

Frederikssund Midtby Oversvømmelses- beskyttelse

Teknisk forundersøgelse
med idéforslag

FREDERIKSSUND KOMMUNE

9. JULI 2021

Indhold

0	Resume	4
1	Indledning	6
2	Sammenfatning	8
3	Forudsætninger	9
3.1	Plan- og miljømæssige forhold og bindinger	10
3.1.1	Kystbeskyttelsesloven	10
3.1.1.1	Natura 2000	10
3.1.1.2	Lov om vandplanlægning	11
3.1.1.3	Naturbeskyttelsesloven – beskyttet natur og strandbeskyttelse	12
3.1.2	Miljøvurderingsloven	13
3.1.3	Andre natur- og miljøhensyn	13
3.1.3.1	Jordforurening	13
3.1.4	Fortidsminder	14
3.1.5	Lokalplaner	15
3.2	Proces ved typisk kommunalt fællesprojekt	16
3.2.1	Enkeltansøgning	16
3.2.2	Kommunalt fællesprojekt	17
3.2.2.1	Bidragsfordeling	18
3.3	Bagvandshåndtering	19
3.3.1	Nedbør	19
3.4	Jordbundsforhold/geoteknik	22
3.5	Designbasis	24
3.5.1	Højvandsstatistik	25
3.5.2	Stormflodsvandstand i fremtiden	26
3.5.3	Landhævning	27
3.5.4	Bølgebidrag	28
3.5.5	Dimensionering	29
4	Idéskitser	31
4.1	Delområde 1	31
4.2	Delområde 2	36
4.3	Delområde 3	40

4.4	Delområde 4	46
4.5	Delområde 5	47
5	Indre beskyttelse af delområder	49
6	Økonomisk overslag	54
6.1	Drift og vedligeholdelse	55
6.2	Kombineret løsning	55
7	Referencer	56
<hr/>		
	Appendix 1 : Visualisering af havnepladsen	57
	Appendix 2 : Procesdiagram ved Kap. 1a sag	58

0 Resume

Frederikssund Midtby er blevet oversvømmet flere gange og særligt stormfloden i Stormen Bodil i 2013 viste i nyere tid konsekvenserne ved at have bymidten ubeskyttet mod havoversvømmelser. Frederikssund Kommune (FK) varetager opgaven med at holde Digelaget Bløden oversvømmelsesfri ved vandstande op til 2,25 m DVR90 (over daglige vande). Derfor har FK nu iværksat et kystbeskyttelsesprojekt af Frederikssund Midtby.

Digelaget Bløden er en del af et større sammenhænge lavtliggende område, der strækker sig fra Fjordtoften i nord til Strandlystvej i syd gennem det urbane område omkring Frederikssund Havn. Kyststrækningen er ca. 2 km lang. Det sammenhængende område er afgrænset af et bagvedliggende højere terræn. NIRAS anbefaler at hele området beskyttes med en samlet sammenhængende beskyttelse. Det sammenhængende område kan indeles i fem zoner, der hver især kan beskyttes individuelt.

Ansøgningen om tilladelse af oversvømmelsesbeskyttelsen kan udføres på to måder. NIRAS anbefaler at opstarte et kommunalt fællesprojekt da et enkeltmandsprojekt, der er alternativet, forventes yderst udfordrende at gennemføre grundet størrelsen på projektet og antallet af grundejere. Ved et kommunalt fællesprojekt skal der findes en bidragsfordeling, der kan være baseret på en solidarisk tilgang. FK kan delvist dække projektkostningerne. Det er vigtigt at pointere at der i et kommunalt fællesprojekt skal være proportionalitet imellem anlægsudgifter og bidragsfordeling. Det betyder at man som udgangspunkt ikke må hverken forværre eller forbedre andre forhold end kystbeskyttelsen som f.eks. bagvand eller skybrudssikring. Hvis man ønsker at lave en klimarobust by skal man således iværksætte et separat projekt om dette. NIRAS anbefaler at man igangsætter projekter omhandlende de øvrige typer klimasikring.

Løsningsforslaget er lagt udenfor NATURA-2000 områder men berører områder omfattet af Naturbeskyttelseslovens §3. Samtidigt forekommer der V1- og V2 forurenede arealer i projektområdet.

Ved opførelsen af et dige/kystbeskyttelse er det vigtigt at forholde sig til bagvandet, dvs. vand fra oplandet, der strømmer mod kysten i regn- eller skybrudssituationer. En opførelse af et dige må ikke forværre afvandingsituationen bag diget under regnhændelser, hvor der ikke er forhøjet vandstand i Roskilde Fjord.

Ved samtidige hændelser (kraftigt regnvejr/skybrud og høj vandstand) vil afvanding under nuværende forhold ikke være mulig, og sådan vil det også være under fremtidige forhold. Den nødvendige bagvandshåndtering beskrevet i nærværende rapport er således med udgangspunktet at holde status quo.

NIRAS anbefaler at beskyttelsen, på de strækninger der vender ud mod fjorden, og derfor er eksponeret for bølger, beskytter op til 2,5 m DVR90. De resterende dele af strækningen beskyttes til 2,25 m DVR90, der svarer til en 100 års middeltidshændelse i år 2070.

Løsningsforslaget indeholder forskellige former for anlæg som jorddiger, højvandsmure, svinerysplanker, lokal hævnings af terræn og hævnings af veje. Bibeholdelse af bagvandshåndteringen sker ved etablering af tre rørgennemføringer langs beskyttelsen. Projektet er et kystbeskyttelsesprojekt og håndterer derfor kun oversvømmelser fra havet.

Prisoverslaget af det totale projektbudget er omkring 25.000.000 DKK.

Projekt ID: 10410835
Ændret: 20-09-2021 14:32
Revision 2

Udarbejdet af ANSL, PFKL
Kontrolleret af KLBU
Godkendt af CTRU

1 Indledning

Frederikssund Midtby er blevet oversvømmet flere gange og særligt stormfloden i Stormen Bodil i 2013 viste i nyere tid konsekvenserne ved at have bymidten ubeskyttet mod havoversvømmelser.

I 1973 overtog Frederikssund Kommune ansvaret fra Digelaget Bløden med at holde det centrale område, Bløden, oversvømmelsesfri. Denne opgave bliver på nuværende tidspunkt løst med pumper i hverdagen og under stormfloder bliver Watertubes etableret midlertidigt ved havnen samt en højvandsport i Sillebro Å. Vandmængderne i forbindelse med Bodil-stormen viste, at den nuværende beredskabsbaserede stormflodshåndtering kun kan gøre lidt, når først den store havoversvømmelse kommer. Ved tidligere undersøgelser er det fastlagt, at den kritiske kote hvorved Digelaget Bløden bliver oversvømmet er ca. +1,60 m DVR90.

Figur 1.1: Bruhnsvej/Kalvøvej krydset morgenen efter Bodil-stormen (7. dec. 2013 kl. 10:04)

Foto: Peter Fløkke Klagenberg



Derfor har Frederikssund Kommune nu iværksat et kystbeskyttelsesprojekt af Frederikssund Midtby, som skal beskytte de centrale oversvømmelsestruede byområder mod oversvømmelser fra havet.

Den nuværende sikringskote for Digelaget Bløden er mellem +1,8 og +1,95 m DVR90 og blev fastlagt i 1920'erne. Sikringskoten tager derfor ikke højde for klimaforandringerne, der forventes at resultere i hyppigere og voldsommere storme samt en stigning i havspejlet. Det ønskes derfor, at koten på kystbeskyttelsen skal være minimum +2,25 m DVR90 og muligvis højere.

Oprindeligt er matriklerne tilhørende Digelaget Bløden beliggende indenfor den viste afgrænsning i Figur 1.2. Digelaget er en del af et større naturligt sammenhængende lavtliggende oversvømmelsestruet område, der er beliggende under minimums sikringskoten på +2,25 m DVR90. Derfor bør beskyttelsen af Digelaget Bløden indtænkes som en kystbeskyttelse af hele kyststrækningen af det sammenhængende område.

Kyststrækningen er ca. 2 km lang og går fra Fjordtoften i nord til Strandlystvej i syd gennem det urbane område omkring Frederikssund Havn, se Figur 1.2. Langs strækningen forventes selve beskyttelseskonstruktionen at være af forskellig karakter, og samtidig skal der indtænkes så mange andre funktioner som muligt. Selve kystbeskyttelsen skal forventeligt kun benyttes i under ½ % af tiden, så hverdagsfunktionen skal have stort fokus.

Figur 1.2: Oversigtskort over området hvor matrikler tilhørende Digelaget Bløden er placeret er markeret med grøn omkreds.

Den udvidet kyststrækning er markeret med røde linjer.

Det bagvedliggende højdekort er farvet med mørkeblå for +2,25 m DVR90 og med lyseblå for +2,5 m DVR90 for at illustrerer det samlede oversvømmelsestruede område. Kilde på højdedata: SDFE 2018



I nærværende rapport gennemgås de forudsætninger, der ligger til grund for udformningen og placeringen af projektet samt de potentielle lovmæssige forhindringer og bindinger. Herunder en redegørelse af bagvandshåndteringen, jordbundsforhold samt dimensioneringsgrundlaget.

Herefter vil idéskitserne til placering og type af oversvømmelsesbeskyttelsen blive præsenteret og beskrevet og opfulgt af et økonomisk prisoversalg på de forskellige løsninger samt drift og vedligeholdelse af disse.

2 Sammenfatning

Projektområdet er foreslået inddelt i fem delområder, der primært er afgrænset af højtliggende terræn, hvor der er udarbejdet både et samlet løsningsforslag samt et individuelt forslag til havoversvømmelsesbeskyttelse af delområderne. I den efterfølgende proces, kan hvert delområde derved oversvømmelsesbeskyttes eller den samlede oversvømmelsesbeskyttede kyststrækning kan med fordel beskyttes samtidig.

I projektområdet er der forskellige plan- og miljømæssige forhold der gør sig gældende. Natur-2000 habitatafgrænsningen i Roskilde Fjord grænser helt op til kystlinjen i projektområdet og medfører, at der enkelte steder er pladsudfordringer uden dog at forhindre etableringen af anlægget. I projektområdet forekommer der forurenede klassificerede område af type V1- og V2. Der findes ingen ærkelogiske fortidsminder, der er i konflikt med løsningsforslaget. Den sydlige del af projektområdet er omfattet af Naturbeskyttelsesloven – strandbeskyttelseslinjen.

Ansøgningen om tilladelse af oversvømmelsesbeskyttelsen kan udføres på to måder. Hvis kystgrundejerne er enige om detaljerne vedr. anlæg og økonomi, udarbejdes der en ansøgning til kystmyndigheden, som er kommunen. Alternativt opstartes et kommunalt fællesprojekt, der indeholder flere processkridt vedr. anlæggets udformning samt den økonomiske fordelingsnøgle inden ansøgningen indsendes. Udover de flere processkridt er den største forskel, at kommunalbestyrelsen kan pålægge boligejere at bidrage til anlægget ved et kommunalt fællesprojekt.

Projektet beskytter mod oversvømmelse fra havet og ikke oversvømmelser ved kraftig nedbør og øget vandmængde i Sillebro Å. Projektet må som udgangspunkt ikke forbedre eller forværre den øvrige vandhåndtering da der skal være proportionalitet imellem anlægsudgifter og bidragsfordeling. Den klimarobuste Frederikssund Midtby opnås først, når alle slags vandhåndtering samtænkes og der både er helt styr på nedbør, åvand, grundvand, havvand og spildevand samt kombinerede hændelser op til en robust middeltidshændelse i fremtidens klima. NIRAS anbefaler derfor at disse håndteres sideløbende men i et separat projekt.

Jordbundsforholdene i projektområdet er primært moræneler og marint sand og grus. Detaljerede geotekniske undersøgelser af jordbundsforholdene udføres i en senere fase af projektet.

Sikringsniveauet på 2,25 m DVR90 svarer til en 100 års middeltidshændelse i år 2070 i de dele af projektområdet, der ikke er påvirkede af bølger. De dele af strækningen, der vender ud mod Roskilde Fjord, er eksponeret for bølger og her bør sikringsniveauet være 2,50 m DVR90.

Det samlede løsningsforslag for hele projektområdet indeholder anlæg som diger, højvandsmure, spunsvæg, svinerygsplanker, lokal hævnings af terræn og hævnings af veje. Hvert delområde kan desuden let individuelt beskyttes, ved at der bliver etableret anlæg imellem hvert delområde, så oversvømmelse ikke spreder sig.

Prisoverslaget af det totale projektbudget for sikringsniveau 2,25 og 2,50 m DVR90 er henholdsvis 24.700.000 og 26.500.000 DKK. Overslaget inkluderer oversvømmelsesbeskyttelse af hele projektområdet samt individuel beskyttelse af delområderne. Der er ligeledes udarbejdet et kombineret projekt med varierende sikringsniveauer hvor det høje er anvendt når området er bølge eksponeret og det lave er anvendt når det ikke er. Prisoverslaget for dette er 25.220.000 DKK. NIRAS anbefaler den kombinerede løsning.

3 Forudsætninger

Projektområdet kan deles op i fem delområder, se Figur 3.1. Digelaget Bløden er indeholdt i Delområde 3 og 4.

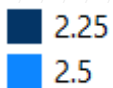
Delområde 1 og 2 er ensartet med en bølgepåvirket kystlinje ud til Roskilde Fjord og beboelseskvarterer. Udover boliger inkluderer Delområde 2 også Skyllebakke Havn, der er særligt oversvømmelsesramt i de seneste stormfloder.

Delområde 3 består den lavtliggende bymidte samt området ved havnen. Dele af Sillebro Å løber gennem den østlige del af området.

Delområde 4 består af det rekreative område med de lavtliggende boldbaner bag Kalvøen samt den nordlige del af lystbådehavnen.

I Delområde 5 løber Sillebro Å langs rensningsanlægget og løber ud i lystbådehavnen. Langs åens sydside er der oversvømmelsestruede beboelseskvarterer.

Figur 3.1: Oversigtskort over projektområdet opdelt i 5 zoner afgrænset med røde linjer. Blå farver viser områder beliggende under +2,25 og +2,5 m DVR90. Kilde: SDFE 2018



3.1 Plan- og miljømæssige forhold og bindinger

3.1.1 Kystbeskyttelsesloven

Der skal søges tilladelse til projektet iht. kystbeskyttelseslovens §3.

Etablering og udvidelse af kystbeskyttelse/oversvømmelsessikring på og langs de danske kyster forudsætter en tilladelse efter kystbeskyttelsesloven (LBK nr. 705 af 29/05/2020).

Kystbeskyttelsesloven skal sikre, at mennesker og ejendom, herunder bebyggelse og infrastruktur, kan beskyttes mod havets ødelæggende påvirkninger som følge af oversvømmelse eller nedbrydning af kysten. Beskyttelsen skal udføres under fornøden hensyntagen til formålene i loven herunder behovet for kystbeskyttelse, økonomiske hensyn, projektets tekniske og natur- og miljømæssige kvalitet, den rekreative udnyttelse af kysten samt sikring af den eksisterende adgang til og langs kysten.

Frederikssund Kommune er myndighed for tilladelser efter kystbeskyttelseslovens §3. Kystbeskyttelsesloven rækker 1000 m ind i baglandet fra kystlinjen.

I forbindelse med sagsbehandlingen skal kystbeskyttelseslovens procedurer med politiske behandlinger, høring af myndigheder, bidragsydere, grundejere, naboer og andre, følges. I sidste ende skal kommunalbestyrelsen træffe afgørelse om projektet og meddele tilladelse med vilkår.

3.1.1.1 Natura 2000

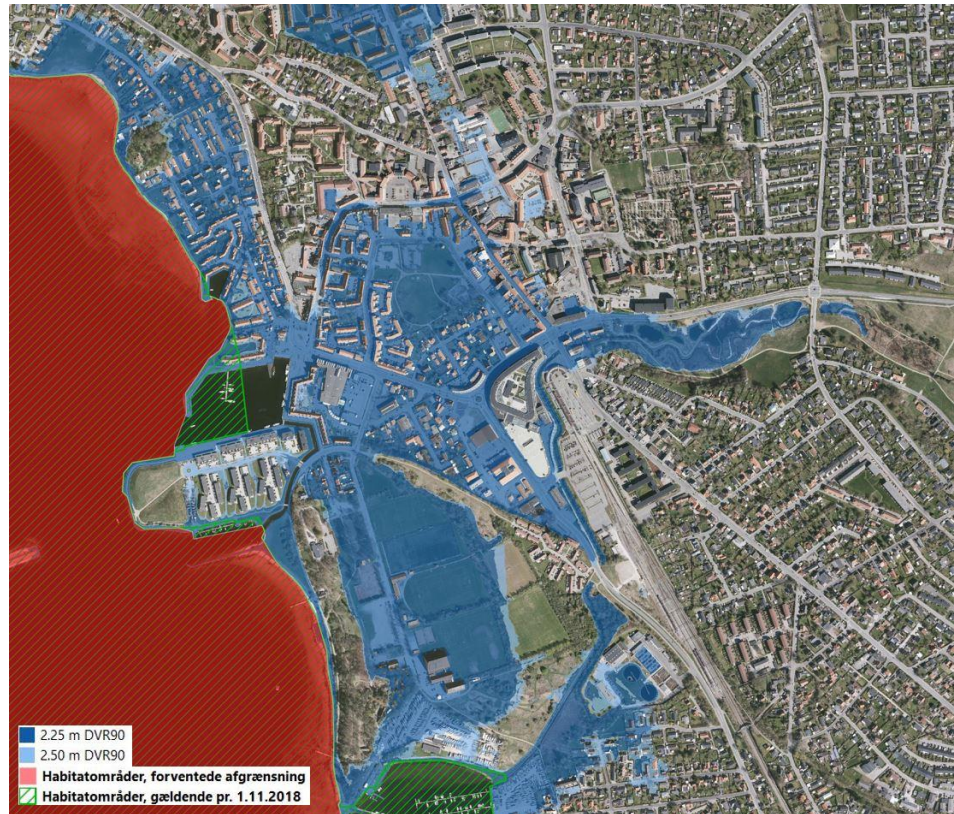
Projektområdet grænser op til Natura 2000-område nr. 136 Roskilde Fjord, se Figur 3.2

I forbindelse med sagsbehandlingen vedr. tilladelse efter kystbeskyttelseslovens §3 skal Frederikssund Kommune derfor varetage beskyttelsen af Natura 2000 området samt bilag IV-arter, som er særligt beskyttede arter.

