiget og mindst i kote +2,51 m DVR90 for det kystnære dige. For at opretholde sikringsniveauet imod en 100-års hændelse frem mod år 2050 skal diget forhøjes med 0,26 meter til 2,57 m DVR90 (Frederikssund Kommune, 2017).

Digeforeningen og Niras har i samarbejde med Frederikssund Kommune og på baggrund af Kystdirektoratets §2-udtalelse vedr. højvandsbeskyttelse af juni 2017 (Kystdirektoratet, 2017) lagt sig fast på følgende sikringsniveauer (Kulhuse Digeforening, 2018).

- Kystnære diger etableres med en kronekote i 2,40 m DVR90 og en digekrone samt digefod i en bredde, som sikrer at diget kan hæves til kote 2,70 m DVR90.
- Landdiger etableres med en kronekote i 2,20 m DVR90 og en digekrone samt digefod i en bredde, som sikrer, at diget kan hæves til kote 2,50 m DVR90.

De valgte sikringsniveauer svarer til sikring mod en 50 års hændelse for landdiget og cirka en 65 års hændelse for det kystnære dige, jf. (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019). Der er i beregningerne set bort fra klima- og landhævningsbidrag. Digerne forberedes på baggrund af Kystdirektoratets anbefalinger til at kunne forhøjes med 30 cm til et sikringsniveau svarende til en 100-års hændelse (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Kystnære diger defineres, som diger placeret hvor det eksisterende terræn ligger under terrænkote 1,0 m DVR90, mens landdiger er placeret i en terrænkote der ligger på eller over 1,0 m DVR90 (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

På baggrund af ovennævnte definition er der for det tilrettede digeforløb lavet en vurdering af hvorvidt de enkelte strækninger af diget defineres, som kystnært dige eller landdige og heraf hvilket sikringsniveau der er gældende. Figur 30 viser en oversigt over hvordan strækningerne fordeler sig langs digeforløbet.

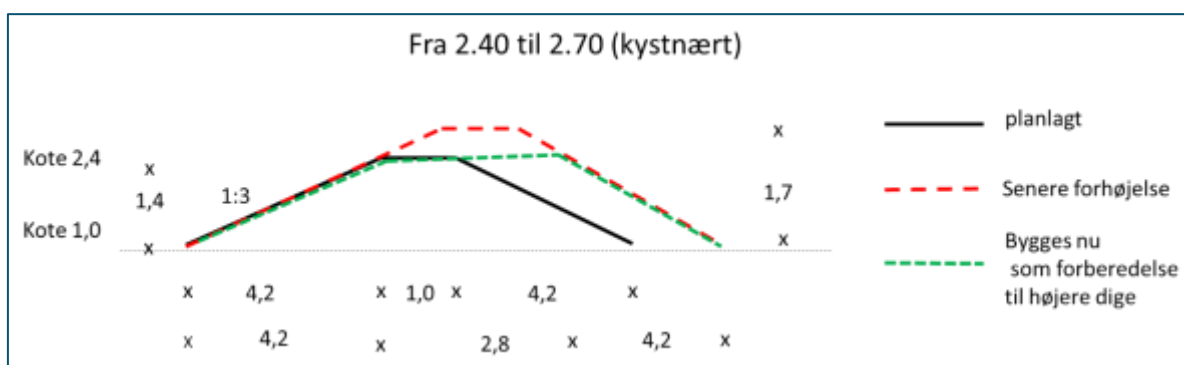


Figur 30 Oversigtskort med angivelse af sikringsniveau / digekote for de enkelte delstrækninger. Gul markerer kystnære diger med sikringsniveau 2,40 m DVR90 mens rød markerer landdiger med sikringsniveau 2,20 m DVR90 (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Udligning af digekoten fra 2,40 m DVR90 til 2,20 m DVR 90 sker så vidt muligt i tværdigerne over en strækning på 10 meter (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Figur 31 viser princip for forberedelse af diger til fremtidig hævnings af topkoten. På figuren angiver den sorte streg (planlagt) digekoten fra Niras skitseprojekt i 2017, den røde angiver den digekote som diget kan forhøjes til. På nuværende tidspunkt etableres diget som angivet med den grønne streg og så diget er forbered til den eventuel forhøjelse.

Herved gives mulighed for hævnings af digererne med yderligere 30 cm svarende til sikring imod 100-års hændelsen (fra 2,20 m til 2,50 m og fra 2,40 m til 2,70 m) (Kulhuse Digeforening, 2018).



Figur 31 Princip for forberedelse af diget til senere hævnning af topkoten (Kulhuse Digeforening, 2018).

4.1.7 Overskylsmængder

Når bølgerne rammer diget, giver det anledning til et bølgeopløb, som hvis det overstiger højden af diget leder til et overskyl.

Overskyl er både med til at definere sikringskoten på diget og har betydning for den samlede mængde bagvand, der skal håndteres. Digerne etableres med en kronehøjde, der tillader overskyl af de allerstørste bølger ved de allerstørste hændelser.

Der har ikke tidligere været foretaget en beregning af overskyls vandmængderne. I skitseprojektet fra 2017 er mængderne estimeret og det supplerende skitseprojekt fra 2019 omfattede ikke håndtering af bagvand. (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

WSP har udført supplerende beregning af opskylsbidrag for bølger og overskyldsvandmængder med de samme forudsætninger som beskrevet ovenfor. WSP har brugt en mere avanceret beregningsmetode beskrevet i (EurOtop, 2018)

Opskylsbidrag beregnes ud fra en sammenhæng mellem dige højden over dagligt vande og dige skråningens hældning ud mod bølgerne på den ene side, og vandstand samt bølgehøjde og bølge periode på den anden side. Denne sammenhæng er blevet udviklet ved en lang række fysiske modelforsøg og er nu udviklet til et standard redskab for design af bølger i Europa.

Vi har beregnet opskylsbidrag og opskylsmængder for vandstande som repræsenterer den beregnede 100 års hændelse, en 50 års hændelse som digerne designes til, og til en hændelse magen til Bodil stormen i 2015. Resultatet af beregningerne for overskyl ved planlagte dige med anlæg på 1:3 havværts fremgår af Tabel 4, mens Tabel 5 angiver resultaterne for overskyl beregninger ved anlæg 1:6.

Tabel 4 Opskylsbidrag og opskylsvandmængder ved hældning på 1:3 af havværts af kystnære dige og landdige.

Kystnæredige anlæg 1:3. Digekrone kote 2,40 m DVR 90	Vandstand	Overskylsbidrag fra bølger	Overskyl
	[m DVR 90]	[m]	[l/m/s]
Niras 100 år	1,8	1,3	6,7
Kystdirektoratet 50 år	1,5 ¹	1,1	0,4
Bodil	2,0 ²	1,4	29,0

Landdige anlæg 1:3. Digekrone kote 2,20 m DVR 90	Vandstand	Overskylsbidrag fra bølger	Overskyl
	[m DVR 90]	[m]	[l/m/s]
Niras 100 år	1,8	0,6	0,4
Kystdirektoratet 50 år	1,5 ¹	Terrænkote foran dige er 1,5 m	-
Bodil	2,0 ²	0,8	12,9

Tabel 5 Opskylsbidrag og opskylsvandmængder ved hældning på 1:6 af havværts af kystnære dige og landdige.

Kystnæredige anlæg 1:6. Digekrone kote 2,40 m DVR 90	Vandstand	Overskylsbidrag fra bølger	Overskyl
	[m DVR 90]	[m]	[l/m/s]
Niras 100 år	1,8	0,7	0,2
Kystdirektoratet 50 år	1,5 ¹	0,6	0
Bodil	2,0 ²	0,7	2,4

Landdige anlæg 1:6. Digechrone kote 2,20 m DVR 90	Vandstand	Overskylsbidrag fra bølger	Overskyl
	[m DVR 90]	[m]	[l/m/s]
Niras 100 år	1,8	0,3	0
Kystdirektoratet 50 år	1,5 ¹	Terrænkote foran dige er 1,5 m	-
Bodil	2,0 ²	0,4	1,4

¹ Hundested Havn

² Estimeret fra måling i Holbæk og kote for skader ved Dalby Huse

Med en dige skrånning på 1:3 vil en storm som Bodil forårsage opskyl på over 10 l/s/m som er en grænseværdi fastsat i (Technical Advisory Committee on Flod, 2002) som en grænse for hvor stort overskyl et græs beklædt dige kan tåle før græs dækket eroderes bort og diget ødelægges.

Ifølge (EurOtop, 2018) kap.3.3.4 ses der mindre skader på et græsdækket dige allerede ved et vedvarende overskyl på 1l/s/m og her anbefales 5 l/s/m, derfor har WSP på møde den 9-12-2020 anbefalet at overskyld begrænses til 5l/s/m.

Det vil betyde at digerne ødelægges under en storm svarende til Bodil eller med endnu højere vandstand, hvis digerne etableres med anlæg 1:3 havværts. Hvis dige anlægges med anlæg 1:6 på havværts side vil overskyl ikke overstige den nævnte grænseværdi og digerne vil her ikke blive ødelagt. Det er på denne baggrund nærværende notat indeholder de to nævnte alternativer for anlæggets hældning. Det sker for at sikre den vurderet bedste fremtidssikring af digerne.

Med et dige anlæg på 1:3 vil der desuden ved overskyl svarende til en 100 års hændelse, være et overskyl meget tæt på grænsen for hvad det kystnære dige kan klare og håndtering af bagvandet vil blive problematisk idet der alene fra overskyl skal bortpumpes over 2 m³/s.

Med baggrund i ovenstående anbefaler vi, at det overvejes om digerne skal udformes med et havværts anlæg 1:6. Det gælder både for det kystnære dige og landdigerne.

I Tabel 6 er beregnet den totale overskylsmængde ved en 100 års hændelse i år 2020 beregnet som længde * overskylsmængde for hver af de 4 udløbspunkter. Beregningerne angiver både overskylsmængder ved etableret diger med anlæg 1:3 og 1:6.

Tabel 6 Digelængde og overskylsmængder ved en 100 års hændelse

Område	Total længde	Overskyl 1:3	Total overskyl 1:3	Overskyl 1:6	Total overskyl 1:6
Enheder	[m]	[l/m/sek]	[l/sek]	[l/m/sek]	l/sek
1 (Østlige)	366		146		0
Landdige	366	0,4	146	0	0
Kystnæredige	0	6,7	0	0,2	0
2	509		2.207		64
Landdige	191	0,4	76	0	0
Kystnæredige	318	6,7	2.130	0,2	64
3	432		173		0
Landdige	432	0,4	173	0	0
Kystnæredige	0	6,7	0	0,2	0
4 (Vestlige)	811		324		0
Landdige	811	0,4	324	0	0
Kystnæredige	0	6,7	0	0,2	0

5. Anlægsbeskrivelse

Anlægsarbejderne omfatter etablering af et nyt jorddige afgrænset af fløjdiger hvoraf det ene skal etableres med en spuns.

Idet diget forhindrer udstrømning af overfladevand, etableres en grøft som sikrer afvanding via 4 gennemføringer. Ved lav vandstand i fjorden forekommer afvandingen via naturlig gravitation. Ved de 4 gennemføringerne etableres der pumpestationer, der sikrer bortledning af overfladevand i situationer med kombination af højvande og nedbør.

For de eksisterende rørudløb, som er beliggende under bundkoten i grøften langs bagsiden af diget, etableres der højvandslukker der forhindrer havvand i at strømme ind bag ved diget ved højvandssituationer. Det sikres endvidere at rørene bag diget føres vandet til grøften langs indersiden af diget og dermed sikrer vandføring til udledningpunkterne, hvor pumperne er etableret.

Diget skal fungere som højvandsbeskyttelse samtidig med, at den ikke let må kunne blive svækket ved bølgepåvirkning. Selvom det fylder i landskabet i forhold til nu, er det designet til optimalt at give så få gener i hverdagen som muligt. Diget har endda mulighed for at kunne tilføre området afledede gevinster i form af bedre naturoplevelser etc. (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Som landskabselement vil diget slange sig gennem strandengslandskabet og hurtigt vil vegetation rundt om diget i sommerhalvåret bevirke, at diget ikke bliver væsentligt dominerende (Frederikssund Kommune, 2017).

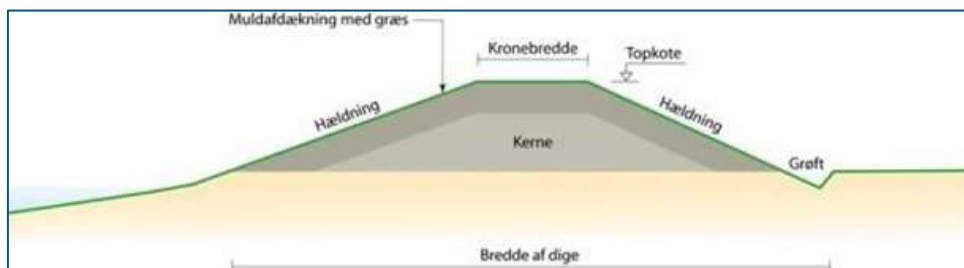
5.1 Generel opbygning og tværsnit af digerene

Som angivet i afsnit 4.1.6 og illustreret i Figur 30 etableres de Kystnære diger med en kronekote i 2,40 m DVR90, mens Landdiger etableres med en kronekote i 2,20 m DVR90.

I skitseprojektet fra 2017 foreskrives anlægssider på 1:3 på begge sider af diget for at reducere bølgepåvirkning på forsiden og mindske skaderne ved eventuelt overskyl på bagsiden. Beslutningen om at diget skal være klargjort til en eventuel kommende forhøjning, medfører ligeledes, at fodaftryk af diget øges. For at reducere bredden af diget på strækninger hvor diget er placeret tæt på bebyggelse, eller hvor arealet er begrænset, etableres den landværts skråning med anlægssider på 1:2 (Kulhuse Digeforening, 2018). Dette er ikke en teknisk optimal løsning for etablering af diget, men er et valg baseret på et udtrykt ønske fra digeforeningen.

