



Frederikssund møder vandet

Projektbeskrivelse - myndighedsprojekt

Lytt Architecture as

Dato: 08. november 2024

Indhold

1.	Indledning.....	4
2.	Eksisterende forhold	8
2.1	Grønt område, Nordre Pakhusvej og Toldboden	8
2.1.1	Eksisterende ledningsforhold i området.....	10
2.2	Havnepladsen	11
2.2.1	Eksisterende ledningsforhold i området.....	12
2.3	Amsterdamhusene	13
2.3.1	Eksisterende ledningsforhold i området.....	15
2.4	Stenværksvej	15
2.4.1	Eksisterende ledningsforhold i området.....	15
2.5	Sillebro Å.....	16
2.5.1	Eksisterende ledningsforhold i området.....	16
2.6	Eksisterende ledningsforhold generelt	16
2.7	Jordbundsforhold	17
2.8	Jordforurening	17
3.	Beskrivelse af løsningen	18
3.1	Typer af konstruktioner og materialer	18
3.1.1	Jorddige	18
3.1.2	Højvandsmur/Spunsvæg.....	19
3.1.3	Skot.....	19
3.1.4	Terrænhævning.....	19
3.1.5	Vejhævning.....	19
3.2	Løsningen	19
3.2.1	Grønt område, Toldboden og Nordre Pakhusvej.....	20
3.2.1.1	Kystbeskyttelsen	20
3.2.1.2	Merværdi	21
3.2.1.3	Afvanding.....	22
3.2.2	Havnepladsen	23

3.2.2.1	Kystbeskyttelsen	23
3.2.2.2	Merværdi	24
3.2.2.3	Afvanding	28
3.2.3	Amsterdamhusene	29
3.2.3.1	Kystbeskyttelse	30
3.2.3.2	Merværdi	31
3.2.3.3	Afvanding	32
3.2.4	Stenværksvej	34
3.2.4.1	Kystbeskyttelse	34
3.2.4.2	Afvanding	35
3.2.5	Sillebro Å	36
3.2.5.1	Kystbeskyttelse	36
3.2.5.2	Afvanding	36
3.3	Beredskabsplan ved varsling om ekstrem vandstand	36
3.4	Vedligehold af kystbeskyttelsen	37
4.	Dimensionering af kystbeskyttelses anlæg	38
4.1	Dimensionsgivende vandstand	38
4.2	Bølgetillæg	40
4.3	Minimumskote	40
4.4	Landhævning	41
4.5	Geoteknik	42
5.	Projektets påvirkning	43
5.1	Trafikale forhold	43
5.2	Beredskab	43
5.3	Tilgængelighed	43
5.4	Nabostrækninger	44
5.5	Natur	44
5.6	Jordhåndtering	44
6.	Økonomisk overslag	45
7.	Referencer	48

1. Indledning

Nærværende projektbeskrivelse er en del af myndighedsansøgningen til højvandsbeskyttelses projektet *Frederikssund Møder Vandet* med en beskrivelse af de eksisterende forhold, dimensionering af kystbeskyttelsen, kystbeskyttelsens påvirkning på de eksisterende forhold og projektets anlægsoverslag. Projektbeskrivelsen er udarbejdet af NIRAS, der sammen med LYTT Architecture er rådgiver for Frederikssund Kommune, som er bygherre.