Da projektet grænser op til Natura 2000-området, skal der udføres en Natura 2000-væsentlighedsvurdering når den endelige udformning af projektet er fastlagt.

Danmark har søgt om at udtage mindre dele af habitatområder i forbindelse med en justering af områdegrænser for Natura 2000-områderne. Ansøgte reduktioner ved projektområdet fremgår af Figur 3.2. Hvis der er ønsker til projektforslag i disse områder, anbefales det snarest muligt at kontakte Miljøstyrelsen for at afklare, om styrelsen fortsat mener, at habitatnaturtype-kortlægningen i disse områder er korrekt. Afhængig af Miljøstyrelsens tilbagemelding kan det evt. være muligt at inddrage disse områder i projektet.

Figur 3.2: Projektområde for oversvømmelsesbeskyttelse af Frederikssund Midtby er vist med to højder 2,25 m DVR90 og 2,5 m DVR90 for området. Den nuværende (grøn skråstribe) og den fremtidige forventede (rød polygon) habitatafgrænsning viser muligheder for placering af fx kystbeskyttelse havværts for kystlinjen. Kilde: MIM, SDFE 2018



Mulig showstopper: Der kan som udgangspunkt ikke gives tilladelse til projektet, hvis dette 'skader' habitatnaturtyper eller udpegede arter inden for Natura 2000-områder. Det skal også sikres, at projektet ikke medfører skade på bilag IV arterne og deres yngle- eller rasteområder. I de i dette idéoplæg foreslåede udformninger af projektet er der taget hensyn til dette, så der ikke vil være skade på habitatnaturtyper og udpegede arter inden for Natura 2000-området.

3.1.1.2 Lov om vandplanlægning

Vandplanlægningsloven (LBK nr. 126 af 26/01/2017) har blandt andet til formål at fastlægge rammer for beskyttelse og forvaltning af overfladevand og grundvand, og således forebygge yderligere forringelse af vandøkosystemernes tilstand samt at beskytte og forbedre disse, hvad angår vandbehovet. Loven indeholder bestemmelser, der gennemfører dele af Vandrammedirektivet (Rådets direktiv 2000/60/EEC).

Vandrammedirektivets formål er, at alle vandområder, grundvand, vandløb, søer og den kystnære del af havet, skal have "god tilstand" i 2015.

Vandplanlægningsloven indeholder overordnede bestemmelser om vanddistrikter, myndigheders ansvar, miljømål, planlægning og overvågning mv. Loven medfører, at der skal udarbejdes en vandområdeplan for hvert hovedvandopland.

Vandområdeplanerne gælder for perioden 2015 – 2021. Den relevante plan for projektområdet er Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Sjælland.

Mulig showstopper: Sillebro Å er målsat vandløb i vandområdeplanen, hvorfor det skal sikres, at projektet ikke vil forværre eller være til hinder for opfyldelse af fastlagte miljømål for økologisk og kemisk tilstand for vandområdet.

3.1.1.3 Naturbeskyttelsesloven – beskyttet natur og strandbeskyttelse

Naturbeskyttelsesloven (LBK nr. 240 af 13/03/2019) har til formål at medvirke til at værne landets natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet. Loven omfatter bl.a. beskyttede naturtyper, å- og søbeskyttelseslinjer, fredning, skovbyggelinje, strandbeskyttelseslinje, kirkebyggelinjer og fortidsmindebeskyttelseslinje.

Tilladelser efter en række bestemmelser i naturbeskyttelsesloven herunder §3 om beskyttet natur og §15 om strandbeskyttelse kan inkluderes i tilladelsen i henhold til kystbeskyttelseslovens §3.

Der vil skulle foretages en vurdering af projektets eventuelle påvirkning på Sillebro Å, der er §3-beskyttet og målsat vandløb i vandområdeplanen ligesom den eventuelle påvirkningen på den §3-beskyttede mose i Sillebro Ådal skal vurderes.

Permanent inddragelse af §3-natur kan medføre krav om udlægning af erstatningsnatur.

Den sydlige del af projektområdet er delvist omfattet af strandbeskyttelseslinjen. Inden for denne er der forbud mod tilstandsændringer. Der kan i visse tilfælde dispenseres fra bestemmelsen.

Figur 3.3: Den sydlige del af projektområdet er delvist omfattet af §15 i naturbeskyttelsesloven - strandbeskyttelseslinjen.



3.1.2 Miljøvurderingsloven

Kystbeskyttelsesprojekter er omfattet af miljøvurderingslovens bilag 2, pkt. 10, litra k: "Kystanlæg til modvirkning af erosion og maritime vandbygningskonstruktioner, der kan ændre kystlinjerne, som f.eks. skråningsbeskyttelser, strandhøfder og diger, dæmninger, moler, bølgebrydere og andre konstruktioner til beskyttelse mod havet bortset fra vedligeholdelse og genopførelse af sådanne anlæg".

Som konsekvens heraf skal bygherre sammen med ansøgning om tilladelse efter kystbeskyttelsesloven §3 fremsende en VVM-ansøgning til Frederikssund Kommune, der er den kompetente myndighed og som skal træffe afgørelse om hvorvidt projektet er miljøvurderingspligtigt. Afgørelsen af om der skal projektet er miljøvurderingspligtigt kan indgå i kystbeskyttelsestilladelsen. Det er også muligt for Frederikssund Kommune at træffe en separat afgørelse om miljøvurderingspligt.

I medfør af miljøvurderingsloven jf. § 21 træffer kommunalbestyrelsen afgørelse om, om der skal gennemføres en miljøvurdering. Dette betyder, at Frederikssund Kommune som myndighed skal foretage en VVM-screening på baggrund af ansøgers VVM-ansøgning.

Miljøvurderingsloven regulerer, hvordan og i hvilket omfang ansøgninger skal screenes for, om et projekt er omfattet af krav om miljøvurdering.

Hvis der skal udarbejdes en miljøkonsekvensrapport, vil en afgørelse efter kystbeskyttelsesloven erstatte en tilladelse efter miljøvurderingslovens § 25 (VVM-tilladelse).

3.1.2.1 Vurdering af behovet for VVM

Det vurderes umiddelbart, at de i dette idéoplæg foreslåede udformninger af projektet ikke vil udløse krav om udarbejdelse af miljøkonsekvensrapport. Det bemærkes, at en endelig vurdering heraf først kan ske, når der er taget stilling til hvilket projekt der skal udføres og hvordan. Forhold som fx projektets berøring med Natura 2000, behovet for et nyt plangrundlag mv. kan bl.a. spille ind i afgørelsen. Andre natur- og miljøhensyn

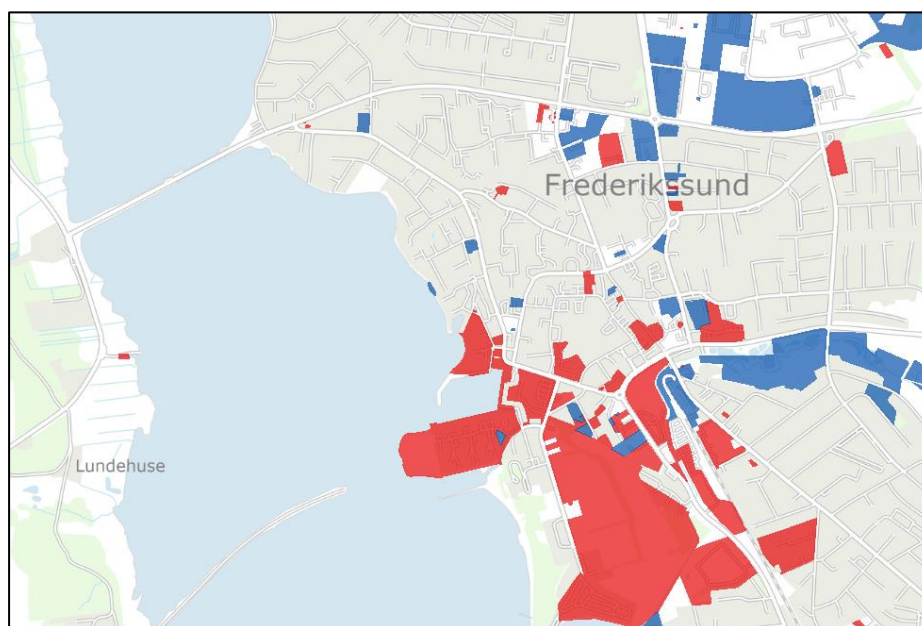
3.1.3 Jordforurening

Jordforureningsloven (LBK nr. 282 af 27/03/2017) skal medvirke til at forebygge, fjerne eller begrænse jordforurening og forhindre eller forebygge skadelig virkning fra jordforurening på natur, miljø og menneskers sundhed. Områdeklassificerede arealer, kortlagte ejendomme og jordforurening generelt er reguleret af loven.

Jordflytning fra kortlagte, områdeklassificerede eller offentlige vejarealer reguleres af bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord (BEK nr. 1452 af 07/12/2015). Bekendtgørelsen fastsætter regler om anmeldelse og dokumentation ved flytning af jord, som skal overholdes ifm. anlægsarbejdet, når oversvømmelsessikringen udføres.

Flere steder på strækningen er arealer V1 og V2-kortlagte, se Figur 3.4.

Figur 3.4: V1- og V2-kortlagte arealer langs projektstrækningen. Blå farve: V1. Rød farve: V2. Kort fra Danmarks Arealinformation.



3.1.4 Fortidsminder

Museumslovens (LBK nr. 358 af 08/04/2014) formål er at fremme museernes virksomhed og samarbejde med henblik på at sikre Danmarks kultur- og naturarv samt adgang til og viden om denne og dens samspil med verden omkring.

Museumsloven har desuden til formål at sikre, at væsentlige bevaringsværdier både på land og til havs sikres for eftertiden. Dette sker ved at inddrage de lokale arkæologisk ansvarlige museer allerede i planlægningsfasen, således at museet kan foretage en arkivalsk kontrol, og eventuelle arkæologiske undersøgelses- og dokumentationsopgaver med henblik på at sikre, at der i planmaterialet tages hensyn til forekomsten af væsentlige bevaringsværdier.

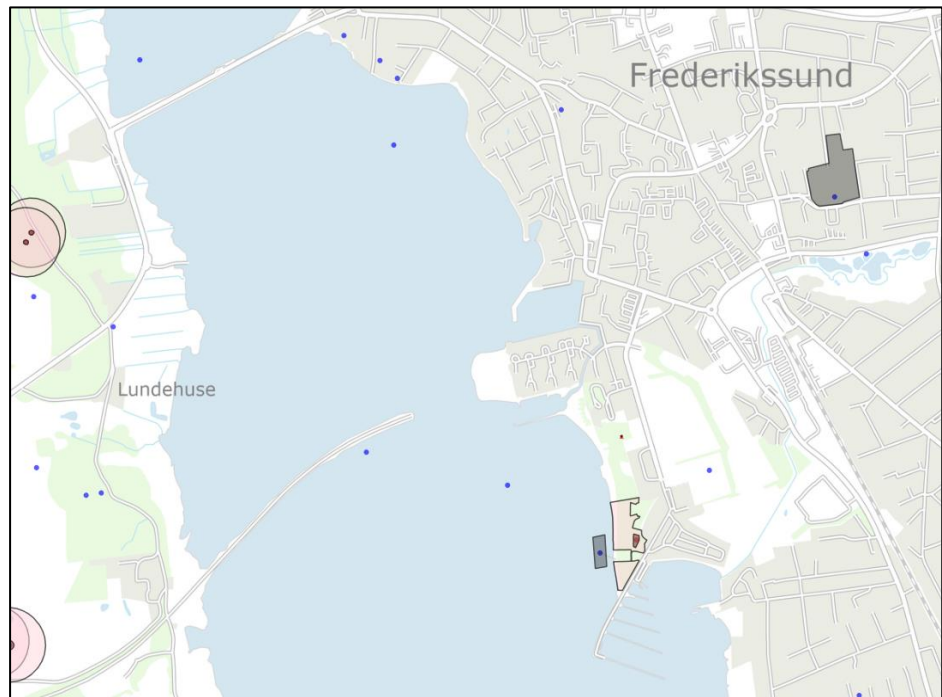
Loven fastlægger bestemmelse om, at der ikke må foretages ændringer af tilstanden af beskyttede sten- og jorddiger og fortidsminder.

ROMU (Roskilde Museum) har det arkæologiske ansvar for bl.a. Frederikssund Kommune. Det betyder, at museet indenfor ansvarsområdets grænser samarbejder med planmyndigheder, entreprenører og store såvel som små bygherrer om at sikre de arkæologiske interesser, som kan blive berørt ved forskellige former for anlægsarbejder.

Der er tidligere foretaget arkæologiske forundersøgelser nord for lystbådehavnen, se Figur 3.5, da det har været vurderingen, at der i området var mulighed for at påtræffe fortidsminder.

Det skal i samarbejde med ROMU vurderes, om der skal gennemføres arkæologiske forundersøgelser i forbindelse med anlægsarbejdet på land.

Figur 3.5: Fortidsminder, beskyttelseslinjer mv. registreret i Fund og Fortidsminder inden for projektområdet



3.1.5 Lokalplaner

Projektområdet er omfattet af en række lokalplaner. Der kan i lokalplanerne være bindinger af relevans for projektet ligesom det kan være nødvendigt at søge om dispensation fra lokalplanerne, hvis der i forbindelse med arbejdets udførelse fx skal udlægges midlertidige arbejdspladser.

Projektet er derudover lokalplanspligtigt og udløser krav om udarbejdelse af en ny lokalplan. Tilvejebringelsen af lokalplanen kan forsinke projektet.

Følgende lokalplaner er gældende inden for projektområdet:

Byplanvedtægt nr. 14 for et område vest for Færgevej

Lokalplan nr. 66 for et område til boligbebyggelse på Skibsværftsgrunden ved Færgevej

Lokalplan nr. 81 Boligområde ved Nordre Pakhusvej

Lokal plan nr. 79 for Nordkajen

Lokalplan nr. 60 for skilte og facader

Lokalplan nr. 78 Frederikssund Kommune Boligområde m.m. på Sydkajen

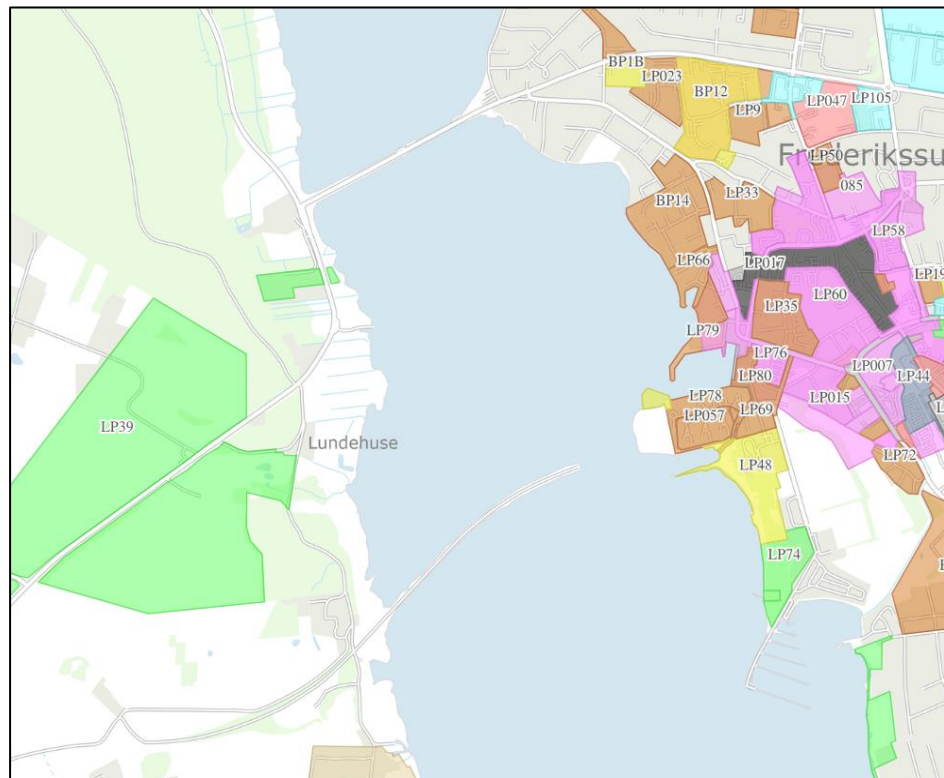
Lokalplan nr. 80 for et boligområde på Østkajen

Lokalplan nr. 69 for boligbebyggelse på Kalvøvej

LOKALPLAN nr. 48 for fritidsområde og hotel på Kalvøen

LOKALPLAN nr. 74 for et vikingeområde på Kalvøen

Figur 3.6: Lokalplaner i projektområdet. Kort fra Danmarks Arealinformation



3.2 Proces ved typisk kommunalt fællesprojekt

Når der skal anlægges kystbeskyttelse, så skal der ansøges efter kystbeskyttelsesloven. Den giver mulighed for at gå to veje.