Diget gives en kronebredde på 2,8 m hvor anlægsskråningerne for hovedpartens vedkommende er 1:3 på begge sider. Hvor anlægsskråningen på den landværts side er 1:2 har diget en kronebredde på 2,5 m. Herved gives mulighed for hævnning af digerene med yderligere 30 cm svarende til sikring til 100-års hændelsen (fra 2,20 m til 2,50 m og fra 2,40 m til 2,70 m).

Digerne opbygges som angivet på Figur 32 med en kerne af sand omgivet af et lerlag og pålagt 10 cm muld efter forskrifter fra Kystdirektoratet.



Figur 32 Designskitse af jorddige. Kilde: (Kystdirektoratet, 2018)

Landværts diget etableres en grøft, der opsamler bølgeoverskyl samt overfladevand fra regn og grundvand.

Et jorddige skal, ifølge Kystdirektoratet (Kystdirektoratet, 2018) indeholde en sandkerne af ensartet rent sand med $D_{50} = 0,4$ mm og en lerbeklædning, med specifikationer som det fremgår af Figur 33 og Figur 34.

Requirements for clay used as dike revetment (EAK, 2002).

Soil property	Threshold
Sand content ($d > 0.06\text{mm}$)	< 40%
Clay content ($d < 0.002\text{mm}$)	> 10%
Liquidity Limit	$w_L > 25\%$
Plasticity Limit	$w_p > 15\%$
Undrained Shear Strength	> 20 kN/m ²
Dry density	$0.85 < \rho_d < 1.45 \text{ t/m}^3$
Water content	$80\% > w > 30\%$

Figur 33 Lersammensætning for lerbeklædning. Kilde: Kystdirektoratet

Classification of clay erosion resistance (TAW, 1996)

Clay category	Water content w [%]	Plasticity Index	Sand content [%]
Erosion resistant	> 45	$> 0.73 \cdot (w - 20)$	< 40
Moderate erosion resistance	< 45	> 18	< 40
Low erosion resistance	< 45	< 18	< 40

Figur 34 Erosionsmodstand for lerbeklædning. Kilde: Kystdirektoratet

Over lerbeklædningen anlægges et 10 cm muldlag med græsfrø, hvor særligt arten Rød Svingel er dominerende, for etablering af kraftigt erosionsbestandigt rodnet. Dette græstæppe skal slås mindst 3-4 gange årligt for at rodnettet har den ønskede modstandskraft mod bølgepåvirkning samtidig med at uønskede vegetationstyper holdes nede (Frederikssund Kommune 2017).

5.2 Placering og udstrækning af diget

Alle matrikler i interesseområdet er del af ejerlavet Barakkerne, Dråby. Hvis ejerlav ikke angives herunder, menes der derfor dette ejerlav.

Linjeføringen af diget er tilrettet flere steder i forhold til Niras' tidligere skitseprojekt.

Tilretningerne baseres på notat "opdatering af skitseprojekt for Kulhuse dige - version 6" fra Digeforeningens bestyrelse af 5. august 2018 (Kulhuse Digeforening, 2018) på Kystdirektoratets kommentarer (Kystdirektoratet, 2017), dialog på besigtigelsen 8. december 2018 samt på bestyrelsesmøder d. 10. januar 2019 (Digeforeningen møde januar, 2019) og 21. marts 2019 (Digeforeningen møde marts, 2019).

Hovedparten af digestrækningen er parallel med kysten, men der forekommer digestrækninger som er "vinkelrette" på kysten. Disse digestrækninger benævnes som fløjdiger, når de er placeret for enden af kystdiget og benævnes som tværdiger, hvor diget er "vinkelret" på kysten for at sikre et sammenhængende digeforløb. De vinkelrette diger anlægges for at sikre at der ikke sker indløb af vand fra siderne af sommerhusområdet.

Udover de nævnte kilder har, der været dialog med grundejerforeningen Mathiesens Enghave vedrørende placering og udformning af det vestlige tværdige (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Tilretningerne af diget vedrører:

- Tilretninger grundet digets øgede bredde og ændrede skråningsanlæg, baseret blandt andet på udtalelsen fra Kystdirektoratet.

- Det vestlige tværdige flyttes til skel mellem matrikel 1o og 1p i enighed med de berørte lodsejere.
- Det nye diges linjeføring er på så stor en del af strækningen som muligt sikret sammenfaldende med det eksisterende dige (både jord- og stendige), uanset om det eksisterende dige er beskyttet af museumsloven for herved at begrænse konflikt med naturarealer omfattet af naturbeskyttelseslovens §3.
- Det nye diges linjeføring er tilstræbt at begrænse antallet af hjørner ligeledes for at imødekomme Kystdirektoratets anbefaling.

Nedenfor er tilretninger af digeforløbet opgjort for de enkelte grundejerforeninger (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Den tilrettede linjeføring fremgår af oversigtskortet vedlagt som bilag 1, hvor digets udstrækning med de i afsnit 5.1. På Bilag 1a-1n er vist linjeføringen, digets fodaftryk, kendte udløb og aftalte overgange. Bilag 1o er et oversigtskort, hvorpå kortudsnit for de enkelte delstrækninger angives. Beskrivelserne er baseret på en hældning 1:3 havværts digerne, men som beskrevet indeholder notatet alternativet med hældning 1:6, der som udgangspunkt vil have samme placering. Den øgede bredde af diget på 4,2 meter kan dog nødvendiggøre flytning på visse delstrækninger, for at sikre afstand til havet ved normale vandstandsforhold. Der er ikke foretaget en detaljeret vurdering af nødvendigheden af denne ændring i placeringen.

5.2.1 GF Sælvig

Dige linjeføringen samt dets fodaftryk fremgår af bilag 1a-1c hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Efter det første forløb som tværdige i skel mod Ved Stranden svinger diget mod sydøst og forløber som landdige langs med kanten af de private grunde. I det sydøstlige hjørne svinger diget langs med engområdet frem til skoven, hvor det drejer ind og forløber et stykke på Revelinen.

Jf. referat fra møde i Digebestyrelsen d. 21. marts 2019, pkt. 5:

Der blev aftalt en linjeføring hvor diget førtes umiddelbart uden for parcel 6cm med et 90 graders sving ud mod vandet og føres i midten af skellet mellem 23e og Sælvigs fællesareal, indtil der er et 90 graders sving ind over 23e - som oprindeligt planlagt - indtil skellet ved 23p.

Fløjdige; Revelinen:

GF Sælvig har for nyligt udvidet det eksisterende jorddige, således at det nu har en højde svarende til kote 1,70 m DVR90. Det gamle stendige er synligt mod bebyggelsen. Ved gennemførelse af kystbeskyttelsesprojektet hæves digekronen til kote 2,20 m DVR90 med en

kronebredde på 2,8 meter ved at diget udvides mod øst (Stiftelsens areal). Diget anlægges med anlæg 1:3 landværts og 1:3 søværts.

Der skal udarbejdes en aftale med Stiftelsen om tilladelse til at lægge diget på deres grund, idet diget i sin fulde bredde vanskeligt kan være på beboernes grunde.

Syd for Revelinen, mod skoven, terrænreguleres der over en kortere strækning, så det sikres, at vandet ved højvande ikke løber bagom mod bebyggelsen. Terrænhævningen begrænser sig til ca. 15 cm i højden på kortere stræk, svarende til at terrænet i en linje langs vejen er min. 2,20 m DVR90. Dette skal detaljeres ved en præcis opmåling på området i forbindelse med detailprojekteringen.

Kystdige:

Digefod landværts side placeres så tæt på skellinjen som muligt. Det eksisterende kystdige, som er beliggende tættere på kysten, bibeholdes i sit nuværende forløb og er ikke sammenfaldende med det nye dige. Diget anlægges med kronebredde på 2,8 meter i kote 2,20 m DVR90 og med anlæg 1:3 landværts og 1:3 søværts.

Tværdige mellem GF Ved Sælvig og mod GF Ved Stranden:

Det nye dige lægges oven i eksisterende jorddige med midterlinje i skel og med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90. Digefod landværts starter ved grøftekant og diget etableres søværts. Anlæg 1:2 landværts (mod matr. 23p) og 1:3 søværts (mod matr. 23e) og 1:3 søværts (mod matr. 6db). Placeringen af diget medfører, at træer på det eksisterende dige skal fældes. Der har været dialog med den pågældende lodsejer omkring

5.2.2 GF Ved Stranden

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1d hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige forløber først som tværdige i vestligt skel mod Nordstrand, derefter parallelt med fjorden mod sydøst frem til at krydse eksisterende tværdige, og derefter igen som tværdige i østligt skel mod Sælvig. De to tværdiger placeres med en hældning 1:2 landværts for at begrænse bredden af diget.

Jf. referat fra møde i Digebestyrelsen d. 21. marts, pkt. 5:

Der blev aftalt en linjeføring, hvor diget førtes umiddelbart uden for parcel 6cm med et 90 graders sving ud mod vandet og føres i midten af skellet mellem 23e og Sælvigs fællesareal, indtil der er et 90 graders sving ind over 23e - som oprindelig planlagt - indtil skellet ved 23p.

Tværdige mod GF Sælvig:

Det nye dige lægges oven i det eksisterende jorddige med midterlinje i skel, en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90. Diget starter ved grøftekant og etableres ud mod Sælvig fællesareal (matr. 6db). Anlæg 1:2 landværts (mod matr. 23e) og 1:3 søværts (mod matr. 6db). Placeringen af diget medfører, at træer på en del af det eksisterende dige skal fældes.

Det eksisterende dige (dels jorddige; på størstedelen af strækningen stendige) bibeholdes i sit nuværende forløb og er ikke sammenfaldende med det nye dige. Diget anlægges med kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts.

Tværdige mod GF Nordstrand:

Det nye dige lægges oven i det eksisterende jorddige med midterlinje i skel, en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90. Anlæg 1:2 landværts (mod matr. 23p) og 1:3 søværts (mod matr. 23e).

5.2.3 GF Nordstrand

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1d hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres søværts af det eksisterende stendige, følger dette parallelt med fjorden i forlængelse af diget ved Skoven af 1963, og integreres derefter med det eksisterende jorddige således at hele digekronen er udenfor eksisterende dige. Diget svinger mod land i skel mod Ved Stranden.

Det nye dige lægges på den østlige strækning oven i det eksisterende dige (dels stendige; på størstedelen af strækningen jorddige). Diget starter ved fod af bagskråning af eksisterende dige og etableres ud mod kysten. Vestlig strækning rettes ud i forhold til det foreliggende skitseprojekt, så indhak ved skel mod GF Skoven af 1963 udjævnes. Eksisterende dige opretholdes på strækningen, og der opfyldes jord mellem nyt og eksisterende dige. Alternativt tages jorden fra det eksisterende dige og genindbygges i nyt dige. Diget anlægges med en kronebredde på 2,8 meter i kote 2,20 m DVR90 for den østlige strækning og 2,40 m DVR90 for den vestlige strækning. Anlæg 1:3 landværts og 1:3 søværts.

Grøft bag eksisterende dige opretholdes. Tværgående drængrøft rettes ud.

5.2.4 GF Skoven af 1963

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1e, hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres landværts for det eksisterende dige, følger dette parallelt med fjorden først mod nord, rundt i hjørnet og derefter med retning mod øst.

Det nye dige kan med fordel krydse det eksisterende dige mod øst således at der går en lige linje fra det nordvestlige hjørne frem mod tværdiget Ved Stranden.

Dige-forstærkning på det nordvestlige hjørne er formentlig nødvendigt på samme måde som for hjørnet ved Mathiesens Enghave.

Østlig strækning rettes ud i forhold til det foreliggende skitseprojekt, så indhak ved skel mod GF Nordstrand udjævnes. Eksisterende dige opretholdes på strækningen og der opfyldes jord mellem nyt og eksisterende dige, alternativt tages jorden fra det eksisterende dige og genindbygges i nyt dige. Diget anlægges med en kronebredde på 2,8 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:3 landværts og 1:3 søværts.

Det nye dige lægges på den øvrige strækning oven i det eksisterende dige (stendige). Diget starter ved top af stensætning på eksisterende dige og udbygges mod landsiden. (OBS på gammel stenvej under terræn på bagsiden af eksisterende dige). Diget anlægges med en kronebredde på 2,8 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:3 landværts og 1:3-1:5 søværts, med udjævning mod GF Strandhaven. Hjørnet forstærkes jf. afsnit 5.3.2.

5.2.5 GF Strandhaven

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1e, hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige lægges oven i det eksisterende dige, men forskubbet landværts således at digekronen ligger ca. 20 m indenfor eksisterende dige og med en hældning 1:2 landværts. Dermed er forløbet en umiddelbar fortsættelse i lige linje af profilen fra Strandengen, og fortsætter i en lige linje til det nye dige i Skoven af 1963, som vil ligge landværts for det eksisterende dige.

Diget etableres med fod af bagskråning bag eksisterende dige (jorddige) svarende til det oprindelige skitseprojekt og udbygges ud mod kysten. For-skråningen afsluttes med en blød bue og fladt anlæg (min. 1:5) mod tværdiget til sikring mod erosion. Eksisterende dige indbygges i for-skråningen af diget. Diget anlægges med anlæg 1:2 landværts og 1:5 søværts grundet hjørnets udsatte placering og den øgede ind-presning af vand. Diget anlægges med en kronebredde på 2,8 meter i kote 2,40 m DVR90.