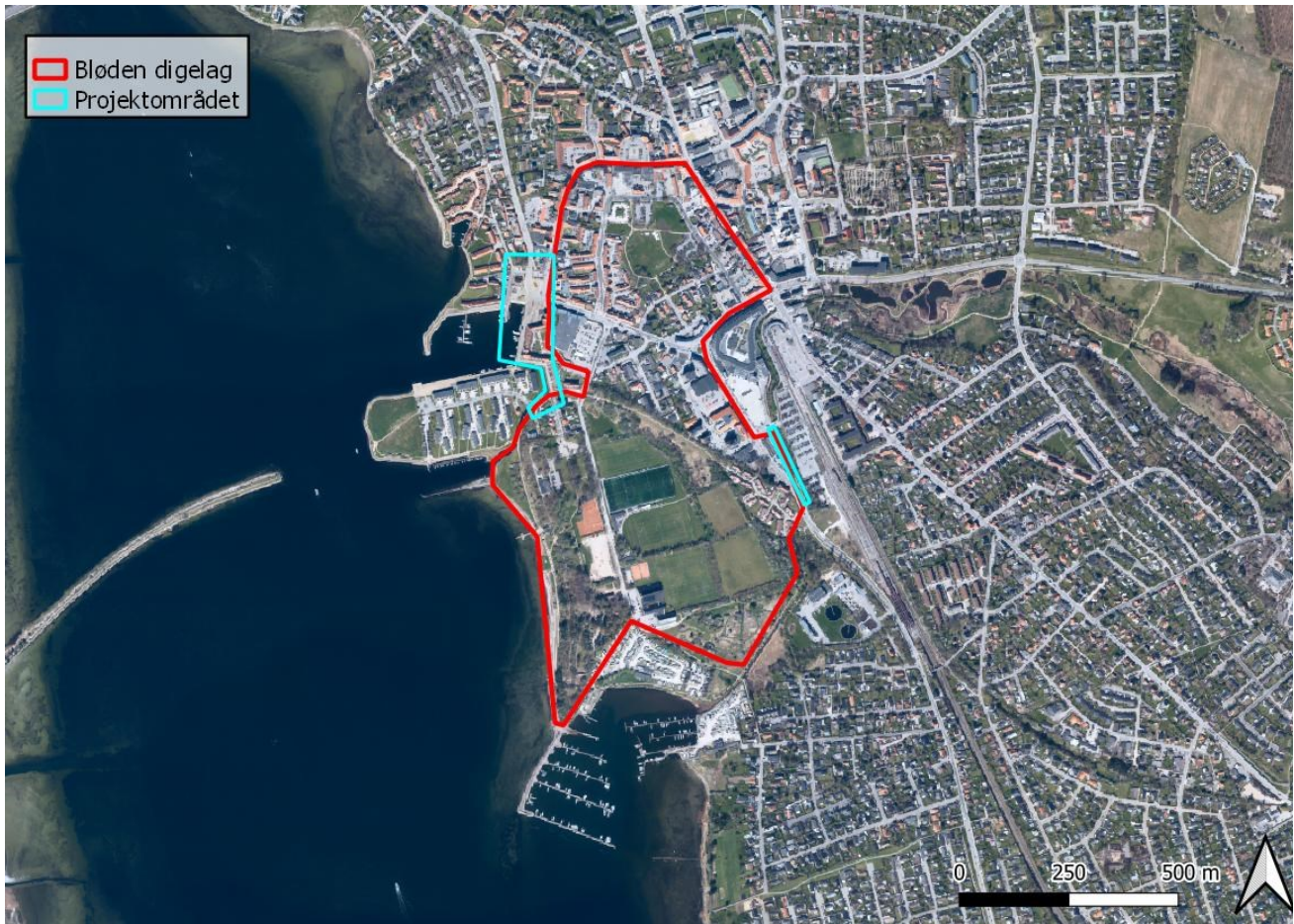
Projektbeskrivelsen tager afsæt i det arbejde, der i projektets tidligere faser er foretaget. De tidligere faser er:

- Idéoplæg med byggeprogram
- Projektforslag

Projektforslaget blev politisk godkendt af byrådet i juni 2024.

Projektområdet er de kystnære områder af Frederikssund midtby, der er omfattet af det gamle digelag Bløden, som er vist i Figur 1.1. Frederikssund midtby ligger på lavt terræn. Årsagen til dette er, at byen blev bygget ud i Roskilde Fjord tilbage i 1800-tallet. I 1970'erne overtog Frederikssund Kommune forpligtelserne fra 'Digelaget Bløden' til at beskytte byen mod havvand. Ved en vandstand på ca. +1,7 m DVR90 kan havvandet strømme fra havnebassinet over Havnepladsen og oversvømme Frederikssund midtby. I dag beskytter kommunen området med udlægning af watertubes, sandsække o. lign. Frederikssund Kommune ønsker nu at etablere en permanent beskyttelse af midtbyen, som skal erstatte de midlertidige beredskabsløsninger.