3.2.1 Enkeltansøgning

Hvis en eller få kystgrundejere er helt enige om placering, dimensionering, kystbeskyttelsesplanlægningstype, økonomi mv., så er der ikke så mange processkridt.

Der produceres et myndighedsprojekt, hvor alle informationer om kystbeskyttelsesplanlægningen og dets påvirkning på naboer etc. indgår. Her vedlægges anlægstegninger i plan og snit i en kvalitet, så de kan benyttes til entreprenøruddbud efterfølgende. Dertil produceres en miljøscreening, der vedlægges ansøgningen.

Der ansøges hos kystmyndigheden i kommunen som sender den i først intern høring og derefter eksternt 4 ugers høring. Høringsberettigede i den eksterne høring fremgår af §18 a i kystbeskyttelsesloven.

Efter endt høringsfase gennemgås høringssvarene og mindre tilretninger kan foretages. Ved større tilretninger går ansøgning og høringsfasen om.

Når alle høringssvar er håndterede, kan kommunalbestyrelsen give tilladelse til kystbeskyttelsesplanlægning med vilkår.

Derefter pågår hovedprojekteringsfase med "køgebog" til entreprenør, entreprenørbud og valg samt igangsætning af anlægsfasen med efterfølgende endelig aflevering af færdigbygget kystbeskyttelsesplanlægning.

Denne proces med en enkeltansøgning kan være yderst udfordrende at gennemføre da alle grundejere skal være enige og give deres samtykkeerklæring til projektet. Antallet af grundejere der bliver berørt af projektet forventes at besværliggøre denne proces.

3.2.2 Kommunalt fællesprojekt

Ved kommunale fællesprojekter efter Kapitel 1a i Kystbeskyttelsesloven er der flere processkridt, se Appendix 2.

Processen opstartes ved at en gruppe borgere anmoder om det eller kommunen selv opstarter det kommunale fællesprojekt. Der hyres en rådgiver til at producere et idéprojekt med flere løsningsmuligheder og gennemgang af udfordringer og gevinster. Nærværende rapport er en del af dette skridt i processen.

Det næste skridt i processen herfra er at vælge den bedste løsning. Kystdirektoratets udtalelse kan indgå i valget. Denne løsning arbejdes der videre med i et dispositionsforslag som gennemgår alle enkeltdele af kystbeskyttelsesplanlægningen og dets påvirkning på omgivelserne. Dette dispositionsforslag skal fremmes af kommunalbestyrelsen før næste skridt.

Efter projektet er fremmet og offentliggjort, skal der udarbejdes myndighedsprojekt som ved enkeltsager. Størrelsen på kommunale fællesprojekter er ofte mere omfangsrig, men den største forskel er, at kommunalbestyrelsen skal anvise den økonomiske fordelingsnøgle for anlæg og drift af projektet.

Der er ikke én fordelingsnøgle som passer alle projekter og kystbeskyttelsesloven giver kun støtte ved at inddrage nyttebegrebet i §9a, hvor kommunalbestyrelsen kan "pålægge ejere af fast ejendom som opnår beskyttelse eller anden fordel ved foranstaltningen, en bidragspligt." Rådgiver kan naturligvis hjælpe med at definere nytten – også på baggrund af succesraten ved tidligere fordelingsnøgler, men den bør være baseret på nytte/fordelsbegrebet og den lokale borgerhåndtering.

Der ansøges om kystbeskyttelse som ved enkeltsager og myndighedshåndteringen er den samme med intern og ekstern høring ved høringsberettigede – der er dog ofte flere ved større kommunale fællesprojekter.

Når alle høringssvar er håndteret, kan kommunalbestyrelsen give tilladelse til kystbeskyttelse med vilkår og de næste faser er ensartede med enkeltansøgninger.

Den største forskel på de to procesveje er at der er flere processtrin for at blive helt klar i valget af den optimale kystbeskyttelse og at kommunalbestyrelsen kan pålægge ejere af fast ejendom at bidrage til anlægget med tinglysning på den faste ejendom i fx de 30 år som tilbagebetalingen forventes af tages.

Derudover forventes det at man ikke behøver at ekspropriere dele af matrikler i kystområder, der skal bruges til kystbeskyttelses anlæg eftersom ejeren får en direkte nytte af anlægget.

3.2.2.1 *Bidragsfordeling*

Når fordelingsnøglen til bidragsfordelingen skal etableres, så er det meget vigtigt at den er enkel, retfærdig, realistisk, mulig at udbygge og økonomisk håndgribelig.

Der findes flere forskellige eksempler på fordelingsnøgler, der er anvendt på lignende projekter. Fordelingsnøglen kan være mere eller mindre solidarisk og indeholde flere forskellige bidragssatser baseret på den gavn grundejerne har ved beskyttelsen.

Erfaringen viser at jo flere parametre man tillader i sin fordelingsnøgle jo sværere bliver den også at forklare. Følgende parametre er tidligere indgået i fordelingsnøgler:

- Matrikel koter
- Adgangsveje
- Arealudnyttelse (Erhverv/privat/Landzone)
- Afgivelse af areal til beskyttelse f.eks. til diger
- Sokkelkoter (Risikovurdering)

Listen er ikke udtømmende men det er vigtigt at understrege at diskussionen altid vil blive subjektiv og funderet i hver enkelt grundejers individuelle situation. Man skal derfor altid overveje hvor mange muligheder man vil åbne for da man ikke kan forvente at konsensus kan opnås og man bør derfor vælge en løsning som er enkel og som på en simpel måde kan forklares. I den forbindelse er det vigtigt at man har etableret en proces med grundejerne forud for bidragsfordelingen forståelse af behovet for projektet således at man arbejder på et oplyst fælles grundlag.

Den mest enkle fordelingsnøgle er en solidarisk fordeling af bidraget indenfor det oversvømmelsestruede område. Altså at alle matrikler indenfor det oversvømmelsestruede område betaler lige meget i bidrag. NIRAS anbefaler dette eller en variant af dette hvor man tager adgangsforhold med. Det er enkelt, det kan forklares og det kan forstås.

Den direkte økonomiske skade, i form af estimeret offentlig bygningsværdi, af havoversvømmelse til en sikringshøjde kan aflæses i værktøjet KAMP på klimatilpasning.dk. For projektområdet er denne skade opgjort til 618 mio. kr. med i alt 874 oversvømmede huse for sikringskoten 2,25 m DVR90.

Hvis sikringskoten hæves til 2,50 m DVR90 (+25 cm), så stiger skadesniveauet til 852 mio. kr. fordelt på 974 oversvømmelsestruede boliger.

Fælles for alle opgørelser af skadesniveauer er, at etablering af højvandsbeskyttelse én gang udgør mellem 2-10% af skadesomkostningerne ved én stormflod, men virker ved alle de efterfølgende. Der er altså en væsentlig økonomisk fordel ved at beskytte sig mod havoversvømmelser.

I forbindelse med opstilling af basisrammer for den økonomiske fordelingsnøgle til bidragsfordelingen, bør følgende forhold nævnes:

Det er kommunalbestyrelsen som vælger bidragsfordelingen – se Kystbeskyttelseslovens §9 og §9a. Kommunen har mulighed for at medfinansiere projektet. Det skal bemærkes at der er juridisk mulighed for en evt. 100% finansiering af kommunalbestyrelsen. I nytte-paragraffen §9a står der "**kan** pålægge ejere...", men det er en juridisk vurdering, der også omhandler anden lovgivning.

Der er eksempler på at bidragsfordelingen kan være en politisk udfordring for videre proces-fremgang. Derfor kan kommunalbestyrelsen vælge at lade offentlige midler udgøre en relativt stor andel af den økonomiske fordelingsnøgle – jo mindre borgerne skal betale direkte, jo større sandsynlighed er der ofte for at projektet bliver gennemført uden modstand.

3.3 Bagvandshåndtering

Ved opførelsen af et dige/kystbeskyttelse er det vigtigt at forholde sig til bagvandet, dvs. vand fra oplandet, der strømmer mod kysten i regn- eller skybrudssituationer. En opførelse af et dige må ikke forværre afvandingsituationen bag diget under regnhændelser, hvor der ikke er forhøjet vandstand i Roskilde Fjord.

Ved samtidige hændelser (kraftigt regnvejr/skybrud og høj vandstand) vil afvanding under nuværende forhold ikke være mulig, og sådan vil det også være under fremtidige forhold. Den nødvendige bagvandshåndtering beskrevet i nedenstående er således med udgangspunktet at holde status quo. En analyse af mulige tiltag til forbedring af håndtering af regnvand under skybrud, er ikke indeholdt i denne analyse. Sådanne tiltag bør derfor tages med i en efterfølgende fase for at se på synergimuligheder i forbindelse med kystbeskyttelsesprojektet (andet projekt/ydelse).

3.3.1 Nedbør

Projektområdet er separatkloakeret, regnvand håndteres af Forsyningselskabet Novafos op til en 5 års regnhændelse via deres ledningsnet, se Figur 3.7. Dette forudsætter dog at Novafos har sikret deres regnvandssystem mod tilbagesugning fra havet vha. kontraktlapper på udløb til Roskilde Fjord, hvilket ikke er undersøgt på dette niveau.

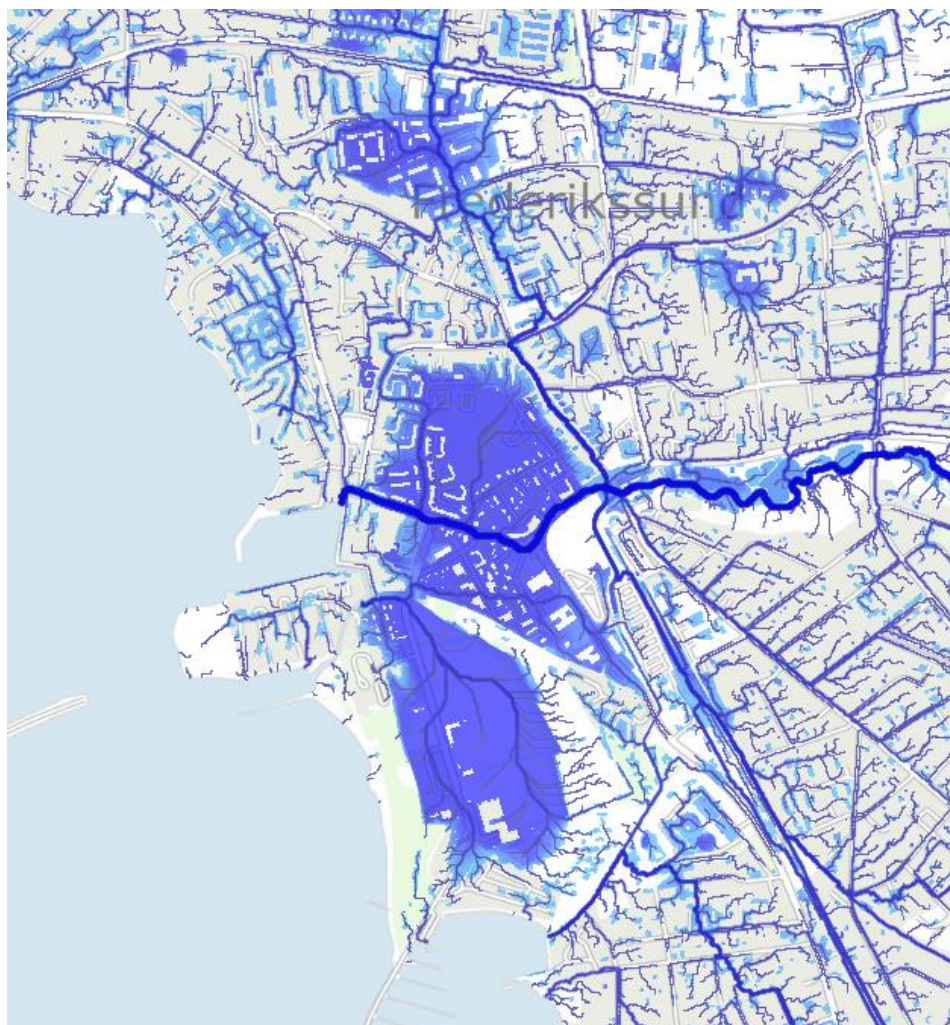
Figur 3.7: Regnvandsledninger i projektområdet med udløb og bygværker. Kilde: Frederikssundkort <https://webkort.frederikssund.dk/spatialmap>



Ved en skybrudshændelse kraftigere end en 5 års hændelse overstiges kapaciteten af de normale afvandingsystemer og der vil ske opstuvning af vand på terrænet i bluespots. Vand vil strømme på terrænet i strømningsveje som vist på Figur 3.8. I denne situation håndteres vandet af Frederikssund Kommune og beredskabet.

Figur 3.8: Strømningsveje og områder med opstuvning af vand (bluespots) i projektområdet ved en 100 års nedbørshændelse.

Bemærk at strømningsvejene er indikativer og beregnet alene ud fra terrænoverfladen. Kilde: Scalgo



Ved opførelsen af et kystbeskyttelsesprojekt vil der være flere strækninger hvor der skal laves gennemføringer i beskyttelsen for at opretholde det nuværende afstrømningsmønster. Nedenstående Figur 3.9 viser markering af de pågældende områder. Antallet af gennemføringer vil være afhængigt af hvorledes et system til håndtering af regnvand etableres. Hvis det er muligt at etablere opsamlingsgrøfter/rør på bagsiden af dige/kystbeskyttelse, der kan lede overfladevand til centrale opsamlingspunkter til udledning, kan antallet af gennemføringer begrænses. Sådanne afværgeforanstaltninger skal etableres efter gældende krav i Vandløbsloven. Alle gennemføringer skal sikres med en kontraklap, så havvand ikke kan stuve på bagsiden af diget i højvandsituationer.

Figur 3.9: Røde cirkler markerer områder hvor det vil være nødvendigt at etablere anlæg til afledning af regnvand gennem langs/gennem kystbeskyttelse for at opretholde nuværende afvandingsforhold. Anlæg skal søges om efter Vandløbsloven.



Det bemærkes, at der flere steder vil være mulighed for i forbindelse med kystbeskyttelsestiltag at afbøje strømningsveje i terræn, så områder der er udsatte ved skybrud i dag vil være mindre udsatte fremover. Sådanne tiltag bør analyseres i detalje i en efterfølgende fase for at se på synergimuligheder, men vil ikke kunne være en del af kystbeskyttelsesprojektets finansiering (andet projekt/ydelse).

3.4 Jordbundsforhold/geoteknik

Der er varierende jordbundsforhold i projektområde, se Figur 3.10. Derfor forventes oversvømmelsesbeskyttelsen at anlægges på følgende underlag:

- Fast intakt **moræneler** af glacial alder, som ses omkring Kalvøen, omkring Borgervænget (250-500 meter nord for Skillebakkehavn) samt omkring Fjordtoften (omkring 1000 meter sydligt for Kronprins Frederiks Bro). Disse materialer forventes ikke at sætte sig i forbindelse med merbelastningen fra diget. Desuden er moræneler relativt impermeabel og

vandet vil således kun kunne strømme under diget i stærkt begrænset udstrækning.