Den eksisterende betonkonstruktion, ved udløbet sikres skjult i diget og eventuelle beton elementer, som er over kommende færdigt terræn fjernes.

5.2.6 GF Strandengen

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1f hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige lægges oven i det eksisterende dige, men mod vest forskubbet mod kysten således, at hele digekronen er udenfor eksisterende dige og med en hældning 1:2 landværts.

Linjeføringen kan med fordel rettes ud, så der ikke opstår behov for bølgetillæg på grund af flere sving i det vestlige hjørne (omkring matr. 7s og 7t).

Mod øst udjævnes diget mod Strandhaven og gives et lige forløb.

Det nye dige lægges oven i eksisterende dige (jorddige) og etableres søværts af dette. Fod af bagskråning af nyt dige starter ved fod landværts på eksisterende dige.

Diget anlægges med en kronebredde på 2,8 meter i kote 2,40 m DVR90 for den østlige strækning (fra GF Strandhaven og frem til ud for matr. 7t) og en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90 for den vestlige strækning. Anlæg 1:2 landværts og 1:3-1:5 søværts. Digekoten, anlægshældning og kronebredde udjævnes fra omkring matr. 7t, over en strækning på ca. 10 meter.

5.2.7 GF Nordskoven

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1g hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye landdige lægges oven i det eksisterende dige, men forskubbet mod kysten, så hele digekronen er udenfor eksisterende dige og med en hældning 1:2 landværts.

Dige etableres med en mere lige linjeføring/blød bue skrånende over strandengen. Eksisterende dige (jorddige) langs matrikelskel mellem enkeltejendommene og det fælles strandareal bibeholdes. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90 og anlæg 1:3 landværts og 1:3 søværts. Efter diget er rykket tættere på kystlinjen, er anlægshældningen ændret fra 1:2 til 1:3 for mere naturlig indpasning i landskabet,

5.2.8 GF Skovengen

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1h-1i hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres i den vestlige ende om muligt på og ellers landværts for det eksisterende dige, følger dette parallelt med fjorden som en del af linjen fra Mathiesens Enghave til det eksisterende tværdige ved Skovengen.

Tværdiget flyttes i forhold til Skitseprojektet længere mod øst således, at det følger det eksisterende tværdige. Det nye tværdige placeres om muligt på og ellers på den østlige side (dvs. ydersiden) af det eksisterende tværdige med en hældning 1:2 landværts for at begrænse bredden af diget.

Det nye landdige i den østlige ende lægges oven i det eksisterende, men forskubbet mod kysten således, at hele digekronen er udenfor eksisterende dige og med en hældning 1:2 landværts.

Kystdige østlig strækning:

På matr. 6c, mod GF Nordskoven etableres diget med anlæg 1:3 både land – og søværts for udligning mod diget i GF Nordskoven. Diget anlægges med en kronebredde på 2,8 meter i kote 2,20 m DVR90.

Øvrig del af den østlige strækning af diget placeres som beskrevet i skitseprojektet over det eksisterende dige (jorddige). Diget etableres med fod af bagskråning svarende til fod på landværts side af eksisterende dige. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts. Der udjævnes mellem anlægshældninger og kronebredde ud for matr. 13be.

Tværdige:

Tværdiget flyttes over eksisterende tværdige (stendige) og kystdiget flyttes på den vestlige strækning ud og lægges over det eksisterende dige som foreslået i skitseprojektet. Tværdiget placeres søværts eksisterende tværdige med fod af bagskråning svarende til nuværende fod landværts. Eksisterende afrunding af diget mod den østlige del af kystdiget bibeholdes. Eksisterende grøft landværts diget bevares. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,20 m DVR90 med udligning til kote 2,40 m DVR90 mod kysten. Der udlignes over 10 meter i tværdiget. Anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts.

Kystdige vestlig strækning:

Diget placeres over eksisterende dige (stendige) og etableres landværts af dette. Fod af forskråning af nyt dige starter ved fod søværts på eksisterende dige. Diget givet et lige forløb og udjævnes mod Strandhaven. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts. Der sikres stipassage på kystsiden af diget.

5.2.9 GF Fjordskov

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1j-1k. hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres om muligt på og ellers med så lidt som muligt inden for det eksisterende dige, følger dette parallelt med fjorden som en del af linjen fra Mathiesens Enghave til tværdiget ved Skovengen.

Diget placeres over eksisterende dige (stendige) og etableres landværts af dette. Fod af forskråning af nyt dige starter ved fod søværts på eksisterende dige. Diget givet et lige forløb og udjævnes mod GF Bag hegnet. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts. Der sikres stipassage på kystsiden af diget.

5.2.10 GF Bag Hegnet

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1l hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres om muligt på og ellers med så lidt som muligt inden for det eksisterende dige, følger dette parallelt med fjorden som en del af linjen fra Mathiesens Enghave til tværdiget ved Skovengen.

Diget placeres over eksisterende dige (stendige) og etableres landværts af dette. Fod af forskråning af nyt dige starter ved fod søværts på eksisterende dige. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts. Der sikres stipassage på kystsiden af diget.

5.2.11 GF Strandkanten

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1l hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres om muligt på og ellers landværts for det eksisterende dige, følger dette parallelt med fjorden som en del af linjen fra Mathiesens Enghave til tværdiget ved Skovengen.

Diget placeres over eksisterende dige (stendige) og etableres landværts af dette. Fod af forskråning af nyt dige starter ved fod søværts på eksisterende dige. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts. Der sikres stipassage på kystsiden af diget.

5.2.12 GF Betulavej

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1m hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres om muligt på og ellers landværts for det eksisterende dige, og følger dette parallelt med fjorden som en del af linjen fra Mathiesens Enghave til tværdiget ved Skovengen.

Diget placeres over eksisterende dige (stendige) og etableres landværts af dette. Fod af forskråning af nyt dige starter ved fod søværts på eksisterende dige. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts. Der sikres stipassage på kystsiden af diget.

5.2.13 GF Mathiesens Enghave

Dige linjeføringen, fodaftryk fremgår af bilag 1m-1n hvorpå også kendte udløb og aftalte overgange er markeret.

Det nye dige placeres om muligt på og ellers landværts for det eksisterende dige og følger dette parallelt med fjorden fra hjørnet mod nordvest frem mod tværdiget ved Skovengen. Tværdiget på den østligste grund (matr. 1p) vil fylde meget af grunden, hvis det opbygges af jord og med standardprofil. Der etableres derfor et smalt dige, gerne i form af en spunsvæg, så tæt

på skel mod vest som muligt. Denne sikring skal enten være forberedt for en forhøjelse med op til 30 cm svarende til det øvrige del af diget eller etableres fra start af med øget højde.

Om overgang fra spunsvæg eller tilsvarende til jorddige sker i tværdiget, i hjørnet eller i diget ud mod fjorden afhænger af en konkret teknisk vurdering.

Hjørnet mod nordvest forstærkes, da dette punkt er et af de mest udsatte overhovedet i det samlede dige.

Kystdige:

Diget placeres over eksisterende dige (stendige) og etableres landværts af dette. Fod af forskråning af nyt dige starter ved fod søværts på eksisterende dige. Diget anlægges med en kronebredde på 2,5 meter i kote 2,40 m DVR90 og anlæg 1:2 landværts og 1:3 søværts. Der sikres stipassage på kystsiden af diget.

Tværdige:

Diget placeres i hele sin udstrækning på den østlige grund (matr. 1p) som en spunsvæg mod øst og et anlæg på 1:3 mod skel til matr. 1o. Spunsen anlægges med en kronebredde på 0,75 meter og topkote i 2,40 m DVR90 mod kysten som gradueres over 10 meter til en topkote på 2,20 m DVR90. Udformningen og snittegning fremgår i afsnit 5.3.4.

5.3 Tekniske forhold

5.3.1 Placering af det nye dige over eksisterende dige

På baggrund af anbefalingen om, at nye diger etableres sammenfaldende med eksisterende diger jf. (Kystdirektoratet, 2017) er der i tillæg til det oprindelige skitseprojekt skitseret løsninger for indbygning af de eksisterende diger i de nye digeprofiler. Baggrunden for anbefalingen af, at indbygge de eksisterende diger i de nye er at reducere inddragelsen af og dermed påvirkningen af de omkringliggende §3 arealer (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Forhold omkring fordele/ulemper ved at det nye dige på henholdsvis de eksisterende diger, både sten og jorddiger, samt genanvendelse af jordmaterialer har været diskuteret på mødet den 19. januar 2019 (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Fordelen ved at bygge på de eksisterende diger og anvende de eksisterende materialer er, at bortgravning og bortskaffelse af disse medfører yderligere anlægsomkostninger. Endvidere vil udgiften til tilkørte materialer stige såfremt der fjernes materiale, idet jordmængden er taget fra 3D-modellen, som tager udgangspunkt i det eksisterende terræn (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Ulempen ved at bygge på de eksisterende diger og anvende de eksisterende materialer er, at der kan forventes en lidt større sætning af diget og derfor skal digekoten løbende kontrolleres og efterfyldning kan forekomme (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

På baggrund af diskussionen er det valgt, at der arbejdes videre med en løsning hvor de eksisterende diger og materialer anvendes i videst muligt omfang (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Indbygning af eksisterende jorddiger

Som beskrevet i afsnit 4.1.1 forventes kernen af diget delvist at kunne opbygges af eksisterende jord, hvis jorden vurderes indbygningseget (Frederikssund Kommune, 2017). Jorden skal her i en senere projektfase analyseres, og det skal vurderes hvorvidt der kan opnås tilstrækkelig styrke ved indbygning. Såfremt jorden primært består af muld og sandede jordarter kan den anvendes på landværts side af diget som opbygningsmateriale over digekernen (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

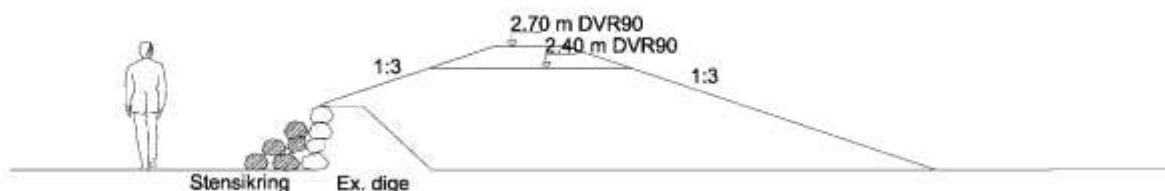
Indbygning af eksisterende stendiger

Såfremt jordfyld i stendigerne vurderes indbygningseget, indkapsles denne i kernen af diget. Hvis jordfyldet består af muld, indbygges det i muldlaget på digeoverfladen. Sten fra stensætningen placeres som erosionssikring ved digefoden på den søværts side af det nye dige. Alternativt kan stenene udlægges i vandkanten som kystbeskyttelse. Dette vil særligt være relevant på den vestlige digestrækning, hvor der er en stor erosion af vandkanten og hvor afstanden mellem diget og kystlinjen er smal (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

5.3.2 Indbygning af stendige GF Skoven af 1963

Det eksisterende dige kan indbygges i det nye dige i sin nuværende form hvis det eksisterende dige vurderes tæt foran og fylden bagved ikke er sætningsfølsom. Det nye dige bygges ud fra toppen af stensætningen med placering af digekronen bag eksisterende dige (se snit Figur 35) (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Indbygningsegnetheden beror på en nærmere undersøgelse af stabilitet og tæthed. Hvis ikke indbygning af diget er muligt opbrydes stensætningen og bortkøres, mens jorden genindbygges i kernen svarende til beskrivelsen i afsnit 5.3.1 Indbygning af eksisterende jorddiger 0 (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).



Figur 35: Principsnit indbygning af stendige GF Skoven af 1963. Illustreret ved alternativet med en søværts hældning 1:3 (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

5.3.3 Sikring af udsatte hjørner og strækninger

Der etableres stensætning (eventuelt genbrug af sten fra eksisterende stendiger) rundt langs foden af udadvendte hjørner og (i mindre omfang) i indadgående hjørner af hensyn til eventuel tragt-virkning. Der anbefales desuden udlægning af sten foran de lodrette diger ved GF Skoven af 1963, idet de lodrette vægge giver større opskylshøjde end skråninger (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Vestvendt hjørne ved GF Skoven af 1963

Der udlægges sten omkring foden af diget og langs hele den lodrette stensætning på eksisterende dige for at reducere opskylshøjde og bryde bølgerne (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Hjørne ved vestligt fløjdige, Mathiesens Enghave

I rundingen, hvor kystdiget drejer ind og går over i fløjdiget, anlægges den søværts skråning med anlæg 1:4 - 1:5 for at sikre hjørnet. Langs digefoden udlægges større sten (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

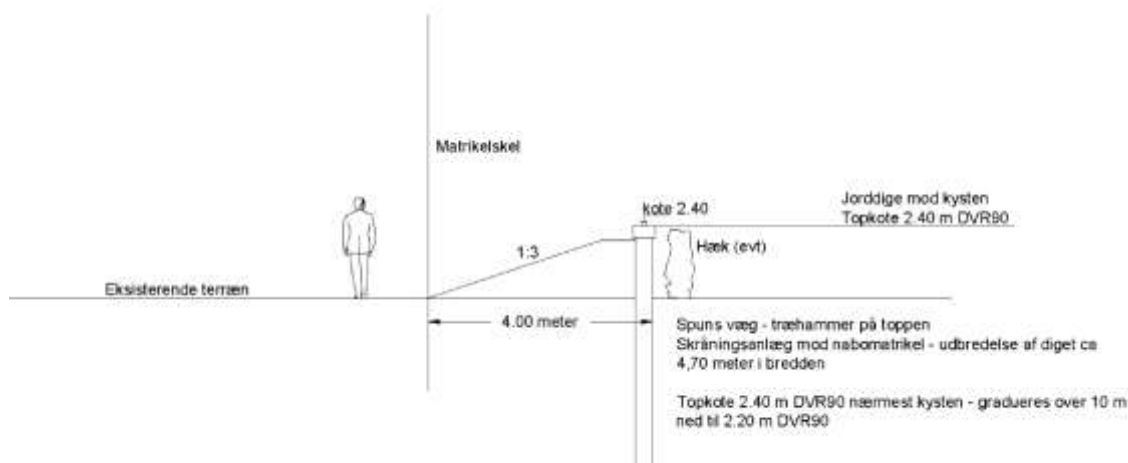
5.3.4 Opbygning vestligt fløjdige matr. 1p

Fløjdiget bygges op med spuns for at reducere bredden og dermed arealudlægget til diget. Spunsen etableres på landværts side af diget, mens der på søværts side etableres jordfyld med anlægsskråning på 1:3 til afvikling af bølgerne, jf. Figur 36.