Projektet omfatter kun kystbeskyttelse af den del af Bløden digelag, som ligger ved midtbyen, samt et mindre område langs Sillebro Å. Den sydlige del beliggende ved Frederikssund Sejlklub bliver beskyttet i forbindelse med et andet projekt. Ved Kalvø og den resterende del af Sillebro Å er terrænet tilstrækkeligt højt, så det danner en naturlig beskyttelse. Desuden beskytter projektet kun mod vand fra ekstrem vandstand og ikke vand fra eks. ekstrem nedbør. Dog sikres det, at projektet ikke forværrer afvandingsforholdene.



Figur 1.1: Oversigtskort over det område Bløden digelag omfatter samt projektområdet. Ortofoto: 2023, SDFI.

Det er et politisk ønske, at der skal være mere liv på havnen, og at kystbeskyttelsesprojektet skal bidrage til dette mål. Derfor er der indarbejdet merværdi i projektet.

Projektområdet er inddelt i fem delområder, som er vist i Figur 1.2:

- Toldboden, Ndr. Pakhusvej og grønt område
- Havnepladsen
- Amsterdamhusene
- Stenværksvej
- Sillebro Å



Figur 1.2: Udbredelsen af de fem område som projektområdet er inddelt i. Ortofoto: 2023, SDFI.

Projektet beskytter imod en 100-års stormflodshændelse frem til år 2075. Anlæggets levetid er derfor 50 år, og den forventede havspejlsstigning frem til om 50 år er blevet inkluderet i den dimensionsgivende vandstand. Det er besluttet af Byrådet i Frederikssund Kommune, at koten på kystbeskyttelsen skal være +2,50 m DVR90, se bilag 10. Denne kronekote resulterer i, at anlægget har et sikringsniveau på mere end en 100-års hændelse i 2075, hvis havspejlet stiger som forventet.

Sideløbende med nærværende kystbeskyttelsesprojekt arbejdes der i samarbejdet med Statens Kunstfond med et kunstprojekt på Havnepladsen. Der har været afholdt en konkurrence imellem tre udvalgte kunstnere, der har fået til opgave at aflevere et gennemarbejdet skitseforslag til byrumskunst på havnepladsen. Kunstprojektet køber parallelt med projektering af stormflodsbeskyttelsen og disponeringen af arealerne langs kystbeskyttelseslinjen.

LYTT Architecture har en plads i styregruppen for kunstprojektet og fungerer således som bindeleddet mellem anlægsprojektet og kunsten.

Nærværende projektbeskrivelse er en del af et samlet Myndighedsprojekt til ansøgning om kystbeskyttelsen. Myndighedsprojektet er udformet som ansøgningsmateriale til kystmyndigheden. Projektbeskrivelse er et bilag til selve kystansøgningen. Ansøgningsmaterialet består af følgende dokumenter, bilag og tegninger:

- **Ansøgningsskema** – Frederikssund Møder Vandet

Bilag:

- 01 – Projektbeskrivelse – Frederikssund Møder Vandet
- 02 – VVM-ansøgningsskema
- 03 – Natura 2000-væsentlighedsvurdering
- 04 – Frederikssund Midtby Oversvømmelsesbeskyttelse – Teknisk forundersøgelse med idéforslag
- 05 – Frederikssund Møder Vandet – Byggeprogram
- 06 – Frederikssund Møder Vandet – Geo- og miljøteknisk undersøgelsesrapport
- 07 – Frederikssund Møder Vandet – Projektforslag
- 08 – Forhåndsftale om etablering af kystsikringsanlæg
- 09 – Frederikssund Møder Vandet – Besigtigelse prøvegravning
- 10 – Frederikssund Møder Vandet – Belysning af konsekvenser ved valg af kronekote

Tegninger:

Kystbeskyttelse:

- Plan – FMV_A5_K24_1100
- Plan – FMV_A5_K24_1101
- Plan – FMV_A5_K24_1110
- Snit – FMV_A5_K24_3000
- Snit – FMV_A5_K24_3001
- Snit – FMV_A5_K24_3010

Afvanding:

- Plan – 23-008_K10_F02_H1_N01_Eksisterende ledninger
- Plan – 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret
- Plan – 23-008_K10_F02_H1_N01_Samlet ledningsplan

Vej:

- Plan – 23-008_K20_F02_H1_N01

2. Eksisterende forhold

I de følgende afsnit vises fotos af de eksisterende forhold i de fem delområder med en beskrivelse af forholdene. Derudover beskrives de eksisterende ledningsforhold.

2.1 Grønt område, Nordre Pakhusvej og Toldboden

Området ligger mellem Færgevej og Nordre Pakhusvej/Nordkajen. Området består fra nord af en græsplæne med spredte birketræer, en toiletbygning, en parkeringsplads med tilkørsel fra både Færgevej og Nordre Pakhusvej samt Restaurant Toldboden, der ligger mellem Færgevej og Nordkajen. Figur 2.1 viser fotos af området.

Toldboden er tilgængelig for køretøjer fra Nordkajen og gående fra Færgevej. Langs den sydvendte del af bygningen er der en træterrasse med udeservering samt et udeserveringsareal på selve Havnepladsen, som restauranten lejer.



Figur 2.1: Det grønne område og toiletbygning nord for parkeingspladsen. Øverst: set fra Færgevej. Nederst: set fra Nordre Pakhusvej. Fotos: COWI's Digitale Gadefotos



Figur 2.2: Parkeringspladsen mellem Færgevej og Nordre Pakhusvej. Øverst: set fra Færgevej. Nederst: set fra Nordre Pakhusvej. Fotos: COWI's Digitale Gadefotos.



Figur 2.3: Toldboden og udeservering set fra Nordkajen. Fotos: COWI's Digitale Gadefotos.

2.1.1 Eksisterende ledningsforhold i området.

Det grønne område i den nordligste del af området afvandes via nedsivning. Toiletbygningen er koblet til Novafos spildevandskloak, og som det fremgår af Novafos webkort løber regnvandet på kloakken i Nordkajen, men da ledningen fremadrettet vil blive afskåret af den nye sikringsmur, skal den enten omlægges nord om den nye mur, eller mod øst til systemet i Færgevej.

Fra toiletbygningen og videre mod havnepladsen er området hovedsageligt bestående af tætte belægninger i form af asfalterede arealer og fortovsarealer med flisebelægninger.

Afvanding af disse områder sker på traditionel vis, via nedløbsriste i dybdepunkterne og langs kantstenslinjer.

Der er indenfor området lokaliseret både el, tele, gas, fjernvarme, vandforsyning, foringsrør samt regn- og spildevandsledninger se tegning *23-008_K10_F02_H1_N01_Eksisterende ledninger*. Det må forventes, at en del af de eksisterende ledninger inden for projektområdet skal omlægges, da alle ledninger der krydser sikringsmuren, vil blive afskåret af spunsen. Dette afklares nærmere med ledningsejerne på førstkomende ledningsejermøde.

2.2 Havnepladsen

Havnepladsen er en stor åben plads afgrænset mod nord af Færgevej, mod øst af Føtex og caféen Ærligt, mod syd af Amsterdamhusene og mod vest af havnebassinet. Figur 2.4 viser fotos af området. Havnepladsen er et centralt mødepunkt i Frederikssund og et område, som borgere passerer forbi på deres gåtur langs vandet. På Havnepladsen er der bænke lygtepæle og bede. Derudover er der strømuntræk, der kan levere strøm til stadelpladser.



Figur 2.4: Havnepladsen. Øverst: set fra Færgevej mod Toldboden. Nederst: set fra Færgevej mod Amsterdamhusene. Fotos: COWI's Digitale Gadefotos.