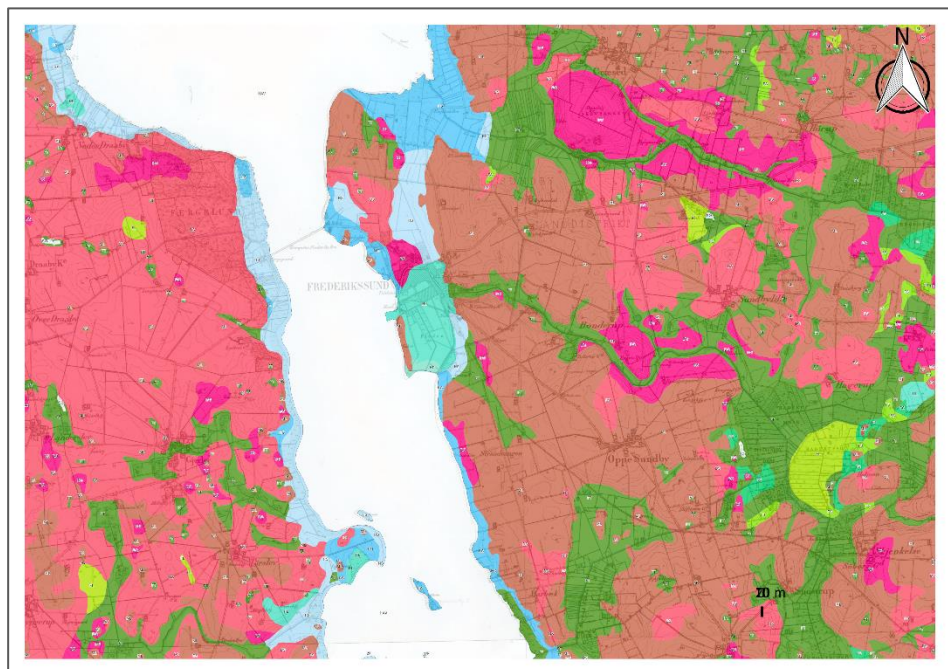
- **Marint saltvandsgrus/sand.** Såfremt disse dannelser er relativt rene forventes der kun små sætninger. Der vil dog være hydraulisk kontakt under diget og vandet kan således strømme gennem jordmatricen med forsinkelse. Dannelserne forekommer over en strækning på omkring 1500 meter nord og syd for Kronprins Frederiks Bro.

I nyere tid er der udført enkelte boreriger som kan være relevante i forhold til den nuværende digeplacering. Boring med DGU.nr. 192.3L består af postglacial gytje til kote -7,8 og herunder glaciale aflejringer (moræneler og smeltevandssand) til kote -22,6 hvor der er anført kalksandkalk af Danien alder som fortsætter til mindst kote -74,3. DGU.nr. 192.425 består af gytje til kote -13,27, moræneler af glacial alder til kote -15,27 og smeltevandssand af glacial alder til kote -17,47. DGU.nr. 192.80 består af sand til kote +0,4 og moræneler/smeltevandssand af glacial alder til kote -16 og herunder træffes danien kalk til kote -47,8. Placering af nævnte boreriger m fl. fremgår af Figur 3.11.

Desuden skal det understreges, at der kan forekomme flere tænkelige variationer af det generelle billede fra jordartskortet (Figur 3.10 og Figur 3.11) samt at jordartskortet ofte ikke er 100% korrekt. For at klarlægge disse variationer må der udføres supplerende undersøgelser.

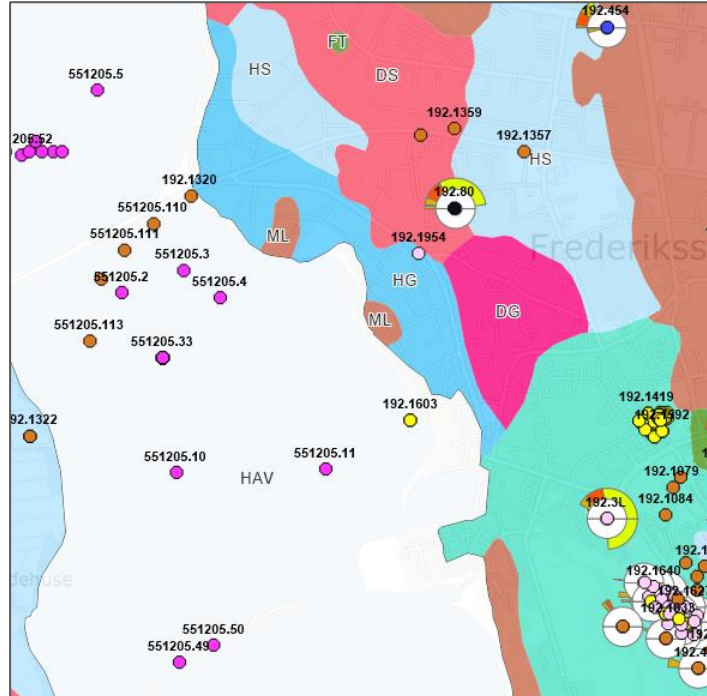
Figur 3.10 Jordartskort (1:25000, GEUS) overlagt ortofoto (GST, 2015).

Mørk grøn, FT: Ferskvandstør
Lys grøn, HL: Marint sand
Mørk blå, HG: Marint grus
Lys blå, HS: Marint sand
Brun, ML: Moræneler
Lys rød, DS: Smeltevandssand
Mørk rød, DG: Smeltevandsgrus



Figur 3.11: Jordartskort (1:25000, GEUS) overlagt orto-foto (GST, 2015).

Boringer i området

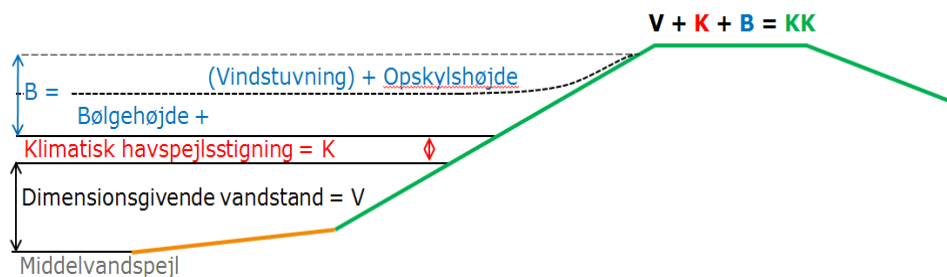


3.5 Designbasis

Oversvømmelser fra havet inddeles ofte i statistiske middeltidshændelser i højvandsstatistikker, da højere forekommende hændelser er sjældne end lavere oversvømmelser. Når højden på højvandsbeskyttelsen skal beregnes, så er middeltidshændelsen fx 100 års middeltidshændelse, den dimensionsgivende vandstand.

Kronekoten af en højvandsbeskyttelse, der beskytter mod oversvømmelse fra havet, er summen den dimensionsgivende vandstand, den klimatiske havspejlsstigning og bølgebidraget, se Figur 3.12.

Figur 3.12: Konceptuel skitse af de forskellige bidrag der giver sikringsniveauet.



Kronekoten i nærværende projekt er bestemt ud fra en 100 års middeltidshændelse i år 2070 dvs. om ca. 50 år. 50 år er valgt, da det er den forventede levetid

på mange højvandsbeskyttelses-konstruktioner, fx højvandsmure, undtagen jorddiger, der har over 500 års levetid.

3.5.1 Højvandsstatistik

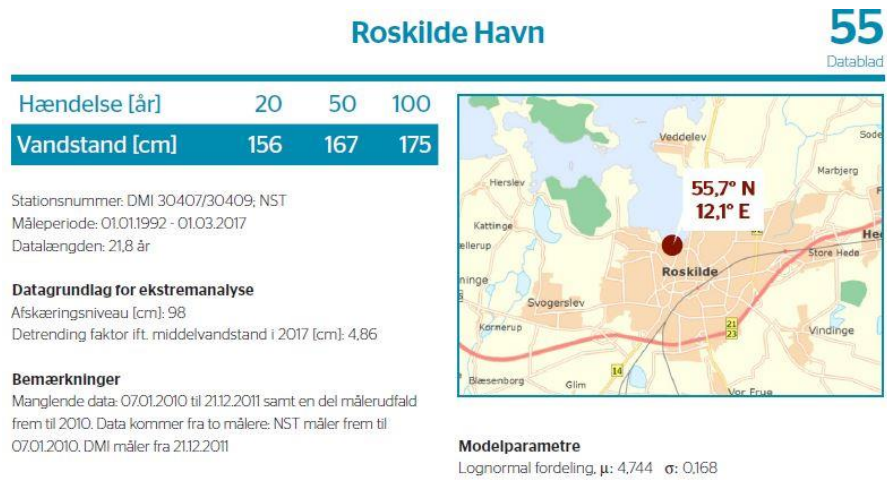
Kystdirektoratet har udarbejdet en højvandsstatistik for Roskilde Havn, se Figur 3.13. Den benyttes her, da måleperioden er siden 1992 og derved er den længste måleperiode i Roskilde Fjord.

Ifølge Kystdirektoratet svarer en middeltidshændelse på f.eks. 100 år til en vandstand på +1,75 m DVR90 i dag (år 2017). Bemærk usikkerhedsintervallet som varierer mellem +1,52 til +2,19 m DVR90 for 100-års middeltidshændelsen.

En statistisk 100 års middeltid i dag vil med tiden falde til under en statistisk 10 års middeltidshændelse alene på grund af de forventede havspejlsstigninger i samme periode. Derfor skal man indtænke denne "udvanding" af højvandsstatistikken allerede på anlægstidspunktet.

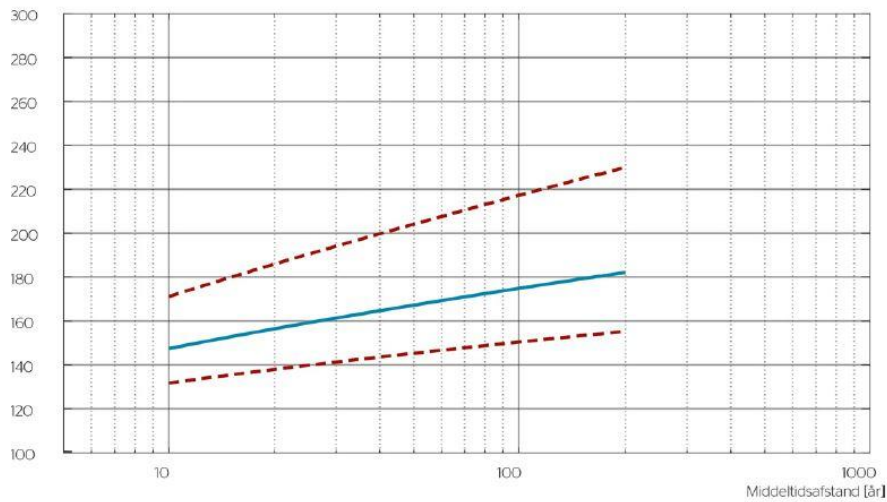
Figur 3.13: Kystdirektoratets nyeste højvandsstatistik fra 2017 for Roskilde Havn

Kilde: (Kystdirektoratet, 2018)



Middeltidshændelser

Vandstand [cm]



Højeste registrerede vandstande [cm] i DVR90

6. december 2013	206	2. november 2006	134	26. november 2007	115	9. september 1997	108
27. december 2016	152	11. januar 2015	134	8. april 1995	111	14. februar 2005	108
6. februar 1999	136	11. januar 1995	126	1. november 2001	110	3. januar 2015	103
10. november 2007	135	2. marts 2008	121	17. november 1995	109	4. november 1995	102
30. januar 2000	134	2. oktober 1997	117	15. september 2007	109	17. marts 2008	102

3.5.2 Stormflodsvandstand i fremtiden

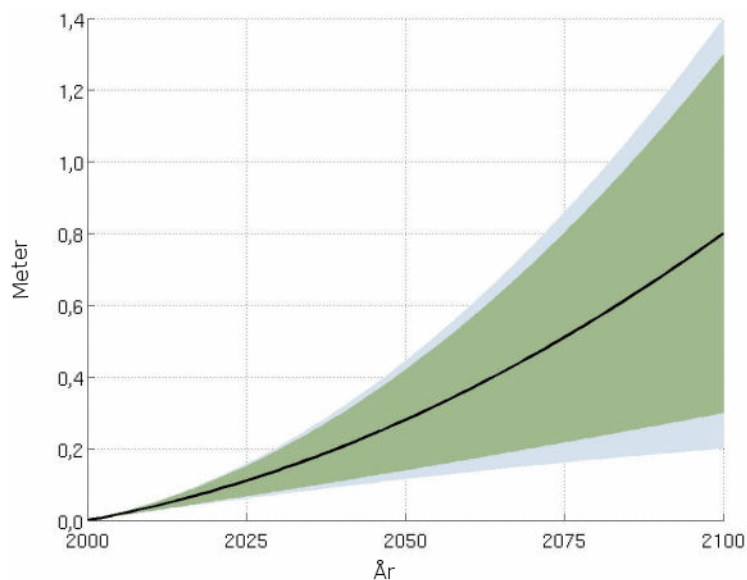
Det bedste bud fra DMI's Klimaatlas forudsiger en stigning af middelvandstanden i Danmark på ca. 57 cm for perioden fra år 2020 til 2070 – dog er usikkerheden endog meget stor. DMI beskriver selv usikkerhedsintervallet som fra 7 cm til 105 cm.

Havstigningen på 57 cm i sig selv giver ikke problemer, det er dens effekt på fremtidige stormfloder, der gør det spændende fordi de 57 cm skal lægges oveni

f.eks. 100 års middeltidshændelsen på 175 cm (225 cm), Bodilstormen på 206 cm (263 cm) og maksimalstormen i 1862 på 250 cm (307 cm).

Figur 3.14: DMI's bedste bud på fremtidig stigning af middelvandstand. Den sorte kurve viser middelværdien, mens det grønne og blå areal viser usikkerheden henholdsvis globalt og omkring Danmark.

Kilde: (DMI, 2018).



3.5.3 Landhævning

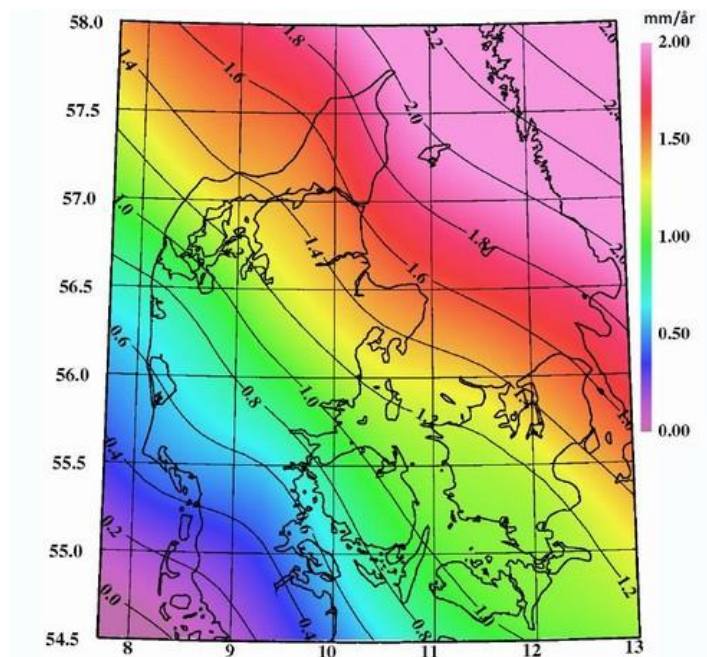
Ved seneste istid blev landmasserne trykket ned grundet tyngden fra ismasserne. Efter isens afsmeltning begyndte en landhævning af landmasserne, hvilket stadig pågår.

For projektområdet pågår en landhævning på ca. 1,4 mm/år, se Figur 3.15.

For perioden fra år 2020 og frem til år 2070 forventes der således en landhævning på (0,14 cm x 50 år =) 7 cm. Denne landhævning medtages ved beregning af dimensioneringsgrundlaget.

Figur 3.15: Absolutte landhævninger for Danmark angivet i mm/år.

Kilde: (Kystdirektoratet, 2018).



3.5.4 Bølgebidrag

Bølgebidraget langs strækningen er begrænset, men kan forekomme under stormhændelser og skal derfor medregnes i dimensioneringen. Strækningen har en varierende eksponeringsgrad og er derfor ligeledes udsat for varierende størrelser af bølgebidrag.

Ekstremvandstand forekommer i Roskilde Fjord ved vindretningerne fra vest til nordøst. Derfor er det kun bølger dannet ved disse vindretninger, der er relevante for dimensioneringen af oversvømmelsesbeskyttelsen.

Egon-stormen er fx kendetegnet ved at den blæste fra Vest (270°Nord) gennem hele stormen, mens alle andre nyere storme, herunder Bodilstormen, har haft varierende vindretning, der starter i Vest og slutter i Nord-Øst (ca 60°Nord). Under hver storm er der derfor mulighed for samtidig af høj vandstand og pålandsbølger for projektområdet.

Projektområdet kan deles op i tre grader af bølgeeksponering baseret på om bølger forekommer og om de forekommer under stormvandstand eller ved lav vandstand, altså om der er samtidig af høj vandstand og pålandsbølger, se Figur 3.16.

For de eksponerede strækninger ud til Roskilde Fjord er bølgebidraget udregnet til maksimalt $H_s = 0,16$ m baseret på hindcast-udregning fra USCE 1984.

Figur 3.16: Projektstrækningen delt op efter bølgepåvirkning.

- Bølgepåvirket uden stormvandstand
- Bølgepåvirket med stormvandstand
- Ingen bølgepåvirkning



3.5.5 Dimensionering

På baggrund af de værdier, der er fundet i de foregående afsnit, er minimums kronkoten for konstruktionen beregnet for en middeltidshændelse på 100 år i 2070, se Tabel 3.1.