Spunsen fæstnes ved nedramning i jorden til en dybde af ca. 3 m. På toppen etableres som afslutning en træhammer, og spunsen dækkes hvis ønsket af træbeklædning (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Fløjdiget etableres med en højde på 2,20 m DVR90. Der udlignes fra 2,40 m DVR90 (kystdigets højde) til 2,20 m DVR90 over de første 10 meter af fløjdiget. Fløjdiget forberedes svarende til den øvrige digestrækning til øgning af højden med 30 cm for sikring imod 100-års hændelsen (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Grundejeren af matrikel 1p, ønsker at skråningsanlægget på ydersiden af spunsen tilplantes med nogle buske som bliver 1-2 meter høje og med minimal vedligeholdelse, da skråningsanlægget bliver svært at tilgå fra matrikel 1p. I de kommende projektfaser skal det fastlægges hvilken buske som kan sættes, uden af disse medføre skader på diget.



Figur 36 Principssnit fløjdige (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

5.4 Tilgængelighed og passage

5.4.1 Sti langs kystlinjen

Der er i indpasningen af diget taget højde for, at der på søværts side skal opretholdes en sti i hele digets forløb. Der må ikke ske færdsel på diget, hvorfor der skal opretholdes en passage langs vandet (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Stien etableres som en trampesti svarende til nuværende. Hvor diget resulterer i ændret linjeføring af stien, skal det sikres, at der er etableret overgange over drængrøfter mv. Omkostningen hertil indeholdes i digeprojektet (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

5.4.2 Overgange

Der anlægges overgange på tværs af diget for fodgængere på de steder og i det omfang, hvor der i dag er fælles offentlige overgange. Hvis private ønsker overgang fra egen grund, udføres det i forbindelse med anlægsprojektet og med samme standard som i projektet, men for egen regning.

Der anlægges som udgangspunkt overgange for biler, herunder større driftskøretøjer og beredskab, fire steder på den samlede strækning. Ved GF Sælvig, GF Strandengen, GF Nordskoven og GF Fjordskov.

Overgangene etableres, afhængig af anvendelse, efter nedenstående dimensioner (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019):

Både og biler (herunder større driftskøretøjer og beredskab): Anlæg 1:7, bredde 5 m.

- Gående: Anlæg 1:10, bredde 1 m.
- Havetraktor (mindre driftskøretøjer), småjoller og kajaker: Anlæg 1:5, bredde 2 m.

Denne beskrivelse af overgangene følger generelt beskrivelsen i Kystdirektoratets anbefaling i deres § 2 udtalelse. Det betyder at overgangene for fodgængere etableres med armeringssten i muldlaget i 1 meters bredde med græsbevoksning mellem stenene. Ved anvendelse af stabilgrus ved overgangene til køretøjer, udlægges gruset med tilstrækkelig tykkelse til at bære køretøjerne og være stærkt komprimeret.

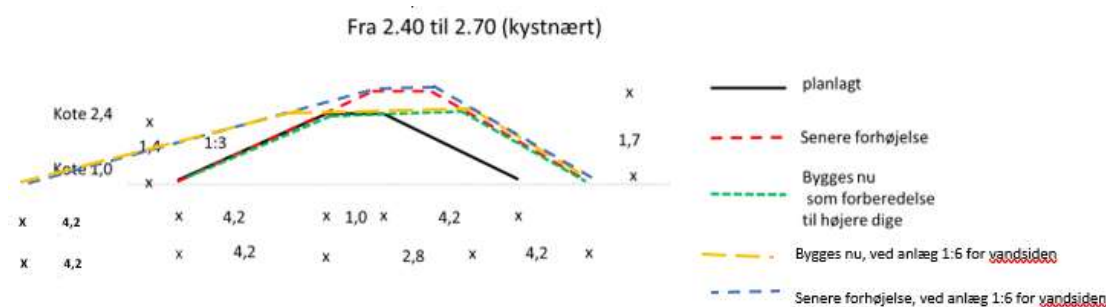
Der vil ikke blive etableret værn på en eller begge sider af overgangene idet det er i modstrid med Kystdirektoratets anbefalinger, men der vil være mulighed for skiltning omkring begrænsningerne i færdslen på diget.

5.5 Udformning af dige med anlæg 1:6 havværts

For at imødekomme udfordringerne med de store overskylsmængder jf. afsnit 4.1.7 og dermed ligeledes en risiko for erosion og øget belastning på diget er, der foretaget beregninger af overskyls mængder såfremt, at anlægget på havværts siden for kystnære dige og landdigerne ændres til 1:6.

For at fastlægge behovet for yderligere jordmængder samt kunne skitsere udbredelsen af diget når det anlægges med anlæg 1:6 på havværts siden er, der opstillet et supplement til 3D modellen.

Af Figur 37 fremgår en principskitse af hvordan diget udformes når det anlægges med anlæg 1:6 på havværtssiden. Dige koten og placeringen af digets midtpunkt er fastholdt og tilretningen omfatter kun den gule markeret linje på figuren.



Figur 37 Principskitse af dige udformning med anlæg 1:6 havværts.

Det skal sikres at hele diget kommer op på land således, at vegetationen, kan etableres sig på hele skråningsanlægget, svarende til Kystdirektoratets anbefalinger. Der er ikke foretaget nogle vurderinger af i hvilket omfang det er nødvendigt at flytte hele diget længere ind på land for at sikre dette. På nuværende tidspunkt, hvor der er tale om skitseprojektering kan den præcise placering af diget ikke beskrives. Centerlinjen for løsning med hældning 1:3 og 1:6 er herved fastholdt for begge løsninger. Hvis stien havværts diget skal bevares, er det f.eks. vurderingen, at diget skal flyttes yderligere landværts alene af denne grund. Vælges denne løsning vil der være behov for yderligere dialog med grundejerne omkring den detaljerede placering.

Af bilag 7 fremgår et samlet oversigtsbillede af digets udbredelse når det anlægges med anlæg 1:6 på havværts siden.

5.6 Håndtering af bagvand

På Figur 38 er angivet, hvor vandløbene og kendte rør/dræn udløb krydser det fremtidige dige, og der skal sikres passage for bagvandet. Der er kortlagt 17 udløb langs digestrækningen.



Figur 38 Oversigt over kortlagte udløb for dræn, grøfter, vandløb mv. Udløb markeret med rød streg. Udløbene fremgår ligeledes af oversigtskortet bilag 1a-1n (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019)

Afledning af overfladevand, både stammende fra grundvand og nedbør, påvirkes markant ved et dige langs fjorden. For at illustrere hvordan et dige uden muligheder for afledning af regnvand gennem diget vil medføre opstuvning af vand bag diget er, der ved skitseprojektet i 2017 udarbejdet nedenstående Figur 39. Figuren angiver hvordan regnvandet vil blive fanget bag diget når der forekommer en skybruds regnhændelse med 100 mm nedbør over 4 timer og der ikke etableres gennemløb gennem diget. (Frederikssund Kommune, 2017)



Figur 39 Overfladevand fanget på indersiden af diget uden afledning via sluser og/eller pumper. (Frederikssund Kommune 2017).

Ved mindre regnhændelser vil vanddybder mindskes, men problemområderne være de samme. Vandlidende områder vil endvidere forværres og potentielt udvides i areal som følge af den hindrede afledning, hvis der ikke etableres afhjælpningsforanstaltninger.

Til håndtering af bagvand etableres en mindre grøft langs bagsiden af hav- og landdige strækningerne til opsamling af vand bag digerne.

Såfremt kraftig regn sker samtidig/i umiddelbar forlængelse af en stormflod (kombineret hændelse) vil kontraklapperne være lukket som følge af høj vandstand i Roskilde Fjord, og afledning af regnvand bag diget være hindret. For at sikre afvanding af projektområdet under en kombineret hændelse skal der installeres permanente pumper på bagsiden af diget.

Det er vigtigt at have for øje at dette projekt omhandler en kystbeskyttelse. Hvor der skal etableres tiltag for håndtering af bagvand, således at borgerne er sidestillet med de forhold der forekommer i dag både med hensyn af vand på terræn grundet regnvand samt det til tider meget højt stående grundvand.

Grundvand

Pumperne skal etableres med en styring som medfører at disse først kommer i funktion når der er behov for at kompensere for tilbageholdelse af vand pga. den forstærkede kystbeskyttelse. Styringen har som mål at sikre, at de nuværende overfladevands- og grundvands-forhold bevares. Der er med andre ord tale om en 0-løsning ift. de nuværende forhold.

Skybrud

I skybrudssituationer vil eksisterende grøfter og vandløb med underføringer fortsat (som i dag) ikke kunne aflede vand fra området hurtigt nok til at undgå stående vand på terræn, og potentiel oversvømmelse af området. Den primære udfordring under skybrud opstår pga. den tilstrømmende vandmængde fra oplandet samt afstrømning fra grønne områder indenfor projektområdet medfører større vandmængder end de eksisterende udløb har kapacitet til at håndtere.

Derfor anbefales det, at grøfter/dræn internt i projektområdet, der skal lede til grøften langs med diget, udbygges, så de kan håndtere denne situation. Rørunderføring, gerne ved udløbspunkterne, bør derfor også dimensioneres til at kunne håndtere disse vandmængder, som i visse situationer kan komme op på 1-2 m³/s. I denne forbindelse anbefales det dog ligeledes, at der foretages modelberegninger for at bestemme dette mere præcist (Frederikssund Kommune, 2017).

Mulige løsninger på skybrud kunne være at tilbageholde vand fra skovområdet syd for projektområdet. Det kan også undersøges, om det er muligt at føre vandløbet øst om projektområdet i stedet for igennem. Dette vil dog kræve etablering af et åbent vandløb langs med dele af Revelinen. Ved Tornvig Olsens Vej vil det desuden være nødvendigt at rørlægge en

del af strækningen, da der her er en lokal højderyg. Tilbageholdelse af skybrudsvand i skoven samt/eller en omlægning af vandløbet vil forventeligt medføre et betydeligt mindre vandpres i projekt- området under skybrud (Frederikssund Kommune, 2017).

Det skal igen understreges at der ikke er tale om at ændre de nuværende overflade- og grundvandsforhold, men alene at sikre en 0-løsning for disse forhold ved en forstærkelse af kystbeskyttelsen.

5.6.1 Etablering af grøfter på landsiden af diget

Der udføres en mindre grøft langs bagsiden af hav og landdige strækningerne til opsamling af vand bag digerene, da regnvejr og bølgeoverskyl i højvandssituationer ikke kan udelukkes. I grøften opsamles vandet og ledes til pumpestationer, der sikrer at vandet kan pumpes over diget. Grøfterne skal dimensioneres, så de kan håndtere både den beregnede overskylsmængde og bagvand. På nuværende tidspunkt er der i 3D modellen for diget indtegnet grøfter ud fra nedenstående parameter

- Bund bredden i grøften er 0,5 meter og de angives med anlæg 1:2.
- Fald i grøfterne er angivet til mellem 1-3 promille fald. (et større fald kunne være ønskeligt, men for at undgå at der samler sig for meget grundvand i grøfterne forsøges disse holdt så højde oppe i terrænet som muligt.
- Minimumsdybden på grøften er 0,3 meter og max dybden er 0,75 meter

I forbindelse med den endelige projektering, når udløbspunkterne er indmåling med koter, skal det vurderes om de på nogle strækninger af grøften er relevant at udlægge et dræn i en stenkasse under grøften for at fange så mange af udløbende som muligt.

I forbindelse med indtegningen af grøften er, der lokaliseret nogle steder hvor bunden kommer til at lægge højt i terrænet og på nuværende grundlag kan det ikke vurderes om grøften skal graves dybere eller der eventuelt kan fortages en terrænhævning langs landsiden af grøften således at oversvømmelser undgås.

I forbindelse med projekteringen skal dimensionerne på grøfterne endeligt fastlægges blandt andet på baggrund af, at det skal fastlægges til hvilken endelig regnhændelse, der må forekomme "oversvømmelse" fra grøften. Her kan anvendes serviceniveauet i gældende spildevandsplan, som anført af kommunen.

Ved de 4 udløbspunkter etableres der rør gennem diget som muliggør, at vandet ved lavvandesituationer kan gravitere ud til fjorden. Rørene etableres med højvandsslukke som lukker ved høj vandstand, hvorefter pumperne skal træde i funktion.