2.2.1 Eksisterende ledningsforhold i området.

Havnepladsen afvandes i dag via linjedræn, og riste, der er placeret i belægningsoverfladen.

Terrænforholdene er udformet, således at regnvand, der falder på terrænen, ledes til ristene, hvorfra vandet ledes til eksisterende regnvandssystem nord for pladsen, med udløb i havnen.

Der er på havnepladsen både placeret el, telekabler, gas, fjernvarme og trækrør, samt vandforsyning, regn- og spildevandsledninger se tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Eksisterende ledninger.

2.3 Amsterdamhusene

Langs Amsterdamhusene er der et gangareal mellem Amsterdamhusenes terrasser og kajen til havnebassinet, som er vist på Figur 2.5. Et enkelt sted er der en direkte udgang fra bygningen. Amsterdamhusenes terrasser er afgrænset af stakit i træ. Selve Amsterdamhusene er bygget på pæle, og der er med tiden opstået et mindre hulrum under bygningen pga. terrænsætninger.

Langs Berntsens kanal forsætter gangarealet. Kajen langs havnebassinet er her erstattet med en grøn skråning ned mod kajkanten. Gangarealet og den grønne skråning er vist på Figur 2.6. Gangarealet fungerer som beredsskabsvej.

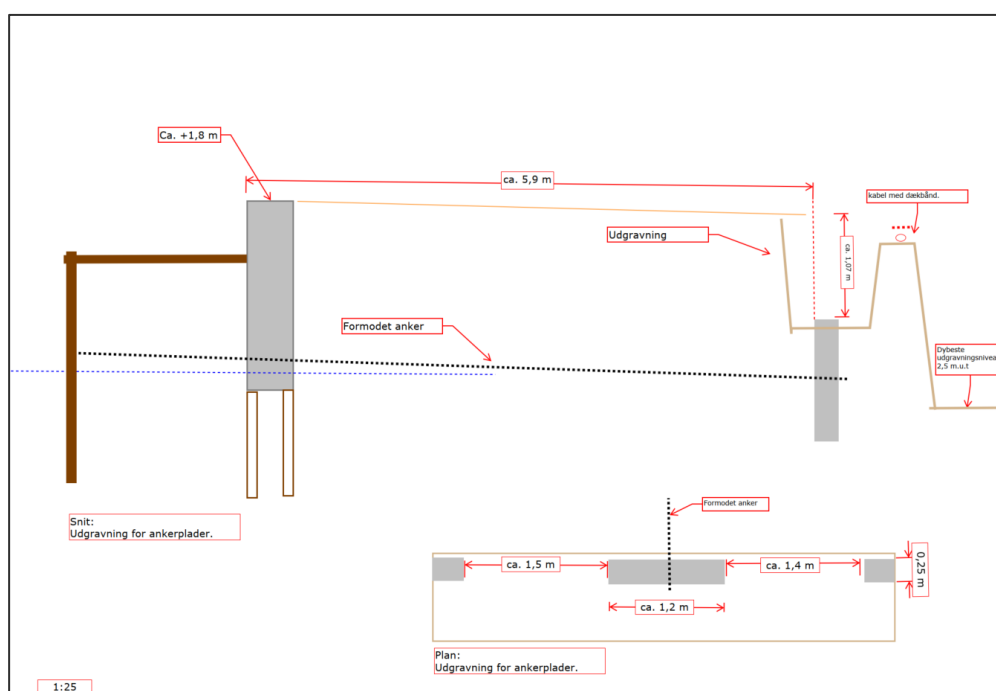


Figur 2.5: Amsterdamhusene langs havnebassinet. Øverst: Overgang fra Havnepladsen til Amsterdamhusene. Nederst til venstre: Gangareal mellem Amsterdamhusene og kajkanten. Nederst til højre: Udgang fra bygninger til gangareal. Fotos: NIRAS, Marts 2023.



Figur 2.6: Gangareal langs Amsterdamhusene ud mod Berntsens kanal. Fotos: NIRAS, Marts 2023.