Tabellen viser at en middeltidshændelse på 100 år i 2070 er på 225 cm DVR90 og på eksponerede strækninger med bølgebidrag er vandstanden op til 241 cm DVR90.

Altså er minimumssikringskoten på +2,25 m DVR90 tilstrækkelig på mindre eksponerede strækninger, hvor bølgebidraget vil være meget begrænset og derfor ikke bidrage til en forhøjelse af vandstanden.

På de mere eksponerede strækninger ud mod Roskilde Fjord vil bølgebidraget medføre, at minimums-sikringskoten bliver oversteget, og her bør en højere sikringskote overvejes.

Derfor anbefaler NIRAS og LYTT at sikringsniveauet på **2,25 m DVR90** anses som det mindst mulige niveau som Frederikssund Midtby bør sikres til i løbet af de næste få år. Da bølgebidraget ikke er med, gælder det kun for ikke-bølgeeksponerede dele af Frederikssund Midtby.

NIRAS og LYTT anbefaler at sikringsniveau på **2,50 m DVR90** anses som det mest robuste niveau som Frederikssund Midtby bør sikres til i løbet af de næste få år.

Tabel 3.1: Udregning af sikringsniveau ved brug af Kystdirektoratets højvandsstatistik.

	Kystdirektoratet
100 års middeltidshændelse	175 cm DVR90
Klimatisk havspejlsstigning i år 2070	+57-7=50 cm
Dimensionsgivende vandstand	225 cm DVR90
Bidrag fra bølgeopskyl	+16 cm
I ALT:	241 cm DVR90

Den store usikkerhed i fremtidens havniveau-udvikling gør, at man bør runde op fra 2,41 m DVR90 til 2,50 m DVR90 med de ekstra 9 cm, da havniveauet under alle omstændigheder vil stige til det niveau i dette århundrede.

Nybyggede huse har en forventet levetid på 80 år. Hvis de skal bygges, så de er sikre mod oversvømmelse fra havet i hele deres levetid, så bør de anlægges med en sokkelkote, der fremkommer ved at kombinere højvandsstatistik, se Figur 3.13 og havspejlsstigning, se Figur 3.14 samt fratække landhævning, se Figur 3.15.

Sokkelkoten i Frederikssund Midtby er derved statistisk 100 års middeltidshændelse på 1,75 m DVR90 + det forventede havniveau i år 2100 på +0,84 m – landhævningen på 11 cm = 2,48 m DVR90 ~ **2,50 m DVR90**. Dertil tillægges naturligvis bølgepåvirkning for huse, der er placeret tæt på bølgepåvirket kyst.

4 Idéskitser

NIRAS og LYTT har udarbejdet idéskitser til oversvømmelsesbeskyttelsen. Den overordnede linjeføring af oversvømmelsesbeskyttelsen er vist i Figur 4.1. I de efterfølgende afsnit vil løsningsforslagene blive gennemgået.

Figur 4.1: Oversigtskort med delområder (rød polygon) over linjeføring samt generel type af oversvømmelsesbeskyttelse. Baggrundskortet er højdekort med angivelse af oversvømmelse ved 2,25 m DVR90 og 2,50 m DVR90. Kilde: SDFE 2018.

- Dige
- Højvandsmur
- Lokal terrænhævning
- 2.25 m DVR90
- 2.50 m DVR90



4.1 Delområde 1

I Delområde 1 foreslås det at anlægge et dige hvor der er plads til det. De dele af strækningen, hvor der ikke er plads til et dige, kan der anlægges en højvandsmur, se Figur 4.2 og bemærk placering af tværsnit.

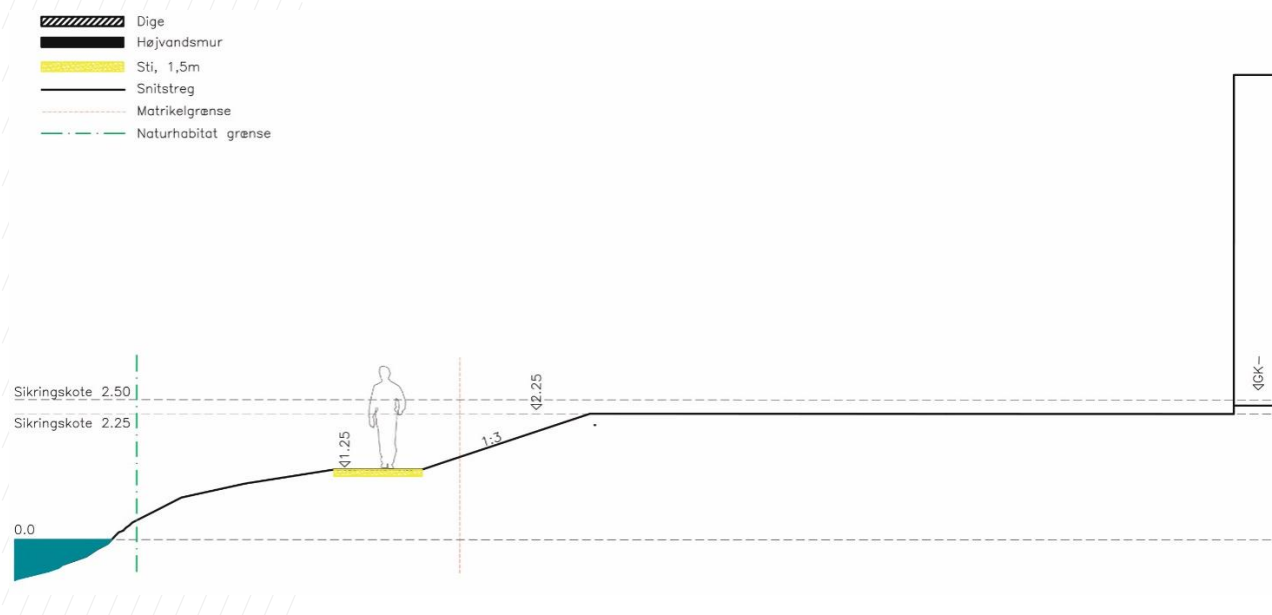
Figur 4.2: Plantegning af højvandsbeskyttelsen i Delområde 1. Højvandsbeskyttelsens omtrentlige udbredelse er vist med grøn. Placering af Snit AA, BB, CC, DD, EE og FF er markeret med sort linje.

Bemærk at højvandsbeskyttelsen af "strandparken" består af en relativt omfattende, men næsten usynlig terrænhævning.

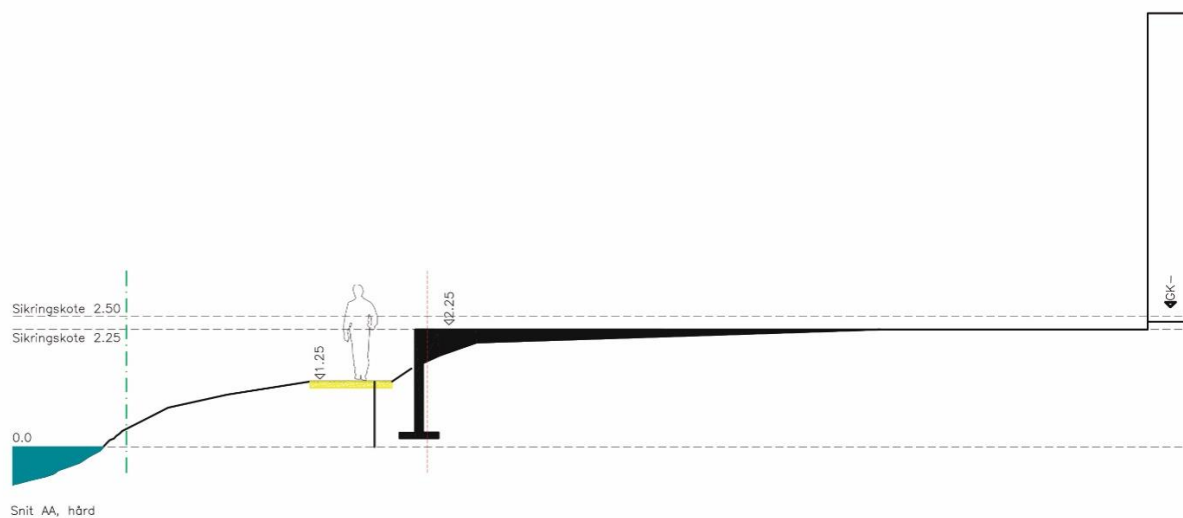


Ved matrikel 14ah, Fjordtoften 7, er der udarbejdet to forslag til oversvømmelsesbeskyttelsen, hvor der enten kan bygges en højvandsmur eller at en mindre del af græsplænen hæves, se Figur 4.3 og Figur 4.4. Til sikringsniveau 2,5 m DVR90 skal højvandsmuren hæves og forlænges indtil vejen.

Figur 4.3: Snit AA. Terrænnændring havværts Fjordtoften 7. Legenden er gældende for alle snittegninger.

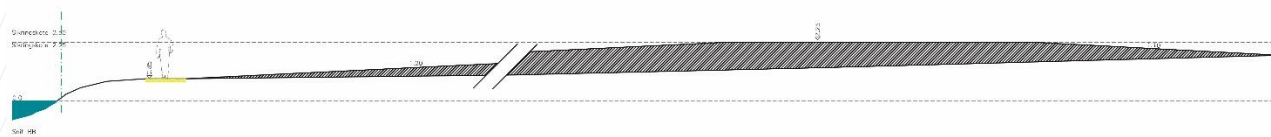


Figur 4.4: Højvandsmursløsningen i Snit AA ved Fjordtoften 7.



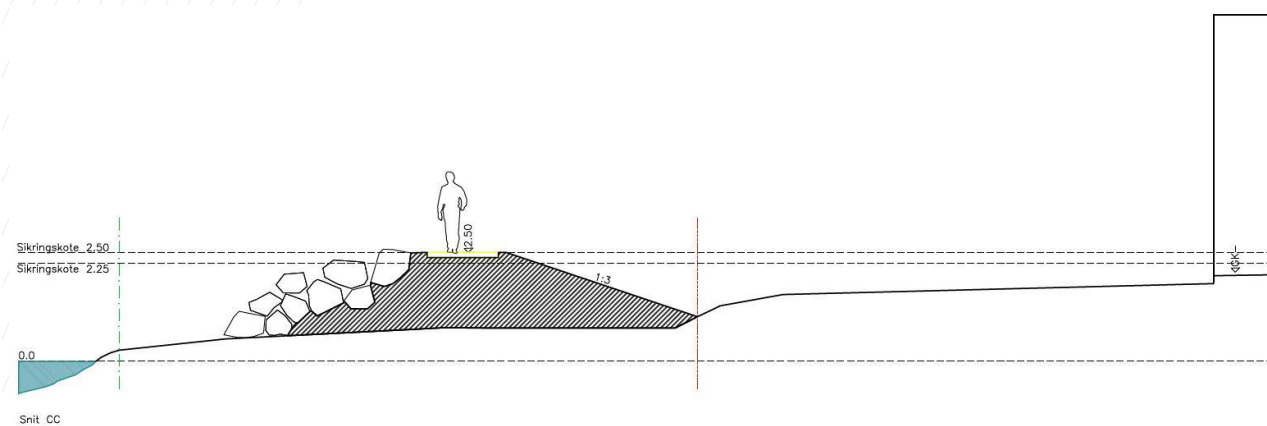
På matrikel 14a "Strandparken" foreslås det at terrænet hæves med hældningen 1:20, hvor topkoten således er tilbagetrukket i terrænet, så synligheden bliver minimeret, se Figur 4.5. Terrænet kan med samme hældning hæves til 2,5 m DVR90.

Figur 4.5: Snit BB. Det skraverede område markerer terrænhævnningen af store dele af "Strandparken". De skrå to skrå streger indikerer at en del af snittet ikke er vist.



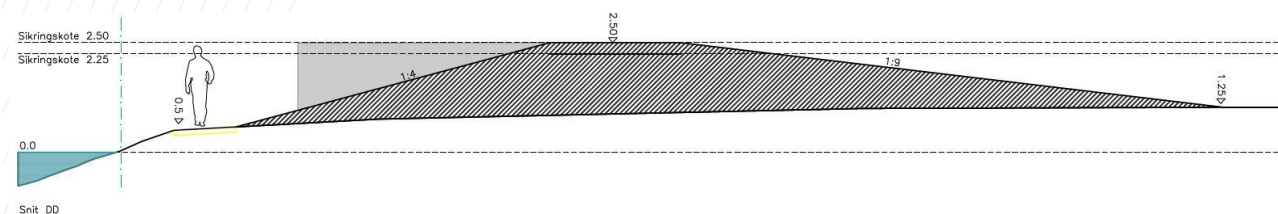
På den eksisterende strand havværts husene på Fasanvej og Egernvej syd for matrikel 14a foreslås det, at anlægge et dige, se Figur 4.6. Diget anlægges, hvor det er muligt, på eksisterende strand. Da denne del af strækningen er udsat for erosion, bør den havvendte side af diget beskyttes med en skråningsbeskyttelse. Skråningsbeskyttelsen anlægges landværts for Natura 2000-habitatafgrænsningen. En anden form for erosionsbeskyttelse er ikke mulig da denne vil påvirke Natura 2000-habitatafgrænsningen.

Figur 4.6: Snit CC. Det skraverede område markerer terrænhævnningen med havværts beliggende skråningsbeskyttelse.



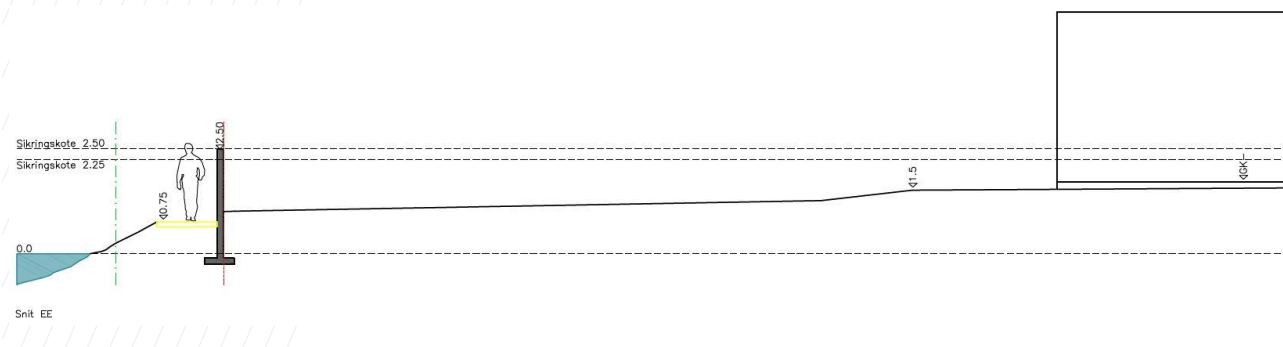
På matrikel 15ac, der er græsstykket lige nord for Harevej som har forbindelse til fjorden, anlægges et dige, der er trukket tilbage således at hældningen ned mod fjorden bliver relativ lav, hvorved småbåde stadig kan trækkes over, se Figur 4.7.

Figur 4.7: Snit DD. Det skraverede område ved Harevej markerer terrænhævnningen.



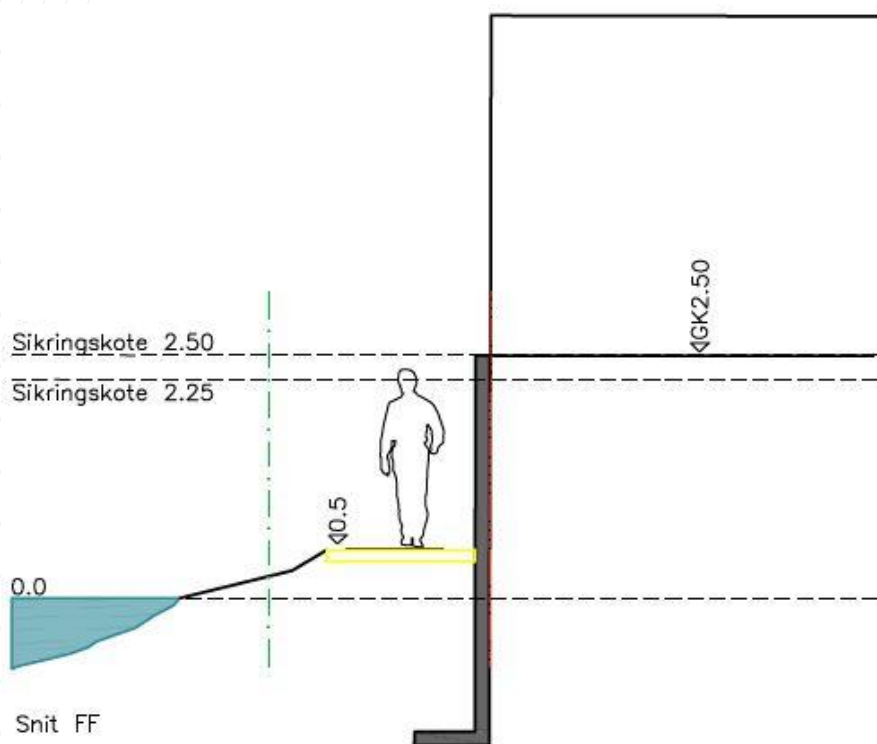
På matrikel 15p, Harevej 2, anlægges en højvandsmur, se Figur 4.8. Bemærk at højvandsmuren sandsynligvis skal funderes i større dybde end vist på tegningen for at modvirke bølgebelastning.