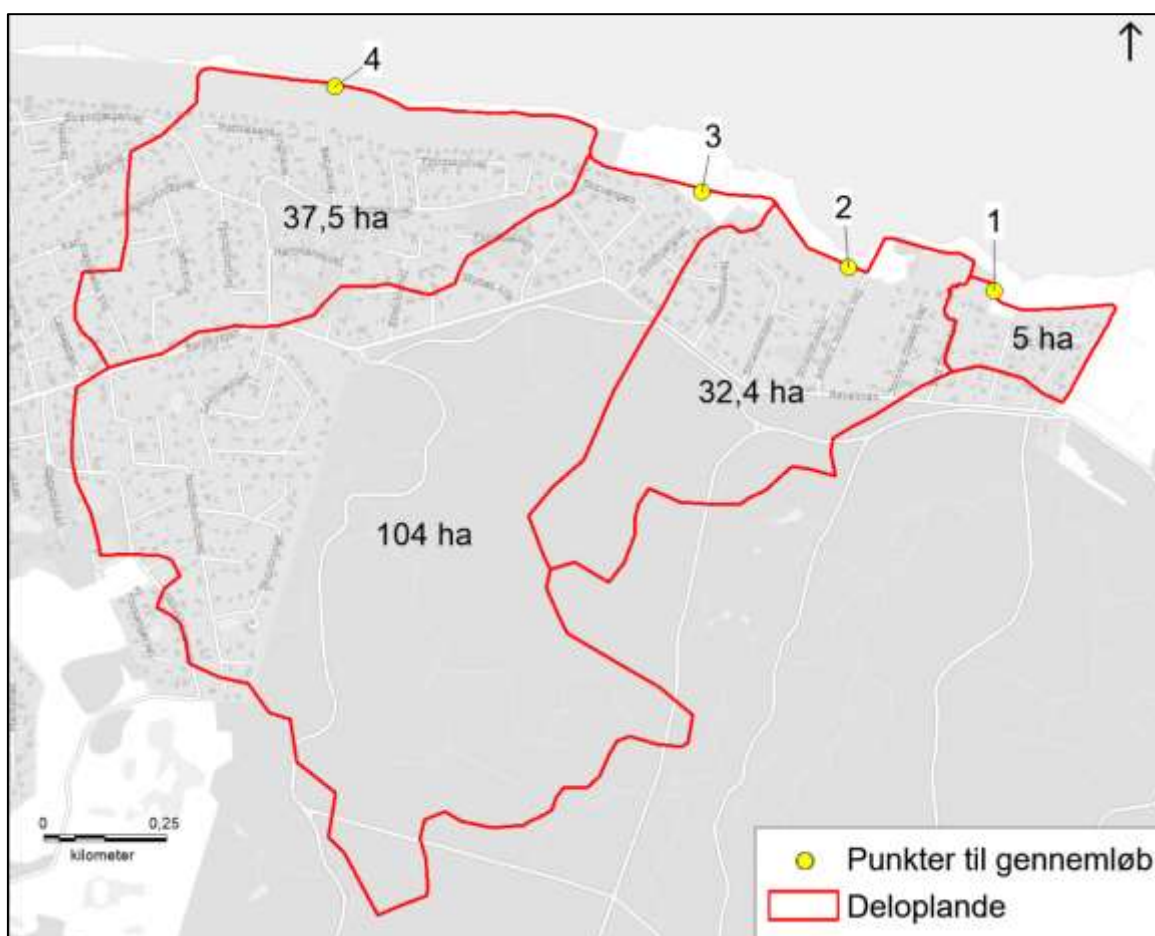
Det skal understreges at den beskrevne løsning opfattes som værende funktionel, men den præcise indstilling af pumperne vil være væsentlig. Det vil sige i hvilke vandstands niveauer pumperne skal starte. I nogle forløb af grøfterne vil der med den valgte løsning altid være en vis vandmængde i disse.

5.6.2 Placering af udløbspunkter

Placeringen af udløbspunkter/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.

I skitseprojektet fra 2017 (Frederikssund Kommune, 2017) er der angivet 3 udløbspunkter, mod vest for enden af Betulavej/Strandkanten, midt på digestrækket ved det eksisterende vandløb ca. udfør Goldbjergvej samt mod øst ved Tornvig Olsens Vej.

I forbindelse med udarbejdelsen af 3D modellen vurderes det nødvendigt at opdele det østlige område i 2 og dermed komme op på 4 udløbspunkter som angivet på Figur 40

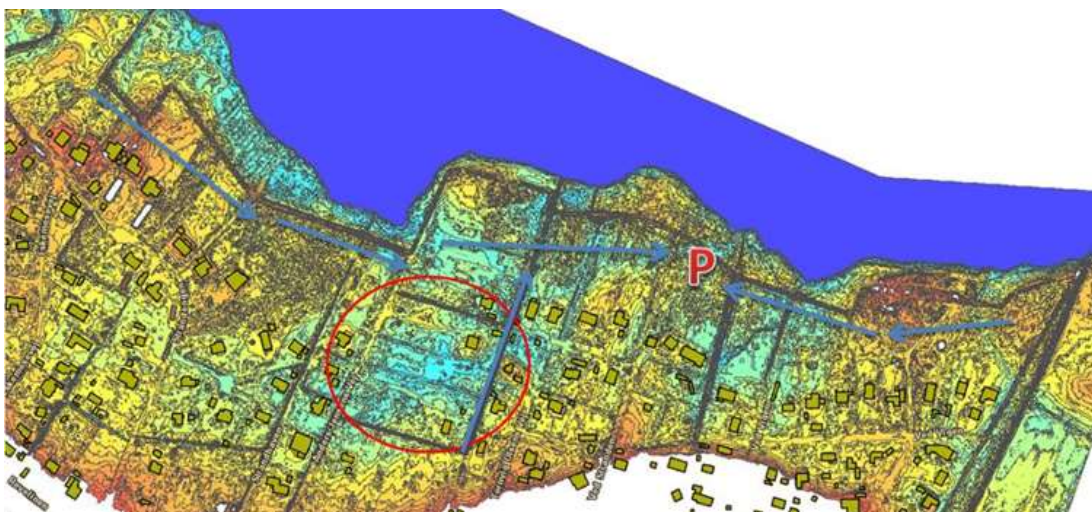


Figur 40 Placering af gennemløbspunkter, det planlagte dige og grøftning på landsiden af diget.

Udløbspunkt 1 og 2

Ved udarbejdelse af grøfterne i 3D modellen er det blevet tydeliggjort at den bemærkning som fremgår af skitseprojektet i 2017, omkring en højderyg ved Vigen er korrekt. I skitseprojektet 2017, er angivet, at det er muligt at rørlægge grøften under højderyggen, mens der i dette skitseprojekt forslås at området ændres til at have 2 udløbspunkter.

Pumpestationen ved Tornvig Olsens Vej fastholdes og der forslås etableret en yderligere pumpestation ved et eksisterende udløb mellem Ved Vigen og Ved Stranden, som er markeret med et P på Figur 41.

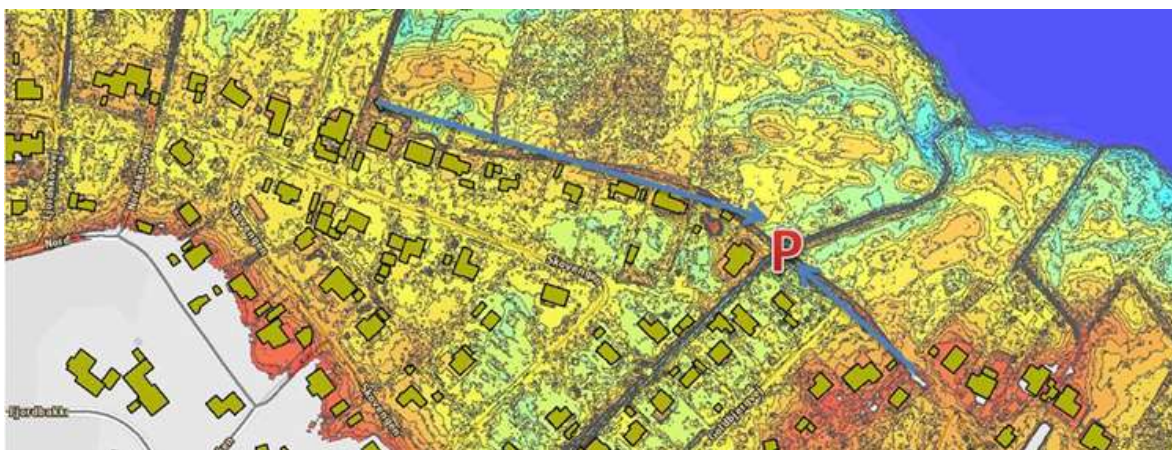


Figur 41 Den centralt/østlige del af projektområdet med koter, foreslået placering af pumpestation, grøft og område hvor der skal udgraves grøfter

Af Figur 41 fremgår terrænkoter i den centrale/østlige del af projektområdet. Ved Anders Jensens Vej, er et lavtliggende område med grøfter i mellem (rød cirkel på figuren). I dette område anbefales det, at grave grøfterne ud hele vejen ned til det nye dige for at sikre og optimere afstrømningen fra dette område (Frederikssund Kommune, 2017).

Udløbspunkt 3

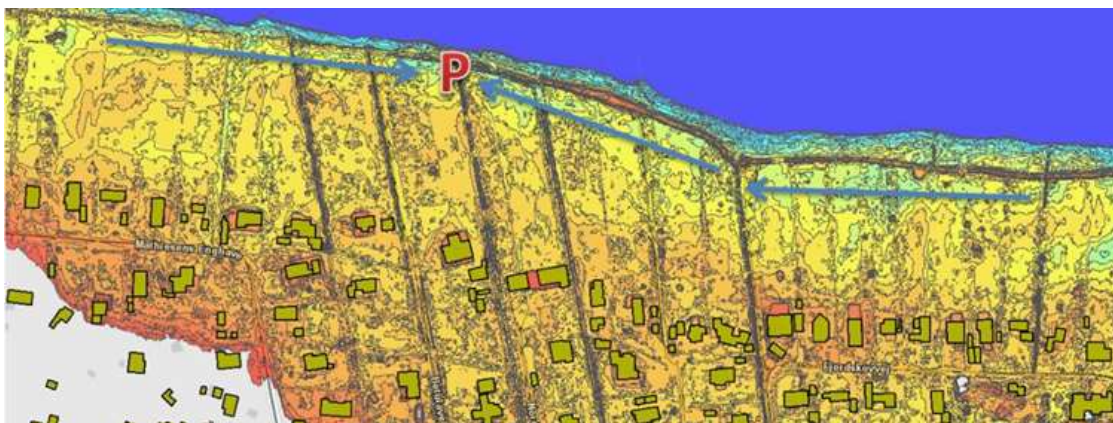
Af Figur 42 fremgår terrænkoter i den centralt/vestlige del af projektområdet omkring vandløbet, der kommer fra baglandet. Det foreslås, at pumpen (P) i dette område placeres ved vandløbet. Det anbefales ligeledes her at placere en grøft på bagsiden af diget, der kan transportere vand fra Nordskovvej i vest og Goldbjergvej i øst til pumpen.



Figur 42 Den centrale/vestlige del af projektområdet med koter og foreslået placering af pumpestation og drærende grøfter (Frederikssund Kommune, 2017).

Udløbspunkt 4.

I den vestlige del af projektområdet bør installeres en pumpe bag diget for enden af Betulavej/Strandkanten. Pumpen skal betjene området mellem Mathiesens Enghave og Nordskovvej. Det anbefales, at der graves en grøft på bagsiden af diget, hvor vand fra baglandet kan ledes ud og forsinkes inden pumpen hæver vandet over diget. Af Figur 43 fremgår terrænkoter i den vestlige del af projektområdet. Røde farver er højere terræn, blå lavere. Af figuren fremgår foreslået placering af pumpe (P) og afvandingskanaler (Frederikssund Kommune, 2017).



Figur 43 Koter og foreslået placering af pumpe og grøfter i den vestlige del af projektområdet (Frederikssund Kommune, 2017).

Koterne i området tillader, at der etableres grøft/areal med fald mod pumpestationen. Den laveste kote i området er omkring +0,7 m, og skal der etableres grøfter/forsinkelsesarealer i denne kote skal der afgraves mellem ca. 0,5 og 1 m i den resterende del af området.

5.6.3 Sikring af eksisterende udløb

Ved de 4 gennemløbspunkter etableres der rørføringer gennem diget som ved lavvande sikre afledning til fjorden via gravitation. Rørene etableres med højvandslukker som sikrer at disse lukkes ved høj vandstand i fjorden. Der etableres ligeledes en pumpestation ved de 4 gennemløbspunkter.

De resterende 13 kendte eksisterende udløb og eventuelle udløb som lokaliseres ved anlægsarbejdet, skal såfremt det er muligt kobles til grøften langs bagsiden på diget.

Der kan forekomme udløb som er beliggende under grøfte bunden, for disse kan det være relevant at fastholde udløbet og montere en kontraklap på udløbet samt etablere en brønd som muliggøre at vandet fra udløbet kan stuve op i grøften og dermed blive ledt til pumpestationerne.

5.6.4 Pumper

Der skal etableres 4 pumpestationer, placeret ved hver af de 4 udløbspunkter. Pumper tænkes udlagt som dykkede pumper i brønde eller betonbygværker.

Regulering af pumpeydelse vil ske på baggrund af måling af vandstand i pumpesumpen og disse skal justeres ind således, at pumperne ikke anvendes til sænkning af grundvandsspejlet, som til tider nærmest står i terræn nogle steder i området.

Pumperne skal dimensioneres til at kunne flytte den valgte afstrømning fra baglandet, samt de beregnede overskylsmængder vist i *Table 7* gældende for Niras 100 års hændelse og en digeskråning på 1:3. For beregning af pumpepriser er anvendt en løftehøjde på 2 meter og tryklængde på 10 meter.