Kajkanten langs havnebassinet er forankret under gangarealet. Der er foretaget en prøvegravning i maj 2024 for at fastlægge placeringen af ankrene. Undersøgelsesnotatet er vedlagt som Bilag 9. Undersøgelsen viste, at de eksisterende ankere ligger ca. 5,9 m fra den havværts side af kajkanten som vist på Figur 2.7.



Figur 2.7: Skitsering af resultatet af prøvegravningen. Bilag 9.

2.3.1 Eksisterende ledningsforhold i området.

Langs Amsterdamhusene er der placeret et langt linjedræn, der via en tæt ledning og brønde, afvander kajkanten. Brønde er placeret under belægningen, så det er ikke muligt at inspicere, eller vedligeholde disse, med mindre belægningen brydes op. Da vi ikke har modtaget ledningsoplysninger for de private ledningsejere, er linjedræn, brønde og ledninger på eksisterende system, placeret ud fra fotos fra besigtigelse af området. Det forventes at vandet ledes mod nord til eksisterende ledningssystem i Brunsvej nord for havnepladsen. Men den præcise placering af den tætte ledning er ukendt, og ligger muligvis i samme tracé som den nye sikringsmur. Hvis dette er tilfældet, skal opsamlingsledningen fra drænet lægges om, så den kommer til at ligge på hussiden af sikringsmuren, sammen med det eksisterende linjedræn.

Der er langs Amsterdamhusene både placeret en vandleddning, en elledning til forsyning af gadebelysning og en regnvandsledning se tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Eksisterende ledninger.

2.4 Stenværksvej

Stenværksvej forbinder Sydkajen med den resterende del af Frederikssund. Stenværksvej er vist på Figur 2.8. Langs Stenværksvej er der to indkørsler til private grunde, samt en indkørsel til gangarealet foran Amsterdamhusene. Denne indkørsel er en redningsvej.



Figur 2.8: Stenværksvej set fra broen til Sydkajen. Fotos: COWI's Digitale Gadefotos.

2.4.1 Eksisterende ledningsforhold i området.

Ved Stenværksvej afledes overfladevand via eksisterende regnvandssystem.

Der er ved Stenværksvej både placeret el, telekabler, gas, fjernvarme og trækrør, samt vandforsyning, regn- og spildevandsledninger se tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Eksisterende ledninger.

2.5 Sillebro Å

Stien langs Sillebro Å ligger på toppen af brinken og parallelt med en bygning på A C Hansensvej, (som dog har adressen Baneledet 2). Stien er vist på Figur 2.9 og går langs åen som en fortsættelse af vejen Baneledet. Lige nord for Baneledet 2, er en vejbro henover åen, og ca. 10 m nord for denne er der en højvandslukke med en topkote på 2,5 m DVR90, der kan blokere vandindtrængning fra havet op i åen, ved varsel om stormflod.

Langs stien er der et buskads ned mod Sillebro Å og mod vest, er der en grøn skråning ned mod bygningen med enkelte træer.



Figur 2.9: Stien langs Sillebro Å set fra Baneledet. NIRAS, Maj 2023.

2.5.1 Eksisterende ledningsforhold i området

Ved Sillebro Å afledes overfladevand til eksisterende regnvandssystem, og direkte til Åen.

Der er ikke indhentet ledningsoplysninger for dette område.

2.6 Eksisterende ledningsforhold generelt

Der er søgt LER-oplysninger (i Ledningsejerregistreret) for hele projektområdet, men da en del af ledningerne på havnepladsen er privatejede, fremgår disse ikke af LER.

Der er derfor foretaget en gennemgang af eksisterende brønde og riste på pladsen, for at kortlægge interne sammenhænge i det eksisterende regnvands og spildevandssystem.

Disse oplysninger sammenholdt med ledningsplaner fra byggesagsarkivet, planer fra kommunen og LER danner grundlag for den udarbejdede ledningsplan med eksisterende ledninger, se tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Eksisterende ledninger.