Figur 4.8: Snit EE. Højvandsmur og sti havværts Harevej 2.



Højvandsmuren videreføres på matrikel 15as, Harevej 4, langs husmuren landværts for Natura 2000-habitatafgrænsningen, se Figur 4.9. Som det fremgår af illustrationen, er der ikke mere end omkring 3,3 m på det mest kritiske sted fra huset til Habitatafgrænsningen, så anlægsarbejdet **må** ikke overskride Habitatafgrænsningen.

Figur 4.9: Snit FF. Højvandsmur og sti havværts Harevej 4.



4.2 Delområde 2

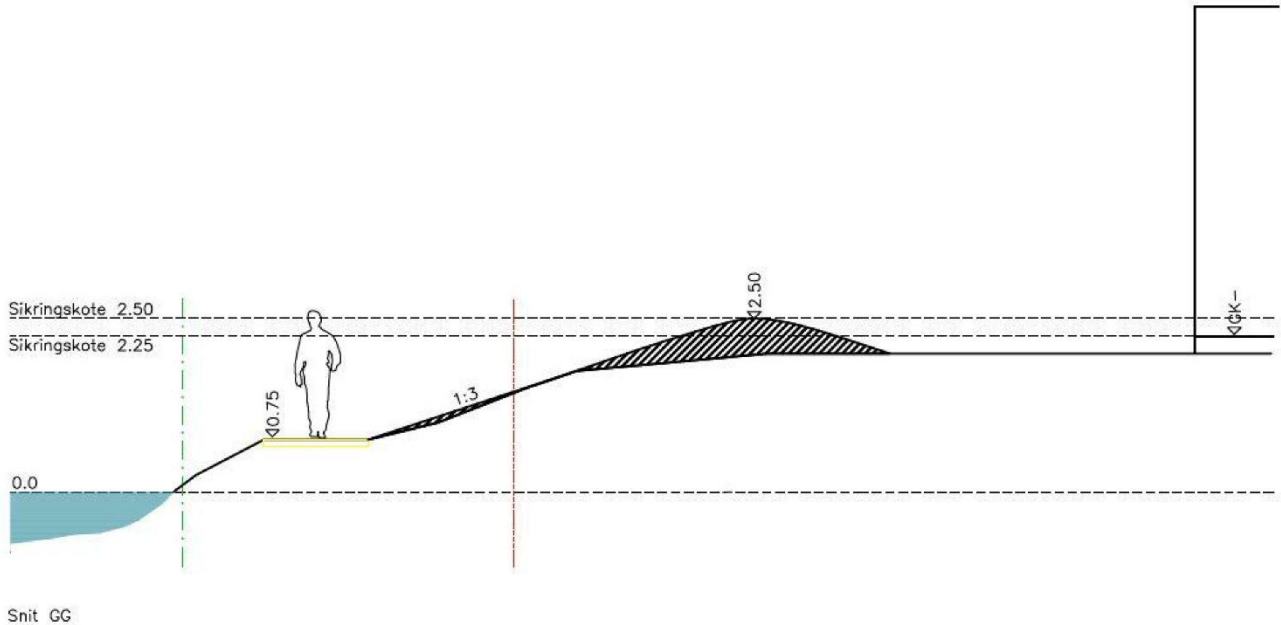
På strækningen fra matrikel 16bi, havværts Borgervænget 60 i nord til Skyllebakke Havn i syd anbefales det at anlægge et dige, se Figur 4.10.

På matrikel 16bi, havværts Borgervænget 60 og -58, anlægges diget som en mindre terrænhævning i haverne, se Figur 4.11. Den havværts side af diget følger nogenlunde nuværende skrænt og bør beskyttes med en skråningsbeskyttelse.

Figur 4.10: Plantegning af diget i den nordlige del af Delområde 2. Digtets udbredelse er vist med grøn. Digtets placering af Snit GG og HH er markeret med sort linje.



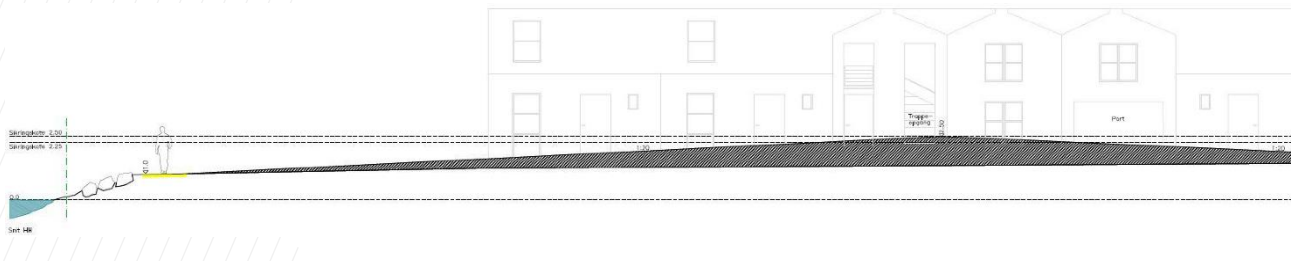
Figur 4.11: Snit GG. Det skraverede område viser terrænhævnningen i haverne på Borgervænget 60 og -58. Grøn stiplede linje markerer Natura 2000-habitatafgrænsningen.



På den resterende del af strækningen mod Skyllebakke Havn bliver diget ligeledes anlagt med en mindre terrænhævnning (30-50 cm) på græsarealerne på matrikel 16bg og 16a.

På matrikel 31, Skyllebakkehavns-kvarteret, vil terrænhævnningen følge eksisterende forhøjninger med vegetation og føres landværts i det grønne område mellem bygningerne med hældningen 1:25 for at minimere synligheden af diget, se Figur 4.12.

Figur 4.12: Snit HH. Det skravede område viser terrænhævnningen. Grøn stiplede linje markerer Natura 2000-habitatafgrænsningen.



Ved Skyllebakke Havn foreslås der to løsninger. I den ene tilbagetrukne løsning anlægges der en højvandsmur på bagsiden af bebyggelsen af selve Skyllebakke

Havn, Skillebakkehavn 43-53 samt -62, se Figur 4.13. Boligområdet havværts må beskytte sig mod stormflod ved at facadebeskytte egen bolig.

Figur 4.13: Oversigtskort over tilbagetrukket løsningsforslag ved Skillebakke Havn.

- Svineplanke
- Sti over dige
- Dige
- Dige 250cm DVR90



Muren ender ud i en terrænhævning ind mod det grønne areal på matrikel 49f, hvor der ligeledes skal foretages en mindre terrænhævning ved sikringsniveau 2,5 m DVR90, se Figur 4.13.

I den anden løsning anlægges der en spunsvæg på den havværts side af bebyggelsen, se Figur 4.14. Ved nuværende nedgange til træbrodækket indsættes der svinerygsplanker, der skal håndteres af beredskabet ved varsel om høj vandstand. I den østlige ende af spunsvæggen forsætter beskyttelsen som et dige.

Figur 4.14: Oversigtskort over løsningsforslag med spunsvæg ved Skyllebakke Havn.

- Svineplanke
- Sti over dige
- Dige
- Spunsvæg



Den umiddelbare fordel ved den havværts placerede løsning er naturligvis, at den yderste husrække også bliver oversvømmelsessikret. Denne løsning er dog mere sårbar for konstruktions-nedbrud i stormflod, hvis den ikke anlægges tilstrækkeligt robust, hvorved rigtig mange bagvedliggende boliger derved er i større fare for oversvømmelse.

På matriklerne 49f, 49an og 49t, Nordre Pakhusvej og Nordkajen, anlægges der et dige der, hvor det er muligt, som er tilbagetrukket således at synligheden af anlægget mindskes, se Figur 4.15. Ydermere vil digets topkote følge eksisterende forhøjninger med vegetation på det meste af strækningen.

Det er antaget at soklen på bygningerne, der vender ud mod havnen på matrikel 49t er vandtætte for indtrængen af havvand og at gulvkoten ligger omkring 2,40 m DVR90. Dermed er der ikke behov for en beskyttelse på denne del strækningen. Hvis antagelsen ikke holder stik, kan bygningerne beskyttes med en højvandsmur.

Figur 4.15: Plantegning af diget i den sydlige del af Delområde 2. Digets udbredelse er vist med grøn.



4.3 Delområde 3

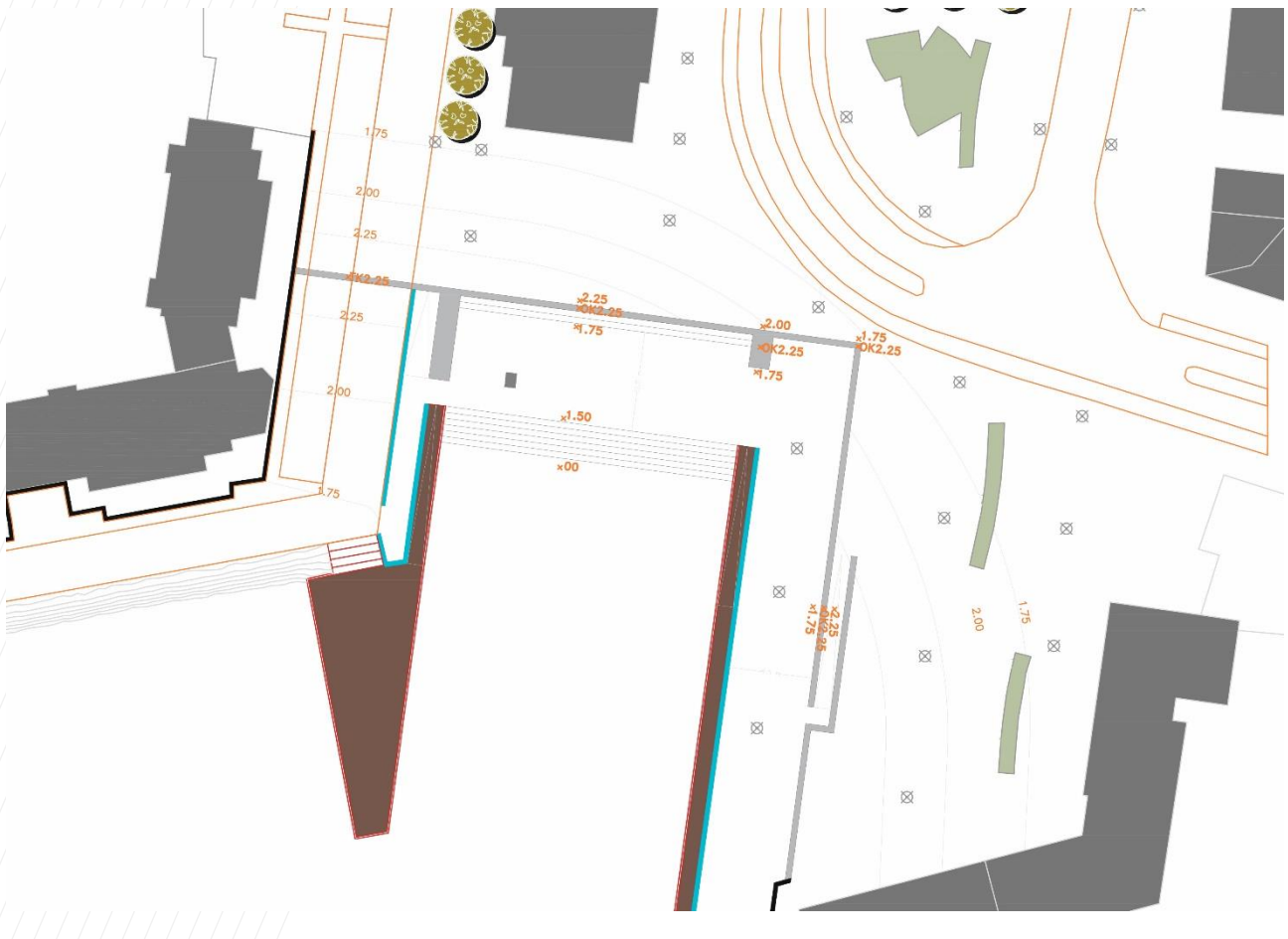
I Delområde 3 er der udarbejdet et forslag til en renovering af havnepladsen ved Frederikssund Havn, der bidrager til at oversvømmelsesbeskyttelsen falder ind i byrummet og kan bruges i fredstid. Den resterende del af Delområde 3 beskyttes af en højvandsmur og evt. en hævnings af Stenværksvej.

Figur 4.16 og Figur 4.18 viser hhv. plantegning og en visuel fremstilling over løsningsforslaget ved den centrale havneplads. Langs de østvendte bygninger på matrikel 49t løber en højvandsmur, der støder til en hævnings af Nordkajen-vejen mellem Nordkajen 2 og Restaurant Toldboden til sikringsniveauet.

Oversvømmelsesbeskyttelsen langs den resterende del af havnepladsen udgøres af en højvandsmur med trappetrin og ramper, der får højvandsbeskyttelsen til at glide i baggrunden til fordel for hverdagens brug af pladsen. Hovedgrebet er at forbinde pladsen havværts og landværts højvandsmuren, så selve muren kun udgør en delmængde af det arkitektoniske udtryk.

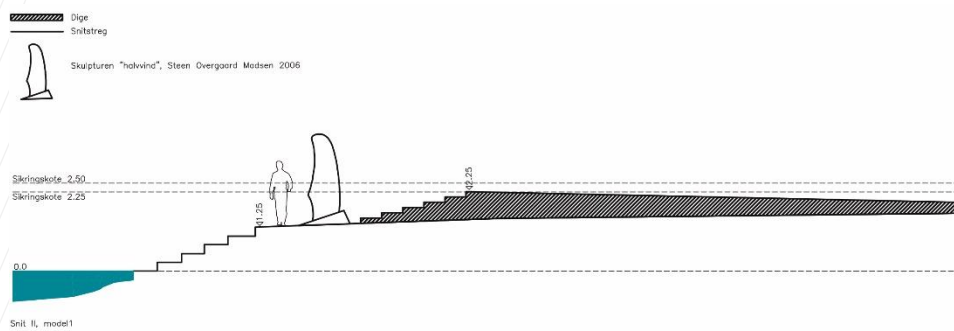
Derved forsvinder højvandsmurens visuelle udtryk i hverdagen samtidig med at hele havnepladsen er fuldt højvandsbeskyttet i stormsituationen uden behov for beredskab etc.

Figur 4.16: Plantegning af løsningsforslaget på havnepladsen. Orange tal viser koten i m DVR90. Sikringen er den grå og sorte streg

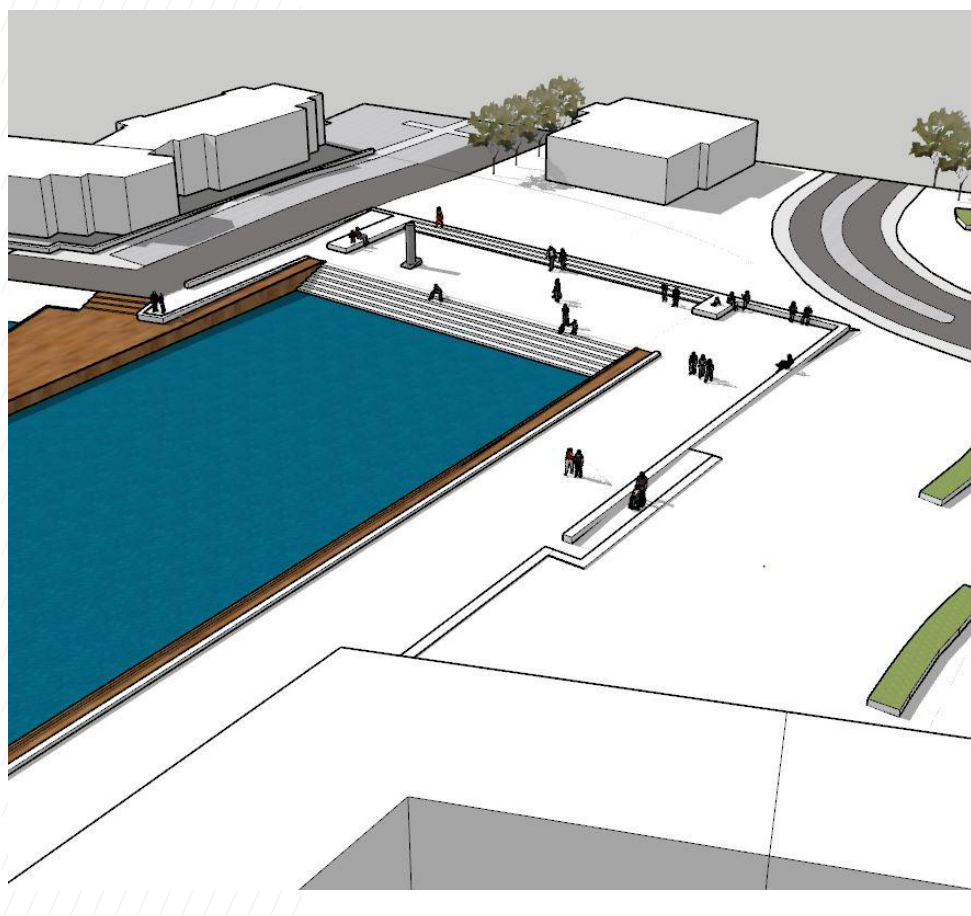


Det bagvedliggende terræn hæves med en svag hældning op til højvandsmuren, hvor trappe og ramper forekommer, se Figur 4.17. Herved forsvinder højvandsoversvømmelsen for beskueren fra Færgevej og Restaurant Toldboden og skulpturen "halv vind" er stadig synlig og imødekomme.