I *Table 7* angiver den beregnet pumpekapacitet med udgangspunkt i at pumperne skal kunne håndtere en afstrømning på 0,36 l/sek/ha for det aktuelle opland samt den beregnet overskylsmængde ved en Niras 100 års hændelse)

Table 7. Beregning af pumpekapacitet ved et digeanlæg 1:3 på kystsiden

Område	Opland	Afstrømning fra bagland	Total overskyl (Niras 100 års hændelse)	Samlet pumpeydelse
Enheder	[ha]	[l/sek]	[l/sek]	[l/sek]
1 (Østlige)	32,4	12	146	158
2	5	2	2.207	2.209
3	104,1	38	173	211
4 (Vestlige)	37,5	14	324	338

6. Anlægsomkostninger

6.1 Anlægsomkostninger for diger med anlæg 1:3 havværts

Anlægsoverslaget er udført på baggrund af det beskrevne, tilrettede skitseprojekt (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

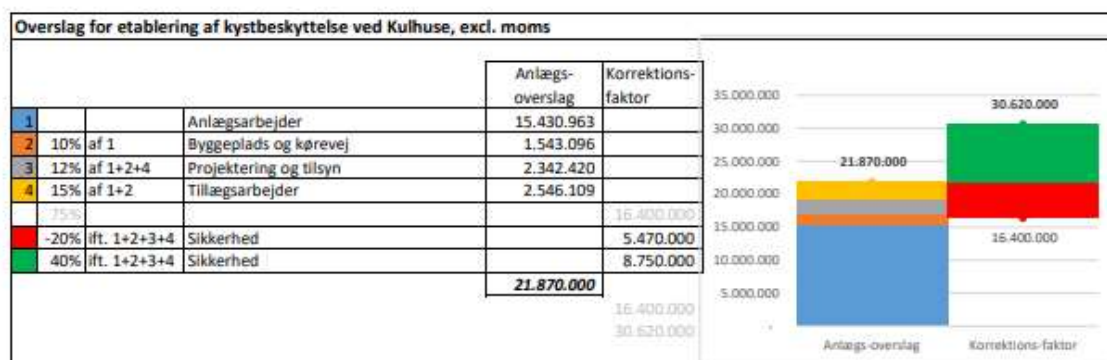
Overslaget indeholder en beregning af anlægsarbejderne. Tillægsarbejder, byggeplads og rådgivningsomkostninger er beregnet som en fastsat procent af det beregnet anlægsarbejde. Det er vigtigt at bemærke om de angivne beløb er inklusiv eller eksklusiv moms.

Da alle detaljer for projektet ikke er fastlagt på nuværende tidspunkt, tillægges anlægsoverslaget en korrektionsfaktor. Korrektionsfaktoren er afhængig af projektniveau, og det vurderes at kystbeskyttelsesprojektet i Kulhuse på nuværende tidspunkt har en detaljeringsniveau svarende til

et dispositionsforslag og derfor anvendes en et sikkerhedstillæg på -20/+40 % af det beregnet anlægsoverslag. Korrektionsfaktoren er baseret på erfaring og tilsigter at tage højde for konkurrenceforhold, kvalitetskrav afvigende fra gennemsnittet, valg af fabrikanter, geotekniske forhold, projektets størrelse mv. jf. bilag 6b.

Tabel 8 og Tabel 9 viser det samlede anlægsoverslag med omkostninger til anlægsarbejder, byggeplads, tillægsarbejder, rådgivning samt korrektions/sikkerhed henholdsvis ekskl. og inkl. moms.

Tabel 8 Samlet anlægsoverslag ved anlæg 1:3 havværts. (alle beløb er i kr. ekskl. moms).



Tabel 9 Samlet anlægsoverslag ved anlæg 1:3 havværts. (alle beløb er i kr. inkl. moms)

Overslag for etablering af kystbeskyttelse ved Kulhuse, incl. moms				Anlægs- overslag	Korrektions- faktor	Anlægsoverslag med korrektionsfaktor
1		Anlægsarbejder		19.288.704		
2	10% af 1	Byggeplads og kørevej		1.928.870		
3	12% af 1+2+4	Projektering og tilsyn		2.928.025		
4	15% af 1+2	Tillægsarbejder		3.182.636		
	75%				20.500.000	
	-20% ift. 1+2+3+4	Sikkerhed			6.830.000	20.500.000
	40% ift. 1+2+3+4	Sikkerhed			10.940.000	38.270.000
				27.330.000		

Beregningen af omkostningerne for anlægsarbejderne af kystbeskyttelsestiltagene, hvor det angivet berørte areal og jordmængde er fremkommet af den udførte 3D-model af det nye dige.

Digerne etableres som jorddiger, dog etableres det vestlige tværdige ved Mathisens Enghave som en spuns, hvor delen af spunsen over terræn beklædes med træ. Der er beskrevet detaljer omkring dette, og i øvrigt kystbeskyttelsens udformning, i afsnit 5.3.

I forbindelse med beregning af omkostninger til pumper er anvendt den angivet pumpekapacitet i afsnit 5.6.4 og dermed ikke pumper som vil kunne sikre 100 % afvanding ved skybrud eller såfremt, at der forekommer en Bodil hændelse.

Som aftalt er der i beregningen af anlægsarbejderne medtaget en omkostning på 770.000 kr. ekskl. moms for udbedring af skader på Revelinen efter endt arbejde. Det forslås, at der afholdes vejsyn med fotoregistrering før anlægsarbejderne, samt efter endt anlægsarbejde, hvor det fastslås i hvilket omfang digeprojektet skal bekoste renovering af Revelinen, og i hvilket omfang det er vejlaget. (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019)

Anlægsberegningen omfatter på baggrund af besigtigelsen d. 8. december 2018 og mødet d. 19. januar 2019, etableringen af 15 overgange, hvoraf de 4 er til biler/både, og de resterende 11 er til gående

For retablering med græs på diget og langs dette er medregnet 12 meters bredde for selve diget og 10 meters bredde langs dette.

Tabel 10 viser en opsamling af beregningen for anlægsarbejderne ekskl. moms, mens den endelige beregning fremgår af bilag 6a.

Tabel 10 Anlægsberegning Kystbeskyttelse Kulhuse ved anlæg 1:3 havværts. (Alle beløb er i kr. ekskl. moms).

De angivet beløb er excl. moms

Anlægsarbejderne for etablering af kystbeskyttelse ved Kulhuse				kr.	15.430.963
Beskrivelse				Total	
Rydning				kr.	876.510
Muld og stenafrømning				kr.	599.065
Etablering af kernen på dige				kr.	5.644.721
Udlægning af muld (10 cm muld)				kr.	645.150
Håndtering af bagvand				kr.	4.234.000
Etablering af overgange				kr.	472.680
Retablering				kr.	2.958.838

Udgifterne til rådgivning ifm. udarbejdelse af projektering, myndighedsansøgninger, udbud og tilsyn vurderes at udgøre ca. 12 % af anlægsomkostningerne. Beløbet indeholder ligeledes myndighedsbehandlingen men vil ikke være dækkende, såfremt der bliver behov for rådgivning i evt. klagesager.

Ligeledes indeholder udgifterne til rådgivning et gennemsnitligt forbrug til koordinering og information til Digeforeningen og borger. Det må dog forventes, at omkostninger til yderligere afklaringer ift. digelagets vedtægter, arbejde med partsfordelingen og evt. deltagelse i diverse borgermøder ikke kan indeholdes i de 12%. Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt og med det nuværende grundlag at fastlægge omkostningerne til dette.

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

6.2 Anlægsomkostninger for diger med anlæg 1:6 havværts

På baggrund af arbejdet med beregningen af overskylsmængderne er det foreslået at projektet tilrettes, således at digets anlæg på havværts side ændres fra anlæg 1:3 til 1:6. en ændring af anlægget, medføre ligeledes ændringer af overskylsmængderne og dermed kravet til kapaciteten af pumperne.

I Tabel 11 angiver den beregnet pumpekapacitet med udgangspunkt i at pumperne skal kunne håndtere en afstrømning på 0,36 l/sek/ha for det aktuelle opland samt den beregnet overskylsmængde ved en Niras 100 års hændelse

Tabel 11 Beregning af pumpekapacitet ved et digeanlæg 1:6 på kystsiden

Område	Opland	Afstrømning fra bagland	Total overskyl (Niras 100 års hændelse)	Samlet pumpeydelse
Enheder	[ha]	[l/sek]	[l/sek]	[l/sek]
1 (Østlige)	32,4	12	0	12
2	5	2	64	66
3	104,1	38	0	38
4 (Vestlige)	37,5	14	0	14

Da der er behov for pumper med mindre kapacitet end ved anlæg 1:3, medføre etablering af diger med anlæg 1:6 en besparelse på etablering af pumper. Derudover forekommer der endvidere en besparelse på den kommende drift i form at mindre elforbrug, samt på sigt vil nye pumper være væsentligt billigere.

Ændringen af anlægget på digerne medføre, at der skal ryddes samt afrømmes vækstlag/muldjord på yderligere 16.648 m² samt tilføres yderligere 12.331 m³ råjord. Dette medfører en øget anlægsomkostning

Omkostningerne til anlægsarbejder for etablering af diget med anlæg 1:6 øges med ca. 3mio kr. ex. moms , dertil kommer forhøjelsen af de procentmæssige beregnet omkostninger som byggeplads, tillægsarbejder, byggeplads og rådgivningsomkostninger

Tabel 12 Anlægsberegning Kystbeskyttelse Kulhuse ved anlæg 1:6 havværts. (Alle beløb er i kr. ekskl. moms).

De angivne beløb er excl. moms

Anlægsarbejderne for etablering af kystbeskyttelse ved Kulhuse				kr.	18.547.780
Beskrivelse				Total	
Rydning				kr.	876.510
Muld og stenafrømning				kr.	599.065
Etablering af kernen på dige				kr.	5.644.721
Udlægning af muld (10 cm muld)				kr.	645.150
Håndtering af bagvand				kr.	2.434.000
Etablering af overgange				kr.	472.680
Retablering				kr.	2.958.838
Meromkostning anlæg 1:6 havværts				kr.	4.916.817

Herunder i Tabel 13 og Tabel 14 fremgår den samlede anlægsomkostning inkl. byggeplads, tillægsarbejder og rådgivning, henholdsvis uden og med moms.

Tabel 13 Samlet anlægsoverslag ved anlæg 1:6 havværts. (alle beløb er i kr. ekskl. moms).

Overslag for etablering af kystbeskyttelse ved Kulhuse, excl. moms					
			Anlægs-overslag	Korrektions-faktor	
1		Anlægsarbejder	18.547.780		
2	10% af 1	Byggeplads og kørevej	1.854.778		
3	12% af 1+2+4	Projektering og tilsyn	2.815.553		
4	15% af 1+2	Tillægsarbejder	3.060.384		
	75%			19.710.000	
	-20% ift. 1+2+3+4	Sikkerhed		6.570.000	
	40% ift. 1+2+3+4	Sikkerhed		10.520.000	
			26.280.000		
				19.710.000	
				36.800.000	

Table 14 Samlet anlægsoverslag ved anlæg 1:6 havværts. (alle beløb er i kr. inkl. moms).

Overslag for etablering af kystbeskyttelse ved Kulhuse, incl. moms					
			Anlægs- overslag	Korrektions- faktor	Anlægsoverslag med korrektionsfaktor
1		Anlægsarbejder	23.184.724		
2	10% af 1	Byggeplads og kørevej	2.318.472		
3	12% af 1+2+4	Projektering og tilsyn	3.519.441		
4	15% af 1+2	Tillægsarbejder	3.825.480		
	75%			24.640.000	
	-20% ift. 1+2+3+4	Sikkerhed		8.210.000	24.640.000
	40% ift. 1+2+3+4	Sikkerhed		13.140.000	45.990.000
			32.850.000		

7. Konsekvenser

I dette afsnit beskrives konsekvenserne forbundet med etablering af nyt dige samt de tilhørende foranstaltninger. De primære konsekvenser er inddragelse af det beskyttede naturområde og beskyttede dige, som skal reetableres andet steds.

7.1 Anlæg

Diget bliver udført op til kote +2,40 m DVR90 (kystnæredige) eller +2,20 m DVR90 (landdige). Dette vil nogle steder bevirke en reduceres udsigt over Roskilde Fjord fra ejendomme i første række. Ved alle offentlige stier til stranden vil der over diget blive etableret overgange til fodgængere, hvorpå de nuværende adgangsforhold opretholdes.

Anlæg af diget forventes foretaget fra eksisterende adgangsveje. Det må derfor forventes at der lokalt i arbejdsområdet vil være begrænset adgang til stranden, og at eksisterende adgangsveje vil blive spærret i perioder under anlægsarbejdet. Under anlægsarbejdet vil der lokalt være en begrænset støjmængde fra anlægsmaskiner, hvilket kan medføre lokale gener.

I anlægsfasen af diget, kan det blive nødvendigt at fælde enkelte træer. Det kan dog vedtages, at der plantes nye træer som kompensation. Dele af det planlagte dige løber gennem private matrikler, hvorved adgangen til dele af disse grunde mindskes. Det er umiddelbart vurderingen at der ikke er træer der påtænkes fældet, der er egnede som opholds-, yngle-, eller overvintringssted for flagermus, med undtagelse af den helt østlige del af diget. Ved eventuel ændring af den detaljerede placering af diget vil der være behov for ny vurdering af dette forhold. Forholdet omkring træfældning og diget ved Frederik d. VII's stiftelse i den østlige del er beskrevet i afsnit 7.2.2 og 7.2.4.

7.2 Naturbeskyttelse

Digets placering er vist på Figur 30 og er placeret for at sikre minimum konflikt med naturbeskyttelsen i området og sikre funktionaliteten af diget. (Frederikssund Kommune, 2017).