LER-søgningen viser, at der i området er el, tele, gas, fjernvarme, vandforsyning, foringsrør samt regn- og spildevandsledninger. I detailfasen skal der foretages ledningskoordinering med de berørte ledningsejerne med henblik på, at planlægge hvordan de eksisterende ledninger skal håndteres.

Det må forventes at en del af de eksisterende ledninger inden for projektområdet skal omlægges, da alle ledninger der krydser sikringsmuren, vil blive afskåret af spunsen. Dette afklares nærmere med ledningsejerne på førstkomende ledningsejermøde.

2.7 Jordbundsforhold

Der er foretaget en geoteknisk undersøgelse af jordbundsforholdene i projektområdet (Bilag 6). Undersøgelsen bestod af 10 geotekniske borer.

Overordnet er der i alle borer øverst truffet fyld som er lagt ovenpå marin gytje- eller sandaflejringer som varierer meget i dybde og udbredelse. Herunder er der truffet senglaciale og/eller glaciale aflejringer bestående af sand eller ler.

2.8 Jordforurening

Hele projektområdet er områdeklassificeret, og det meste af linjeføringen ligger henover V2 kortlagte områder.

Der er foretaget en analyse af jorden fra 8 borer i forbindelse med en miljø- og geoteknisk undersøgelse (Bilag 6). Undersøgelser viste, at jorden er som forventet forurenet, men at de påviste forureningsstoffer og koncentrationer vurderes ikke at have betydning for det kommende kystbeskyttelsesprojekt i forhold til valg af materialer eller øvrig projektering.

3. Beskrivelse af løsningen

Kystbeskyttelsen består af følgende typer af konstruktioner:

- Jorddige
- Højvandsmur i stålspons
- Skot
- Terrænhævning
- Vejshævning

Alle konstruktioner anlægges, så kronekoten (toppen) er +2,5 m DVR90. De forskellige typer af konstruktioner er valgt baseret på en overvejelse af følgende parametre:

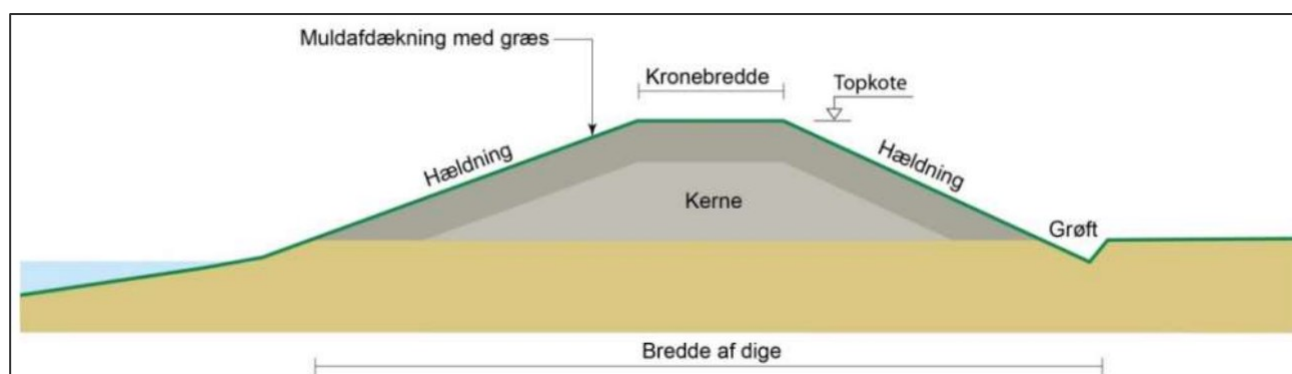
- Arealernes eksisterende funktion
- Plads
- Landskabelig arkitektur
- Tilgængelighed
- Geoteknik
- Kystteknik

3.1 Typer af konstruktioner og materialer

I de følgende afsnit vil de nævnte typer af konstruktioner blive beskrevet. Efterfølgende vil løsningen blive gennemgået for hver af de 5 delområder.