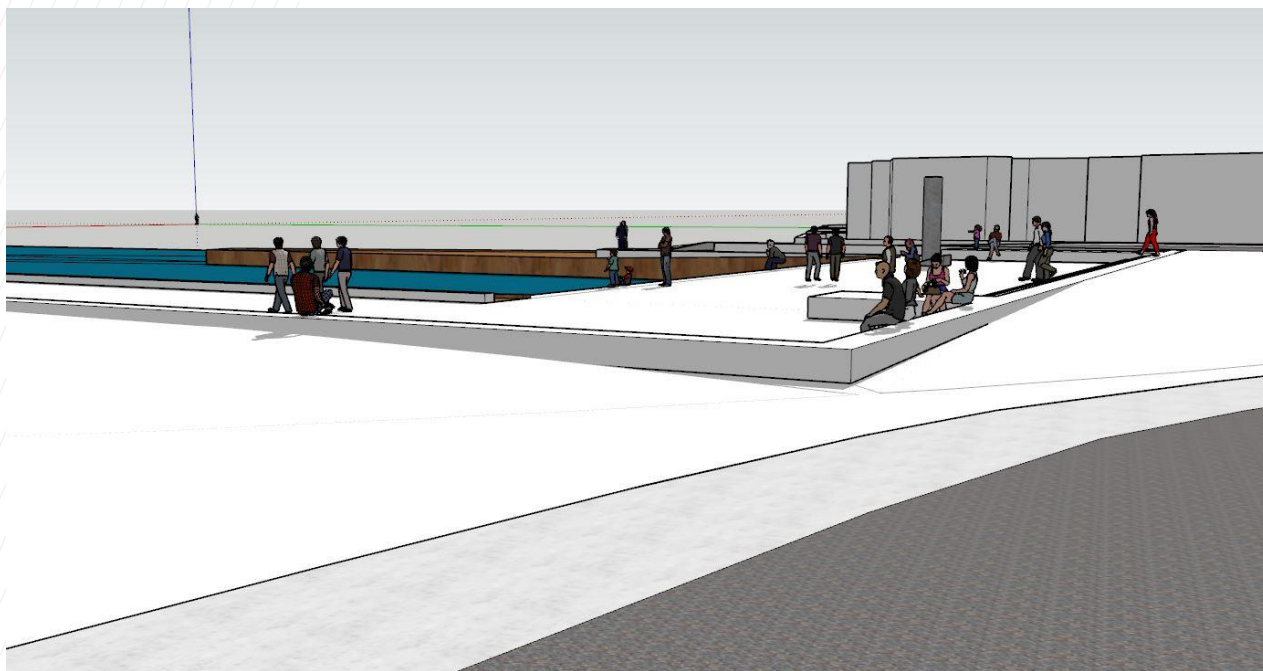
Figur 4.17: Snit II ved skulpturen "halv vind". Det skravede område viser terrænhævingen.



Figur 4.18: Visuel fremstilling af løsningsforslag på havnepladsen.



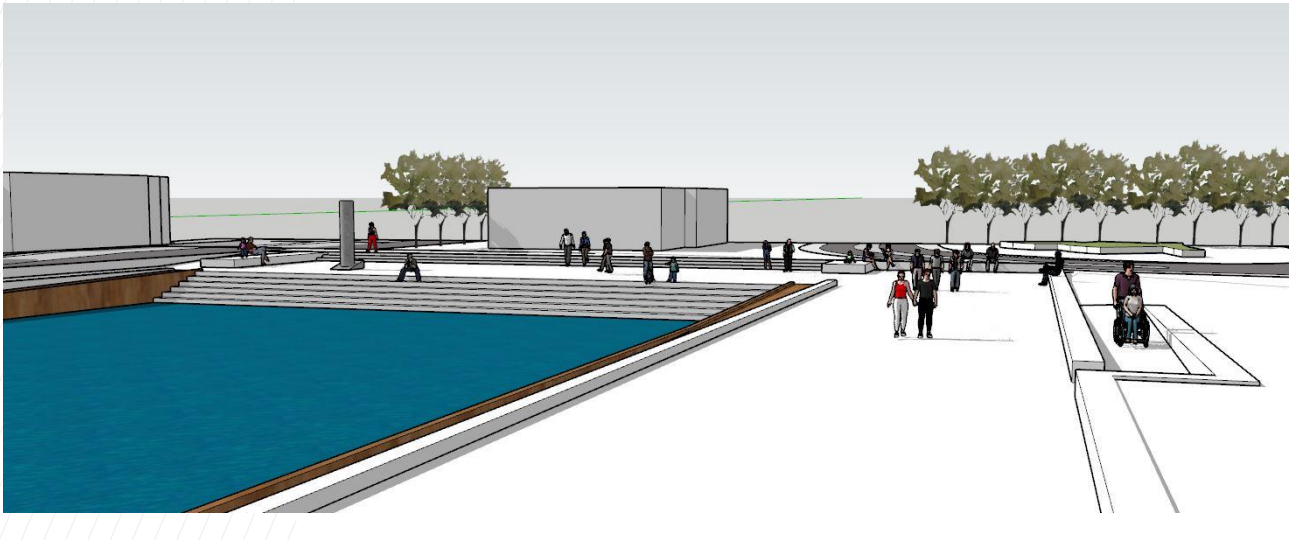
Figur 4.19: Visuel fremstilling af løsningsforslag på havnepladsen.



Som det fremgår af Figur 4.18, Figur 4.19 og Figur 4.20 indbyder Havnepladsen til ophold og aktivitet samtidig med at højvandsmuren indgår som et siddemøbel, en trappe eller en plint og er kun brudt af en rampe, der forbinder den havværts lave del med den højereliggende landværts del (ca. +50 cm)

Hjørnet på højvandsmurens forløb, der vender ind mod Færgevej, er valgt synligt i terrænet, da dette hjørne indgår i det overordnede arkitektoniske udtryk af hele havnepladsen, se Figur 4.19.

Figur 4.20: Visuel fremstilling af løsningsforslag på havnepladsen.



Højvandsmuren langs havnepladsen forsætter langs Amsterdamhusene, hvor den kan indarbejdes i eksisterende plankeværk ind mod terrasserne, se Figur 4.21. Højvandsmuren forsætter til Stenværksvej og inkluderer svinerygsplanker undervejs i adgangsvejene gennem husene, der sikrer passage i fredstid, men hvor beredskabet skal opsætte svinerygsplankerne ved varsel om høj vandstand.

Figur 4.21: Oversigtskort over løsningsforslag ved Amsterdamhusene.

- Svinerygsplanke
- Højvandsmur



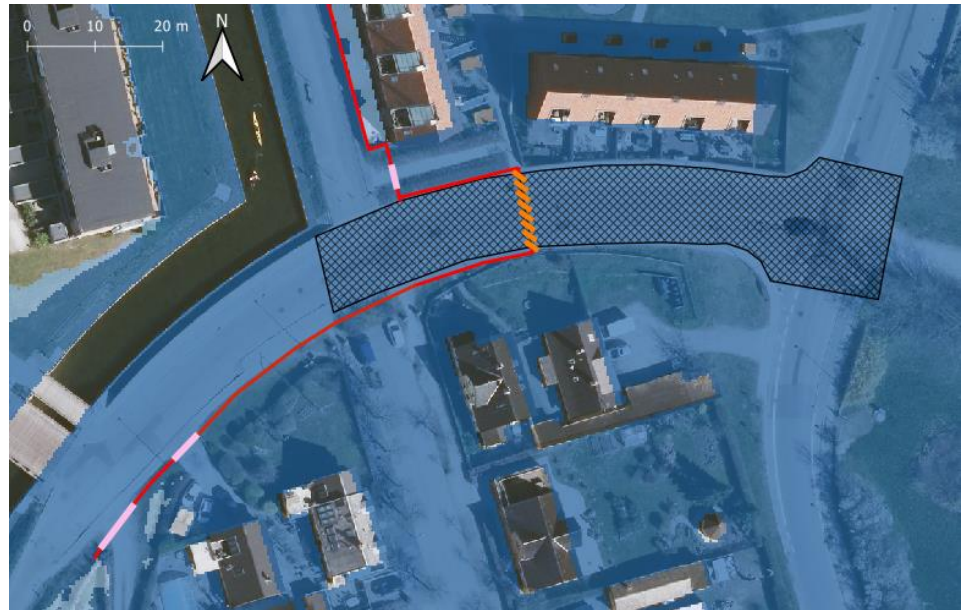
Figur 4.22: Oversigtskort over højvands-skot løsningen på Stenværksvej.

- Højvandsskot
- Svinerygsplanke
- Højvandsmur



Figur 4.23: Oversigtskort over løsningen med hævnning af Stenværksvej.

- Højvandsmur
- Svinerygsplanke
- Topkote på vej
- ☒ Lokal hævnning af vej



Ved Stenværksvej er der to løsningsforslag. I det første forslag føres beskyttelsen henover Stenværksvejen i form af et højvandsskot, se Figur 4.22. Højvandsskottet kendes fra Le Mur i Lemvig og sikrer fri passage i fredstid, men blokerer vejen ved varsel om høj vandstand. Dermed vil det ikke være muligt for køretøjer at komme ud til boligerne på Sydkajen, når højvandsskottet er i brug.

På den sydlige del af Stenværksvej forsætter højvandsmuren med svinerygsplanke ved indkørslerne som kendes fra fx Haldor Topsøe i Frederikssund.

Den anden løsning er at hæve Stenværksvej fra Kalvøvej med topkoten beliggende i forlængelse af højvandsmuren, se Figur 4.23. Denne løsning sikrer adgang for køretøjer til Sydkajen ved høj vandstand og spærrer samtidig for vandindtrængen til Midtbyen mod nord og fodboldbanerne mod syd.

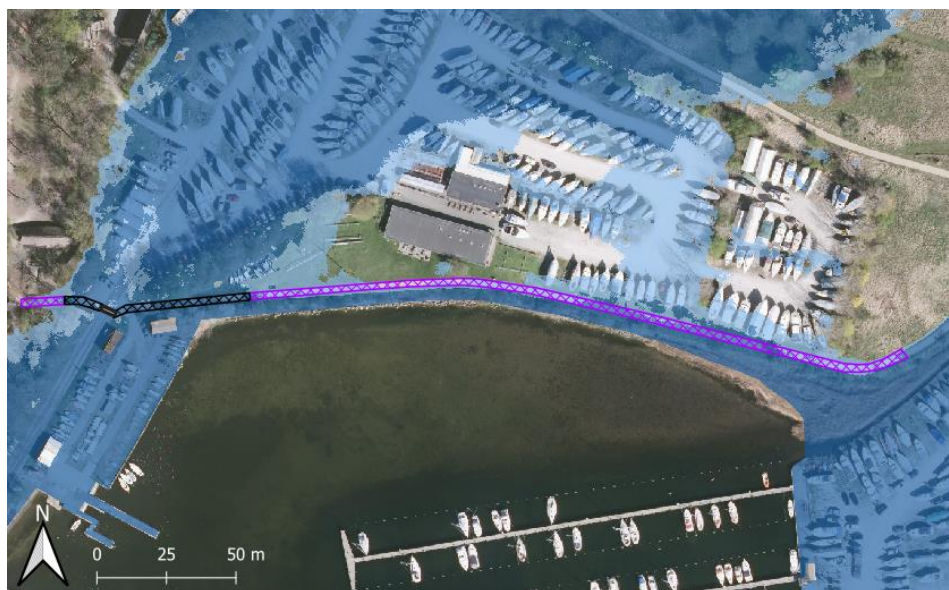
4.4 Delområde 4

Delområde 4 indeholder Kalvø-området samt de lavtliggende boldbaner. Den højtliggende Kalvø fungerer som oversvømmelsesbeskyttelse i det meste af området. Derfor skal der kun etableres en beskyttelse i den sydlige del ved Frederikssund Lystbådehavn.

Det foreslås at den eksisterende grusvej hæves fra Vikingebopladsen i vest til Sillebro Å i øst, se Figur 4.24. Ved sikringsniveau 2,25 m DVR90 skal en mindre del af vejen hæves, hvorimod det meste af vejen skal hæves ved sikringsniveau 2,50 m DVR90.

Figur 4.24: Oversigtskort over løsningen ved lystbådehavnen.

- Vejbump
- ⊠ Lokal terrænhævning
- ⊠ Lokal terrænhævning 2,5m DVR90



4.5 Delområde 5

Delområde 5 indeholder Sillebro Å, beboelseskvarteret syd herfor samt Frederikssund Renseanlæg. Der er udarbejdet to løsningsforslag til delområdet.

I begge løsninger hæves stien fra Sillebro Åen til Strandlystvej op til det ønskede sikringsniveau. I den ene løsning anlægges der en højvandslukke i Sillebro Å ved eksisterende bro og terrænet på den nordlige bred ved broen hæves, se Figur 4.25.

I den anden løsning anlægges der et dige langs beboelseskvarteret, der støder til den eksisterende sti ved renseanlægget, der tilsvarende hæves til det ønskede sikringsniveau, se Figur 4.26. Denne sidste løsning har naturligvis ingen indflydelse på Sillebro Å's strømning.

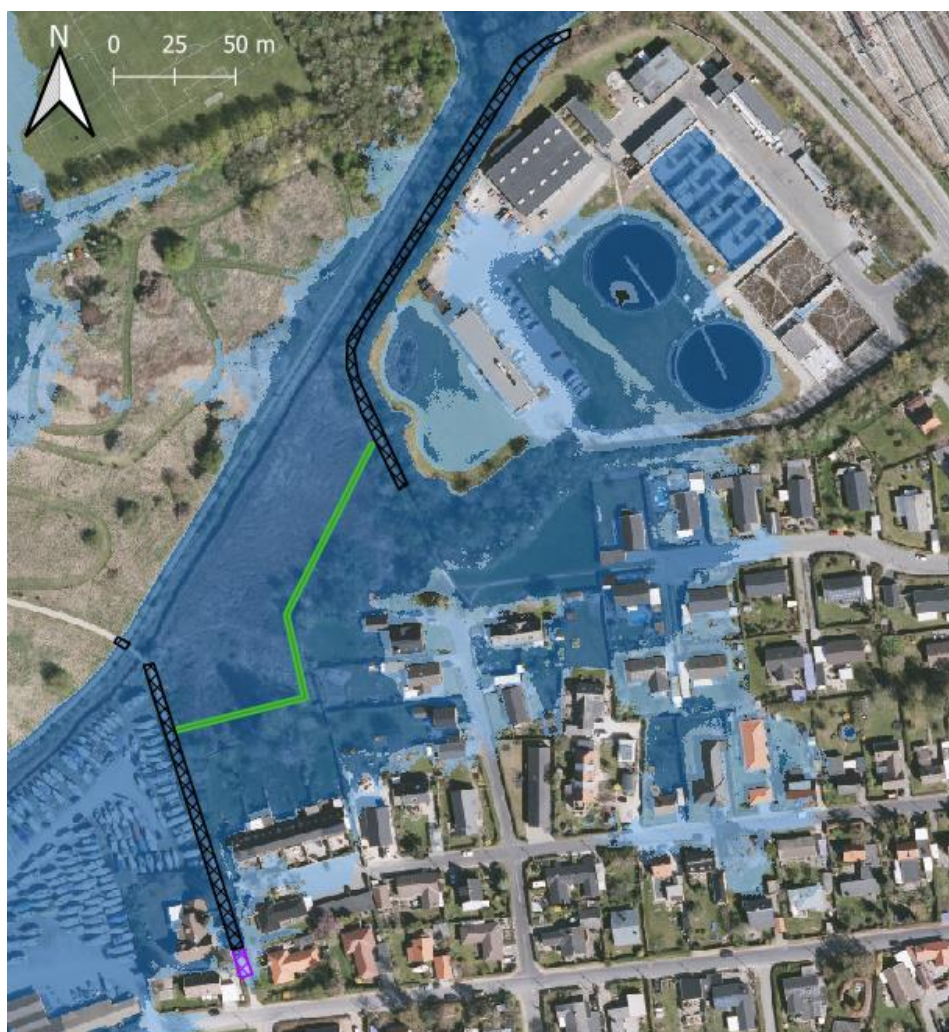
Figur 4.25: Oversigtskort over løsningen med højvandslukke i Sillebro Å.