Arealinddragelse til diget forekommer flere steder, hvor der er afgrænset § 3 strandenge ind mod sommerhus/boligområdet, jf. Figur 44. Øst for sommerhusbebyggelsen planlægges diget lagt på vestsiden af grøften, der også udgør grænsen for Natura 2000-område N136. Diget lægges derved uden for Natura 2000-området. Mod syd skal der etableres ca. 100 m dige langs Revelinen i kanten af Natura 2000-området, men stadig udenfor dette (Frederikssund Kommune, 2017).



Figur 44 Beskyttet strandeng (§3) (lyseblå) og dige-forslaget (sort) (Fra (Miljøportalen, 2020).

7.2.1 § 3 strandeng

Placering af diget havværts for eksisterende dige vil ved en søværts hældning på 1:3 medføre inddragelse af ca. 8 % (6.000 m²) af det nuværende §3 strandengsareal (ca. 73.300 m²), hvilket umiddelbart vurderes som en negativ påvirkning af naturtypen. Arealinddragelsen minimeres ved, at arbejdsvej og arbejdsområder placeres landværts for diget (Frederikssund Kommune, 2017). Ved etablering af et dige med søværts hældning på 1:6 forøges mængden af inddraget §3 strandeng med ca. 2.500 m². Da diget hæver sig over terræn, vil vegetationen på diget formentligt ændre sig til strandoverdrev på grund af de mere tørre forhold på diget (Frederikssund Kommune, 2017).

Som beskrevet i det indledende afsnit er strandengsarealerne ikke omfattet af Naturbeskyttelseslovens §3. Projektet kræver derved ikke dispensation efter denne bestemmelse.

7.2.2 Fredskov

Diget er placeret indenfor vejen der afgrænser Jægerspris Nordskov mod nord for at minimere påvirkning og fældning af fredskoven. Projektet kan medføre fældning af enkelte, større træer i kanten af fredskoven (< 10 træer). Se nærmere revurdering under afsnit om Bilag IV-arter.

Rydning af skov beskyttet som fredskov kræver dispensation fra kommunen (idet der er tale om et kystbeskyttelsesprojekt) og medfører oftest krav om etablering af erstatningsskov, sædvanligvis i et arealmæssigt forhold på 1:2. Der har været dialog med Frederik d. VII's stiftelse omkring dette forhold.

7.2.3 Sten- og jorddiger

Diget placeres i høj grad ved siden af de eksisterende, beskyttede sten- og jorddiger i området. Projektet vil således kun sporadisk påvirke disse.

7.2.4 Bilag IV-arter

Området kan være yngle- og rasteområde for markfirben og flagermus opført på habitatdirektivets bilag IV.

De eksisterende stendiger kan være levested for markfirben i området. Det foreslåede dige i dette projekt er derfor placeret som udgangspunkt ved siden af de eksisterende sten- og jorddiger for at undgå påvirkning af yngle og rastepladser for markfirben i området. Der vil dog også være steder hvor det nye dige etableres ovenpå det eksisterende dige. Dette vil der blive taget stilling til ved detailprojekteringen. Det nye dige vurderes derfor ikke at påvirke de nuværende levesteder for markfirben direkte. Stenene på det eksisterende dige anvendes alene som opholdssteder for "opvarmning", men væsentligste ynglesteder vil være vegetationsfrie skrånende sandflader. Sådanne steder kan, hvis det ved detailprojekteringen vurderes som nødvendigt, etableres andre steder i området.

Ved etablering af den sydlige del af diget ved Nordskoven kan medføre behov for fældning af træer. Da diget ikke skal være så højt på denne strækning, er dette forhold endnu ikke afklaret. Vurderet ud fra luftfoto er der tale om store løvtræer i dette område. Fældning af flagermusegnede (med stammediameter > 50 cm, furer eller hulheder) store træer kan potentielt påvirke raste og ynglesteder for flagermus i området. Fældning af gamle træer med hulheder skal gennemføres udenfor yngle- og overvintringsperioderne jfr. bestemmelserne i artsfredningsbekendtgørelsen, hvor der fremgår et generelt forbud mod fældning af hule træer og træer med flagermus, undtaget perioden 1. september til 31. oktober. Kan denne periode ikke overholdes, bør forekomst af flagermus i gamle træer med hulheder altid undersøges så det inden fældning kan afvises, at flagermus raster i træet.

I forbindelse med projekteringen skal der derfor foretages nærmere vurderinger og konkretiseringer af tiltag i henhold til Habitatdirektivet for at sikre at projektet ikke påvirker områdets økologiske funktionalitet for flagermus.

De øvrige nævnte bilag IV arter, grøn mosaikguldsmed og spidssnudet frø, har ikke levesteder, der påvirkes ved etablering af diget. Begge arter er primært tilknyttet søer, guldsmeden specifikt søer med krebseklo, men denne naturtype påvirkes ikke ved etablering af kystbeskyttelsen.

7.2.5 Natura 2000-områder

Projektområdet ligger umiddelbart øst for Natura 2000-område nr. 136 (Roskilde Fjord og Jægerspris Nordskov) og medfører ikke arealinddragelse i området og direkte påvirkning af området. Der er udarbejdet en såkaldt væsentlighedsvurdering omkring denne potentielle påvirkning (WSP, 2020).

Det skal ligeledes vurderes i forbindelse med den endelige projektering om dige- projektet kan have påvirkning på Natura 2000-område N136, de tilknyttede Habitatområde H120 og H199 og Fuglebeskyttelsesområderne F105 og F107, og om der skal laves supplerende vurderinger for bilag IV-arterne markfirben og flagermus.

En indledende Natura 2000-konsekvensvurdering af mulige påvirkninger af Natura 2000-området (væsentlighedsvurdering) skal foretages i henhold til Bekendtgørelse (BEK nr. 874 af 02/09/2008) om administration af internationale naturbeskyttelsesområder 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 § 3 stk.1. denne væsentlighedsvurdering er som omtalt udarbejdet (WSP, 2020).

7.3 Planforhold

Det vurderes at der ikke er forhold i kommuneplanen, der hindrer etablering af et dige på det givne sted.

Skemaet nedenfor referer planforholdene.

Tabel 15 Planforhold der gælder for sommerhusområdet.

Planforhold	Overensstemmelse	Uoverensstemmelse	Aktion
Kommuneplan	Overensstemmelse		Ingen
Kommuneplan	Overensstemmelse.		Ingen
Ramme S 6.1. Zone		Sommerhusområde	Ingen

7.4 Landskab og visuelle forhold

Området er karakteriseret ved det flade strandengsarealer og det landskabelige samspil med udsigterne over vandet.

Etablering af et dige i op til +2,40 meters højde vil ændre oplevelsen af strandengsareal med udsigt over vandet.

Det anbefales at den landskabelige bearbejdning af højvandsbeskyttelsen udføres så den understøtter det ønskede naturpræg langs kysten. Det anbefales at der foretages en landskabelig

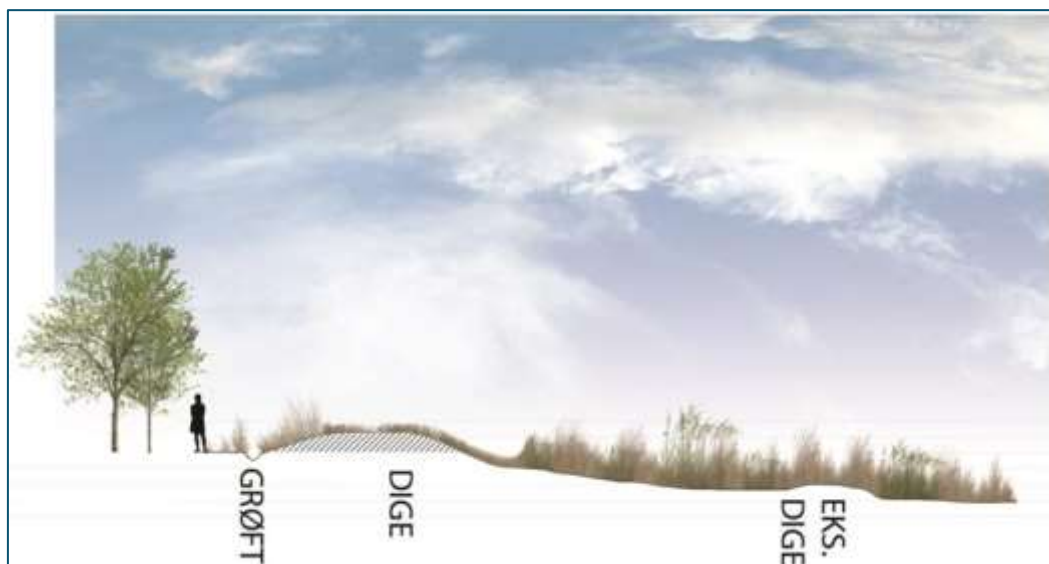
viderebearbejdning af den eksisterende sti foran det eksisterende dige, da stiens nuværende fremkommelighed er meget varieret.



Figur 45 Foto af eksisterende kyststrækning med det flade strandengsareal. Til venstre i billedet ses eksisterende dige.



Figur 46 Foto der viser den dårlige tilgængelig for gående langs vandet.



Figur 47 Illustrationen viser snit af foreslåede dige bag det eksisterende dige.

7.5 Økonomiske konsekvenser

I anlægsfasen vil husejerne opleve støj og vibrationer samt inddragelse af arealet til selve anlægskonstruktion og de dermed forbundne aktiviteter og begrænsninger, herunder arbejde med grøftegravning og afspærring af den rekreative værdi, som er forbundet med strandområdet. Hvis anlægsperioden vælges at foregå over højsæsonen, vil husejerne miste udlejningsindtægter fra sommerhus-udlejning.

Den afledte samfundsøkonomiske effekt af digeanlægget vil efter projektets afslutning, omfatte de direkte økonomiske fordele for boligejerne samt de afledte rekreative værdier for borgere og besøgende.

De tilskrevne værdiforringelser, som blandt andet er fulgt med stormen Bodils oversvømmelse af boligområdet og de forværrede konsekvensscenarier af klimaændringerne, vil formentlig blive ophævet umiddelbart efter færdiggørelsen. Dette vil gælde for både for sommerhus- og helårsbeboelserne.

Den største effekt ved husejernes værdistigning vil blive realiseret i form af bankernes dæmpning af den eksisterende risikovurdering, med en udvidelse af husejernes friværdi som følge heraf. Det vil give husejerne større indtægter ved salg, samt mulighed for optag af større lån, til mindre rente. Endelig vil fjernelsen af risici for klimaskader positivt påvirke husejernes forsikringsudgifter.

Frederikssund Kommune vil opleve et ændret indtægtsgrundlag afledt af indtægtsstigninger fra ejendomsskatter og afgifter ved et afledet mersalg. Derudover vil kommunen formentlig spare på driftsudgifter til det rekreative område, som følge af færre oversvømmelser og eventuelle sagsbehandling og varslings-system i området.

7.6 Afstrømningsmæssige konsekvenser

Såfremt de beskrevne afhjælpninger med underføringer og kontraklapper samt pumper udføres, vurderes der ikke at være nogle negative konsekvenser ved projektet i forhold til nuværende forhold. Der vil derimod være tale om en fastholdelse af de nuværende forhold omkring afstrømning, svarende til den beskrevne såkaldte 0-løsning.

8. Fastlæggelse af digelag

Den 30. maj 2017 blev 'Digeforening Kulhuse under Stiftelse' oprettet på stiftende generalforsamling (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Digeforeningens formål er:

- At være repræsentant for de kommende medlemmer af 'Digelaget Kulhuse' i forhandlinger med Frederikssund Kommune og øvrige interessenter.
- At forestå udarbejdelse af udkast til vedtægter for den kommende 'Digelaget Kulhuse'.
- At indkalde til stiftende generalforsamling og afholdelse af denne for den kommende 'Digelaget Kulhuse'.
- At sikre at berørte grundejere bliver løbende informeret.

Digeforeningens medlemmer er 2 repræsentanter for i alt 12 grundejerforeninger samt 1 repræsentant for berørte enkelparceller, i alt 25 medlemmer.

8.1 Parter i et digelag

De lodsejergupper, der optræder som naturlige parter i et digelag, defineres i kystbeskyttelseslovens §9a som ejere af fast ejendom, som opnår en beskyttelse eller anden fordel ved foranstaltningen

I dette kommunale fællesprojekt har Digeforeningen i et udkast til bidragsfordeling fastsat, at projektets omkostninger fordeles blandt ejere af fast ejendom, der opnår en materiel beskyttelse med forudsætning om ensartet nytteværdi indenfor området med materielle effekter af kystbeskyttelsen samt med forudsætning om ensartet nytteværdi over anlæggets levetid (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Digeforeningen har besluttet nedenstående vurderingskriterier, for hvorvidt en matrikel skal indgå som part i digelaget (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

"Bidragsydere og medlemmer af Digelaget er ejere af matrikler (beliggende på landværts side af diget) hvor størstedelen af terrænet, under bygninger registreret i BBR som godkendt til overnatning, er beliggende under kote 2.20 m ved digelagets etablering.

Endvidere er ejere af ubebyggede grunde hvis hele terræn er beliggende under kote 2.20 bidragsydere.

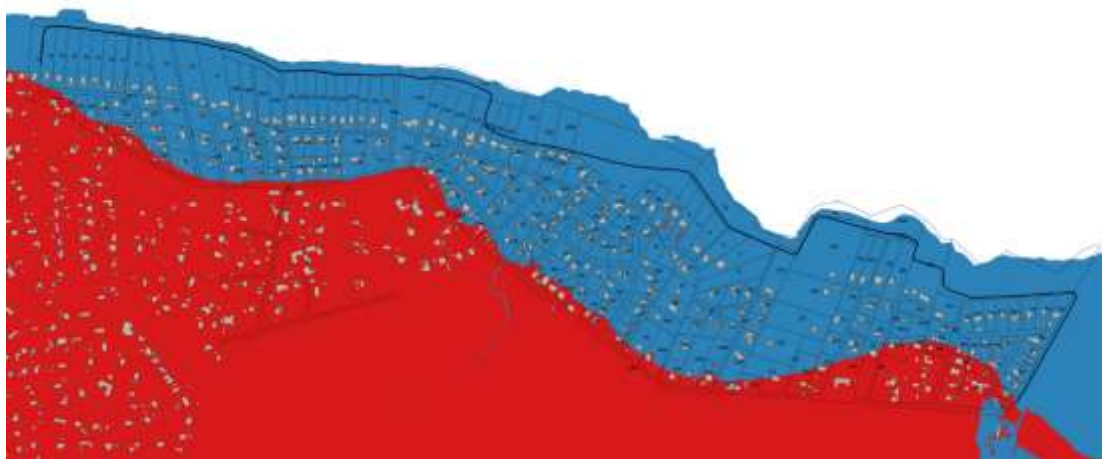
Hvis forholdene ændres på den enkelte matrikel efter digelagets etablering (f.eks. ved opdeling/udstyknings af grunde, nedrivning af hus og etablering af nyt hovedhus, terrænforskudt tilbygning) behandles evt. krav om bidrag og medlemskab af Digelaget ad hoc, i et samarbejde mellem Digelaget og Frederikssund Kommune"

”Dette uanset om huse er hævet ved at være anbragt på pæle eller ved opfyldning af terrænet”
(Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Digeforeningen har besluttet, at vejarealer og fællesarealer (matrikler) uden bygninger ikke indgår som part (Frederikssund Kommune og Orbicon, 2019).

Til brug for partsfordelingen er anvendt en terrænanalyse udarbejdet på baggrund af højdedate fra Danmarks Højdemodel DHM2015, som er fremkommet ved laserscanning med fly, og som fastlægger terrænkoten i et net med sidebredde 0,4 m.

Den blå markering på Figur 48 og i bilag 2 angiver det område, der ligger lavere end sikringskoten på 2,20 m DVR90 og den røde markering, det område, der ligger højere end sikringskoten. Matrikler med blå markering (på landværts side af diget) opnår derfor nytte af diget og indgår i partsfordelingen i så fald, at de falder inden for de ovenfor angivne retningslinjer for partsfordelingen. Den sorte linje angiver det foreslåede digetracé.



Figur 48 Matrikler med terræn under kote 2,20 m DVR90 markeret med blå. Terrænkote over 2,20 m DVR90 markeret med rødt. (Frederikssund Kommune, 2017).

8.1.1 Matrikel 10, udtrædelse af digelag

På bestyrelsesmøde d. 21. marts 2019 (Møde b 2018) blev det vedtaget at lade matrikel 10 udtræde af digelaget, og diget placeret langs skel af nabomatrikel 1p:

”Tværdiget mod vest tilstræbes lagt i skellet mellem de to sidste parceller (10 og 1p), således at de to parter ”deler smerten”. Den præcise linjeføring og udformning er aftalt med Orbicon. Det indgår også i aftalen at yderste parcel (10) ikke behøver at være medlem af digelaget, da vedkommende parcel ikke er beskyttet af diget”

8.2 Etablering af et digelag

Digeforeningen er ved at udarbejde et udkast til vedtægter for digelaget.

På baggrund af de definerede kriterier, for hvem der skal indgå som parter i digelaget, har Digeforeningen fastlagt i udkast, hvem der skal være medlemmer af digelaget og dermed part i udgiftsfordelingen.

Af bilag 3 fremgår en oversigt over de matrikler som iht. Digeforeningens udkast skal indgå i digelaget. Der er samlet 210 stk.

Det er kommunalbestyrelsen, der skal godkende vedtægt og bidragsfordeling.

Når dette er på plads, indkaldes de grundejere, der skal indgå i digelaget, til en stiftende generalforsamling, hvor vedtægterne drøftes og vedtages.

9. Myndighedsforhold

9.1 Ændret lovgivning

Etablering af kystbeskyttelsesdiget ved Kulhuses nordøstlige kyst gennemføres som et kommunalt fællesprojekt efter Bekendtgørelse af lov om kystbeskyttelse af 27. maj 2020 (Bekendtgørelse, 2020) og berører en række myndighedsforhold, som beskrives overordnet i dette afsnit.

I *kommunale fællesprojekter* er det kommunen eller én eller flere grundejere, som tager initiativ til at igangsætte en proces. Det er projekter, som omfatter beskyttelse af flere ejendomme, og hvor kommunen formelt står som beslutningstager på projektets udformning og finansiering.

Siden fremkomsten af skitseprojektet er der sket en ændring af Kystbeskyttelsesloven, som bevirker en lang række forenklinger af myndighedsprocessen.

Den vigtigste ændring er, at beslutningskompetencen ved meddelelse af tilladelse efter Kystbeskyttelsesloven som hovedregel samles hos kommunen. Endvidere forenkles myndighedsprocessen for kommunale fællesprojekter, således at en række dispensationer og tilladelser efter anden lovgivning inkluderes i kystbeskyttelsestilladelsen.

For strandenge, som pr. 1. juli 1992 er beliggende i sommerhusområde, gælder naturbeskyttelseslovens §3 stk. 2 kun for tilstandsændringer til landbrugsformål (jævnfør §1 i BEK nr. 1067 af 21. august 2018 (Bekendtgørelse, 2018)). Dette betyder, at de §3-beskyttede strandengsarealer mellem kysten og sommerhusområdet ikke er beskyttet for den tilstandsændring som etablering af et dige medfører, og ikke udløser krav om etablering af erstatningsnatur.

Sten- og jorddiger, der tidligere var beskyttet i medfør af museumslovens §29a, har fået ophævet beskyttelsen når det drejer sig om etablering af diger efter Kystbeskyttelsesloven, jf. §29b stk. 2 i LBK nr. 358 af 8. april 2014 (Bekendtgørelse, 2014). Dette får betydning for de jorddiger, som er beliggende mellem kysten og sommerhusområdet.

Desuden betyder lovændringen, at dispensation for terrænmæssige indgreb i et fredet område iht. naturbeskyttelseslovens §50, som tidligere henhørte under fredningsnævnet, i dag meddeles af kommunen som led i kystbeskyttelsestilladelsen. Tilsvarende gælder, at dispensation for anlægsarbejder indenfor arealer omfattet af en skovbyggelinje i medfør af naturbeskyttelseslovens §17 inkluderes i en kystbeskyttelsestilladelse. Tilstandsændringer i områder udpeget som fredskov iht. skovloven, som tidligere skulle dispenseres ved ansøgning til Naturstyrelsen iht. skovlovens §38, kan i dag inkluderes i en kommunal kystbeskyttelsestilladelse. Dog skal tilladelsen efter Kystbeskyttelsesloven meddeles med vilkår om, at et andet areal bliver fredskovpligtigt (erstatningskov).

Alle tre ovennævnte lovområder får betydning for den del af tværdiget, som måtte berøre området i Jægerspris Nordskov øst for projektområdet.

Etablering af højvandslukker i eksisterende udløb af private vandløb, som blokeres af diget, krævede tidligere en særskilt tilladelse efter §6 i vandløbsloven. Regelforenklingen betyder, at afgørelsen efter vandløbsloven inkluderes i afgørelsen efter Kystbeskyttelsesloven.

Forenklingen i myndighedsprocessen får dog ingen indflydelse på reglerne i Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (Miljøvurderingsloven, 2018). Af denne lov fremgår, at et digeprojekt, der er omfattet af lovens bilag 2, punkt 10k, ikke må påbegyndes, før der er foretaget en kommunal afgørelse om, at projektet ikke kan få en væsentlig indvirkning på miljøet. Hvis screeningsafgørelsen viser, at projektet kan få en væsentlig indvirkning på miljøet, skal der gennemføres en miljøvurdering af projektet.

Tilsvarende skal der stadig foretages en væsentlighedsvurdering iht. Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter (Habitatbekendtgørelsen , 2018) idet dele af projektområdet grænser op til Natura 2000-område N-136 Roskilde Fjord og Jægerspris Nordskov. Hvis væsentlighedsvurderingen ikke kan afvise en påvirkning af Natura 2000-området skal der gennemføres en Natura 2000-konsekvensvurdering. Regelforenklingen har dog medført, at kommunen er den kompetente myndighed, i forhold til tidligere hvor myndigheden var Kystdirektoratet.

I det omfang, der skal tilkøres jord til opbygning af digerne, vil der eventuelt skulle anvendes jord, der kræver tilladelse efter Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord (Jordflytningsbekendtgørelsen, 2015), hvor kommunen er myndighed.

9.2 Ændret proces for myndighedsarbejdet

Lovforenklingen har betydning for den myndighedsproces, som et kommunalt fællesprojekt gennemløber.

Den nye procesplan fremgår af bilag 4.

Den væsentligste ændring er, at kommunalbestyrelsens afgørelse om fremme ikke kan påklages til anden administrativ myndighed.

Sideløbende med projektudarbejdelsen udarbejdes en VVM-screening og en væsentlighedsvurdering i henhold til Habitatbekendtgørelsen.

Når projektforslaget sendes i høring, sendes samtidig resultatet af VVM-screeningen og væsentlighedsvurderingen i høring hos berørte myndigheder.

Høringsprocessen tager minimum 4 uger og kan forlænges, hvis der besluttes at afholde offentligt møde om projektet.

Når høringsperioden er tilendebragt følger en periode, hvor høringssvar skal indarbejdes, og projektet kan ændres. I samme periode tager kommunen stilling til, om VVM-screeningen og væsentlighedsvurderingen udløser hhv. en miljøvurdering og en Natura 2000-konsekvensvurdering.

Hvis det sidste er tilfældet, sættes myndighedsprocessen i bero indtil VVM-proceduren og Natura 2000-proceduren er tilendebragt.

Hvis kommunen vurderer, at de indkomne høringssvar er minimale og ikke berører andre end de, der ved indsigelse har foranlediget ændringen, udløser projektændringen ikke en ny høringsperiode. Hvis ændringerne er så væsentlige, at der foreligger et nyt projektforslag, skal det sendes i ny høring.

Når høringsperioden er overstået, kan kommunalbestyrelsen meddele tilladelse til gennemførelse af et kommunalt fællesprojekt. Tilladelsen kan *i sin helhed* påklages til Miljø- og Fødevareklagenævnet, det vil sige både for sit tekniske og økonomiske indhold.

Tilladelsen efter kystbeskyttelseslovens §3 skal dog indeholde oplysninger om, hvilke afgørelser efter anden lovgivning tilladelsen erstatter. En afgørelse om at VVM-screeningen ikke udløser en miljøkonsekvensvurdering (VVM) samt en afgørelse om, at væsentlighedsvurderingen ikke udløser en Natura 2000-konsekvensvurdering, indarbejdes i den endelige kommunale tilladelse efter Kystbeskyttelsesloven.

9.3 Projektets nuværende stade

Projektets nuværende stade er, udarbejdelsen af dette sammenskrevne skitseprojekt. Der vil først efter møde med lodsejerne på grundejermøde eventuelt være basis for udarbejdelse af detailprojekt og myndighedsansøgning. Der er ikke på nuværende tidspunkt truffet beslutning om eventuel bidragsfordeling og vedtægter for digelag.

10. Referencer

- Bekendtgørelse . (2014). *Bekendtgørelse af Museumsloven 1067 af 21. august 2014.*
- Bekendtgørelse. (2018). *Bekendtgørelse om beskyttede naturtyper af 21. august 2018.*
- Bekendtgørelse. (2020). *Bkendtgørelse af lov om kystbeskyttelse af 27 maj 2020.*
- Digeforeningen møde januar. (2019). *Møde i bestyrelsen 10. januar.*
- Digeforeningen møde marts. (2019). *Møde i bestyrelsen 21 marts 2019.*
- EurOtop. (2018). *Manual on wave overtopping of sea Manual on wave overtopping of sea .*
www.overtopping-mnual.com.
- Frederikssund Kommune. (2017). *Kulhuse- Højvandsbeskyttelse.*
- Frederikssund Kommune og Orbicon. (2019). *Supplement til skitseprojekt.*
- Habitatbekendtgørelsen . (2018). *Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter. BEk 1595 af 6. december 2018.*
- Jan Holm mail 2. (2020). *Placering af dige ved matr. 1p og 1o.*
- Jan Holm Mail. (2020). *Afklaring af linjeføring.*
- Jordflytningsbekendtgørelsen. (2015). *Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord. BEK 1452 af 7. december 2015.*
- Kulhuse Digeforening. (2018). *Opdatering af "Skitseprojekt for Kulhuse Dige - version 6.*
- Kystdirektoratet. (2017). *Udtalelse i medfør af § 2 omkring højvandsbeskyttelse Kulhuse.*
- Kystdirektoratet. (2018). *Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder.*
- Miljøportalen. (2020). *WWW.Miljoportal.dk.*
- Miljøvurderingsloven. (2018). *Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering. BEK. 1225 af 25. oktober 2018.*
- Technical Advisory Committee on Flod. (2002). *Technical Report Wave Run-up and Wave Overtopping at Dikes.* Delft, NL: Technical Advisory Committee on Flood Defence.
- WSP. (2020). *Natura 2000 Væsentlighedsvurdering for Natura 2000, Kystbeskyttelsesprojekt Kulhuse.*
- (EurOtop, 2018), se http://www.overtopping-manual.com/assets/downloads/EurOtop_II_2018_Final_version.pdf