- Højvandslukke
- ⊠ Lokal terrænhævning
- ⊠ Lokal terrænhævning 2,5m DVR90



Figur 4.26: Oversigtskort over løsning med dige og terrænhævning foran renseanlægget.

- Dige
- ⊠ Lokal terrænhævning
- ⊠ Lokal terrænhævning 2,5m DVR90



5 Indre beskyttelse af delområder

En indre beskyttelse af delområderne har den fordel, at hvis der er funktionssvigt i den ydre beskyttelse i et delområde, vil kun det pågældende delområde blive oversvømmet, mens de andre delområder forbliver beskyttet.

Mellem Delområde 1 og 2 kan rabatten mellem Egernvej og Færgevej hæves, se Figur 5.1. Løsningen er nærmere en terrænhævning end et egentligt dige og er op til 25 cm over eksisterende terræn.

Mellem Delområde 2 og 3 kan der anlægges en højvandsmur langs Færgevej ned til havnepladsen, der kombineres med en mobiløsning ved udkørslen fra parkeringspladsen på Nordre Pakhusvej, se Figur 5.2. Højden på muren er ca. 60 cm ved Havnepladsen og aftager langs Færgevej

Mellem Delområde 3 og 4 kan hævningsen af Stenværksvej forlænges til det højtliggende gamle jernbaneforløb, se Figur 5.3. Terrænhævningsen er 1,65 m over eksisterende terræn ved Stenværksvej og aftager mod det gamle jernbaneforløb.

Mellem Delområde 5 og 1 kan en del af den vestlige brink på Sillebro Å umiddelbart syd for broen ved Baneledet hæves, se Figur 5.4. Terrænhævningsen vil være op til 10 cm.

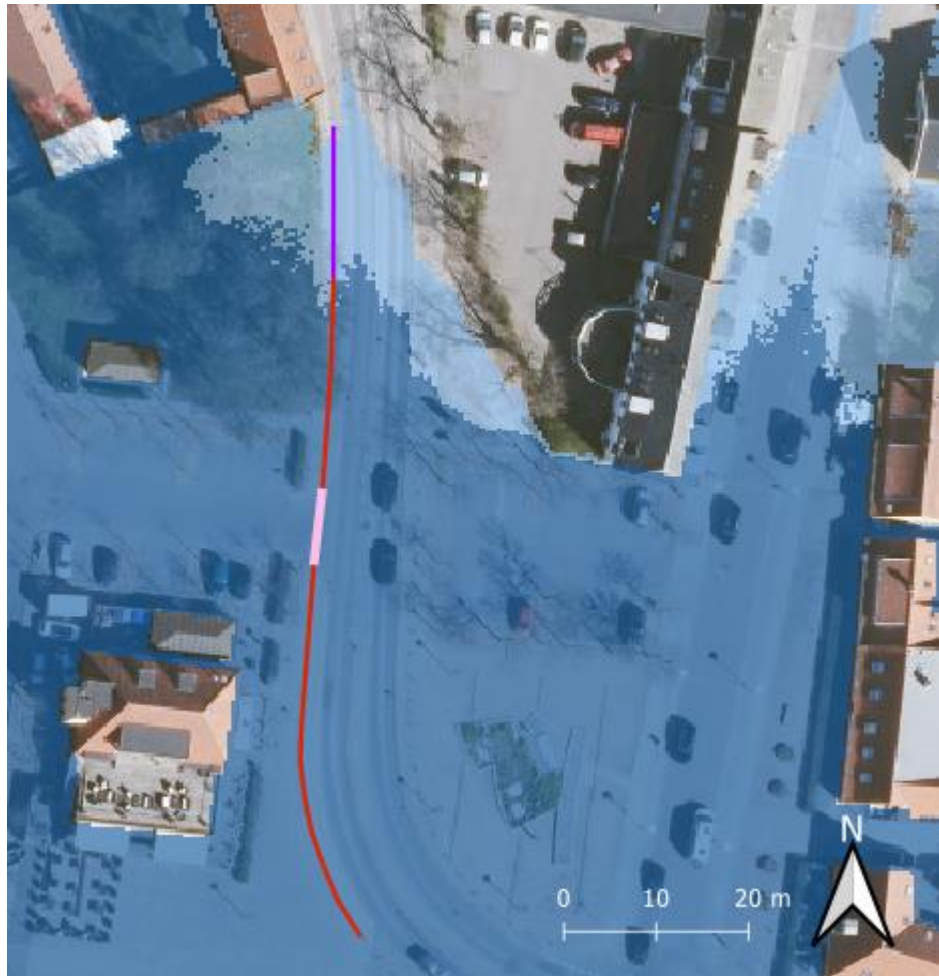
Figur 5.1: Oversigtskort over beskyttelse mellem Delområde 1 og 2. Baggrundskortet er højdekort med mørkeblå farve ved 2,25 m DVR90 og lyseblå farve ved 2,50 m DVR90. Kilde SDFE 2018.

■ Dige






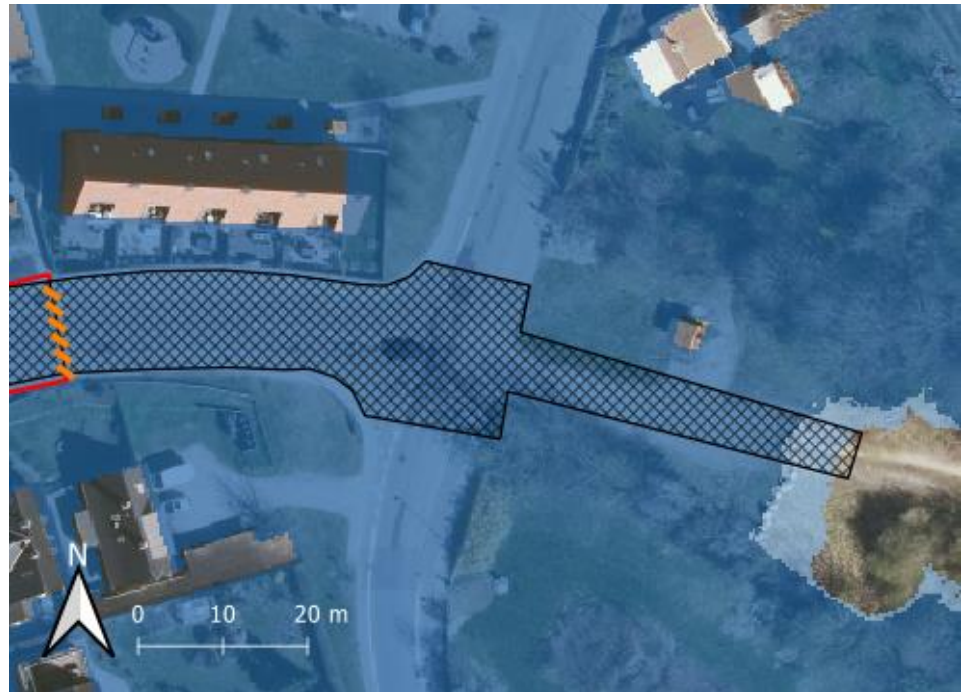
Figur 5.2: Oversigtskort over beskyttelse mellem Delområde 2 og 3. Baggrundskortet er højdekort med mørkeblå farve ved 2,25 m DVR90 og lyseblå farve ved 2,50 m DVR90. Kilde SDFE 2018.

- Højvandsmur
- Højvandsmur 250cm DVR90
- Svinerygsplanke



Figur 5.3: Oversigtskort over beskyttelse mellem Delområde 3 og 4. Baggrundskortet er højdekort med mørkeblå farve ved 2,25 m DVR90 og lyseblå farve ved 2,50 m DVR90. Kilde SDFE 2018.

-  Topkote på vej
-  Lokal hævnning af vej
-  Højvandsmur



Figur 5.4: Oversigtskort over beskyttelse mellem Delområde 5 og 1. Baggrundskortet er højdekort med mørkeblå farve ved 2,25 m DVR90 og lyseblå farve ved 2,50 m DVR90. Kilde SDFE 2018.

■ Dige



6 Økonomisk overslag

NIRAS og LYTT har beregnet estimeret anlægsoverslag på de to sikringsniveauer 2,25 og 2,50 m DVR90, se Tabel 6.1.

Anlægsoverslaget er beregnet således, at det totale projektforslag er inklusiv 10% anstilling, 15% uforudsete udgifter, 10% rådgiver og 25% usikkerhed. Alle priser er i danske kroner ekskl. 25% moms.

I de næste procesfaser vil overslaget tilnærme sig det "rigtige" overslag i takt med at anlægsarbejdet bliver mere præcist og dermed kan usikkerhedsmomenter fjernes. Det endelige "rigtige" overslag kendes først når højvandsbeskyttelsen er etableret og ibrugtaget.

Ved havnepladsen kan de arkitektoniske elementer fordyrer estimerede anlægsoverslag, så her er kun medtaget havoversvømmelsesbeskyttelseselementer.

Alle enhedspriser er baseret på nyeste entreprenøruddbud fra lignende projekter i nærheden, herunder Haldor Topsøe-digeprojektet.

Tabel 6.1: Total projektbudget for delområde samt beskyttelse mellem delområderne.

	Sikringsniveau 2,25 m DVR90	Sikringsniveau 2,50 m DVR90
Delområde 1	3.100.000	3.600.000
Delområde 2	4.600.000	4.900.000
Delområde 3	13.000.000	13.300.000
Delområde 4	20.000	120.000
Delområde 5	1.200.000	1.500.000
Zoneinddeling	2.500.000	2.800.000
Total projektbudget	24.680.000	26.500.000

Tabel 6.2 viser det totale projektbudget for beskyttelsen mellem delområderne, der derved sikrer mod oversvømmelse mellem delområderne.

Tabel 6.2: Total projektbudget for beskyttelse mellem delområderne.

	Sikringsniveau 2,25 m DVR90	Sikringsniveau 2,50 m DVR90
Delområde 1 og 2	100.000	100.000
Delområde 2 og 3	500.000	600.000
Delområde 3 og 4	1.600.000	1.800.000
Delområde 3 og 5	300.000	300.000
Samlet	2.500.000	2.800.000

6.1 Drift og vedligeholdelse

De årlige gennemsnitlige estimerede vedligeholdelsesomkostningerne for hvert delområde samt for beskyttelsen mellem delområderne er vist i Tabel 6.3. og udgør normalt ca. 2% af anlægsprisen.

Tabel 6.3: Vedligeholdelsesomkostninger for hvert delområde samt for hele projektet.

	Vedligeholdelsesomkostninger
Delområde 1	70.000
Delområde 2	100.000
Delområde 3	130.000
Delområde 4	1000
Delområde 5	30.000
Zoneinddeling	50.000
Total vedligeholdelsesomkostninger	Estimeret 381.000 pr. år

6.2 Kombineret løsning

De to sikringsniveauer kan med fordel kombineres, så Frederikssund Midtby er sikret til et samlet sikringsniveau på 2,25 m DVR90 samtidig med at delområderne 1 og 2 er sikret mod bølgepåvirkning – altså til sikringsniveau 2,50 m DVR90, se bølgepåvirkningen Figur 3.16.

Det samlede budget for den kombinerede løsning med den beskyttende zoneinddeling mellem delområderne er følgende, se Tabel 6.4.

Tabel 6.4: Samlet projektbudget for kombineret løsning med sikringsniveau på 2,25 m DVR90 for delområderne 3, 4, 5 samt zoneinddeling og sikringsniveau inklusiv bølger (2,50 m DVR90) for delområderne 1 og 2, der er eneste bølgepåvirkede delområder.

	Sikringsniveau 2,25 m med bølger
Delområde 1	3.600.000
Delområde 2	4.900.000
Delområde 3	13.000.000
Delområde 4	20.000
Delområde 5	1.200.000
Zoneinddeling	2.500.000
Total projektbudget	25.220.000

NIRAS anbefaler den kombinerede løsning.

7 Referencer

BEK nr. 1452 af 07/12/2015. (u.d.). Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord. Miljø- og Fødevareministeriet.

DMI. (7. august 2018). *Fremtidens vandstand omkring Danmark*. Hentet fra DMI - Vejr, klima og hav: <http://www.dmi.dk/laer-om/temaer/hav/fremtidens-vandstand/>

Kystdirektoratet. (2018). *Højvandsstatistikker 2017*.

Kystdirektoratet. (7. august 2018). *Landbevægelser i Danmark*. Hentet fra Kysterne: <http://kysterne.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html>

LBK nr. 126 af 26/01/2017. (u.d.). Miljø- og Fødevareministeriet.

LBK nr. 240 af 13/03/2019. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse. Miljø- og Fødevareministeriet.

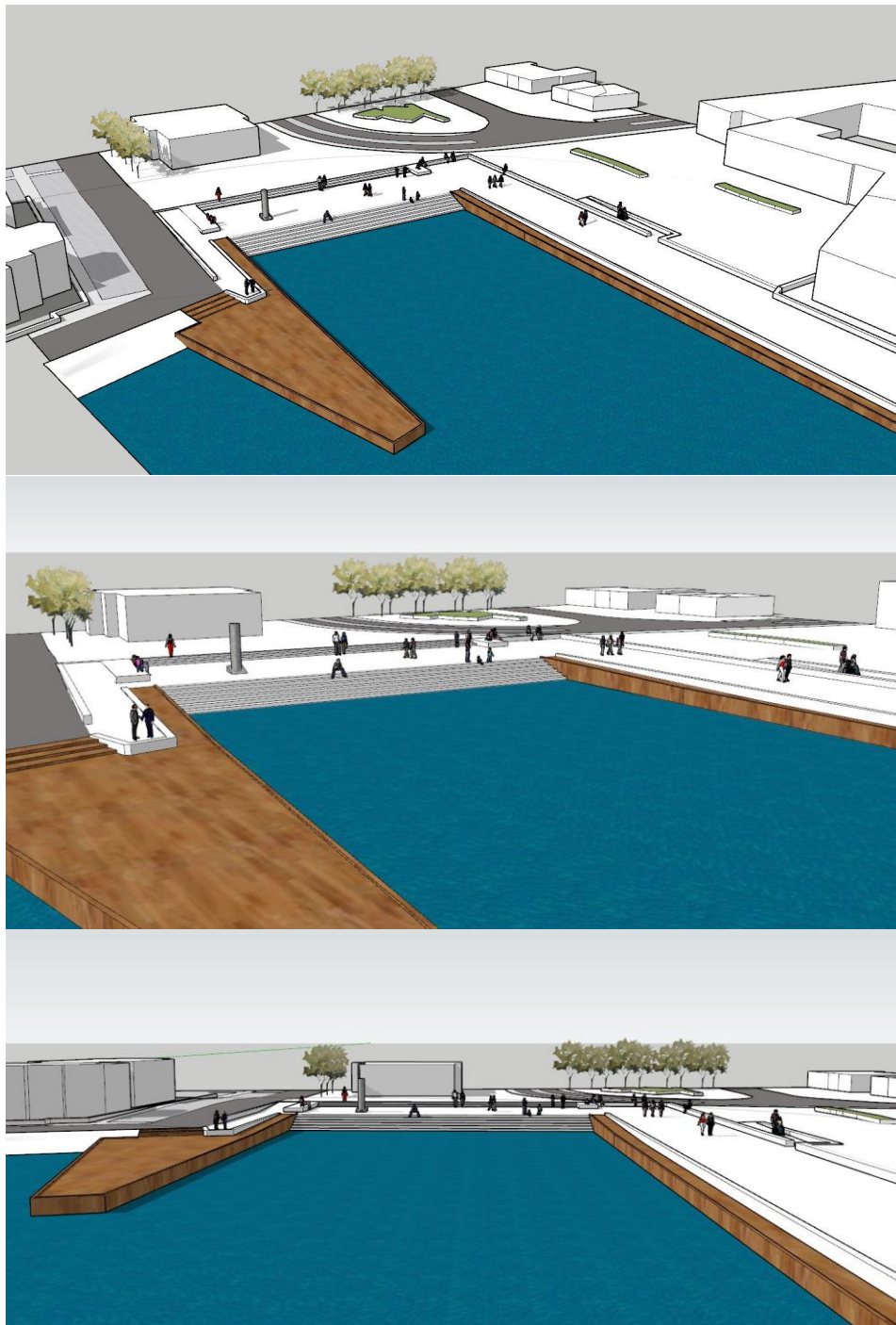
LBK nr. 282 af 27/03/2017. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om forurenede jord. Miljø- og Fødevareministeriet.

LBK nr. 358 af 08/04/2014. (u.d.). Bekendtgørelse af museumsloven. Kulturministeriet.

LBK nr. 705 af 29/05/2020. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om kystbeskyttelse m.v. Miljø- og Fødevareministeriet.

Rådets direktiv 2000/60/EEC. (u.d.). Establishing a framework for Community action in the field of water policy.

Appendix 1: Visualisering af havnepladsen



Appendix 2: Procesdiagram ved Kap. 1a sag

Proces for Kommunale fællesprojekter efter Kystbeskyttelseslovens §1a