3.1.1 Jorddige

Jorddiget anlægges efter principperne i Kystdirektoratets digebeskrivelse. Et principsnittværsnit af et dige er vist i Figur 3.1. Jorddiget anlægges med en krone og skrånende for- og bagside. Diget består af en kerne af sand og/eller ler, en lerkappe (membran) og et muldlag med græs. Tykkelsen af lermembranen er 30 cm. Afslutningen af lermembranen føres 20 cm under eksisterende terræn. Lermembranen afdækkes med et 10 cm tykt muldlag, hvorpå der tilsås med særligt salttålede græsfrøblanding. Oversiden af muldlaget, svarer til den angivne kronekote. Der må forventes en tolerance i anlagt højde på +/- 10 cm. Den ideelle græsfrøbladning kan oplyses af Kystdirektoratet.



Figur 3.1: Principtværsnit af et dige fra Kystdirektoratets digebeskrivelse, se ref. [1].

3.1.2 Højvandsmur/Spunsvæg

Højvandsmuren anlægges som en stålspunsvæg med en bredde i planen på ca. 0,35 m.

Det specifikke spunprofil der anvendes fastlægges i detailfasen. Spunprofilerne vibreres ned i jorden og gøres efterfølgende vandtætte ved svejsning af hver samling over terræn.

Spunsen beklædes med ubehandlet stål med en tykkelse på 5 mm, der etableres direkte på spunsen. På Havnepladsen etableres der en siddeflade i træ på toppen af spunsen. Enkelte steder vil der blive etableret træsæde på muren. Beklædning og træsæder vil ikke have nogen indflydelse på murens kysttekniske funktion.

Baseret på indledende geotekniske beregninger har spunsvæggen i projektområdet en spidskote på mellem -1,4 og +0,4 m DVR90. Spidskoterne bliver endeligt beregnet i detailfasen.

På strækningen ved Stenværksvej placeres spunsvæggen umiddelbart ved siden af den eksisterende pæleflage-væg, som er forankret under vejen. Den nye spunsvæg sættes på pæle. Pælenes spidskote bliver beregnet i detailfasen.

3.1.3 Skot

Højvandsmuren bliver afbrudt tre steder og jorddiget et enkelt sted, for at køretøjer og gående kan passere barrieren, som højvandsbeskyttelsen udgør. Ved disse fire steder etableres der et mobilt højvandsskot. De anvendte skots er præfabrikerede til højvands- og stormflodsbeskyttelse. Systemet består af faste ankerdele indstøbt i beton og aluminiums bjælker, som monteres over terræn og dermed bliver til en højvandsmur. Det specifikke produkt/leverandør vælges af entreprenøren i aftale med Frederikssund Kommune.

3.1.4 Terrænhævning

To steder langs højvandsmuren hæves terrænet, så beredskabskøretøjer samt kørestolsbrugere kan passere barrieren. Terrænet hæves ved at fylde materiale ovenpå terrænet og afslutte med et lag asfalt. Fyldmateriale kan være specielt designet letfyld for at minimere risiko for øget sætningshastighed, da hele Havnepladsen og området omkring Amsterdamhusene fortsat sætter sig.

På Havnepladsen lægges der klinker på terrænhævningen, der er modstandsdygtige overfor tung trafik ovenpå asfalten. Klinkerne vil ikke have nogen indflydelse på terrænhævningsens kysttekniske funktion.

Ét sted i projektet hæves en eksisterende grussti langs Sillebro å til kote 2,5 m DVR90. Stien hæves ved at fylde grus på toppen og jord på sideskråningen ind mod land hvor der er behov for det. Overfladen tilsås med græs.

Alle terrænhævninger er udformet, så de opfylder kravene for tilgængelighed.

3.1.5 Vejhævning

Som en del af kystbeskyttelsen vil en eksisterende parkeringsplads (nord for Toldboden) og en eksisterende vej (Stenværksvej) blive hævet. Overordnet vil den eksisterende asfalt blive opskåret og bortskaffet, hvorefter der lægges fyldmateriale på og et nyt lag asfalt vil blive etableret. Afvandringsbrønde og lignende vil blive forlænget op til det nye terræn.

3.2 Løsningen

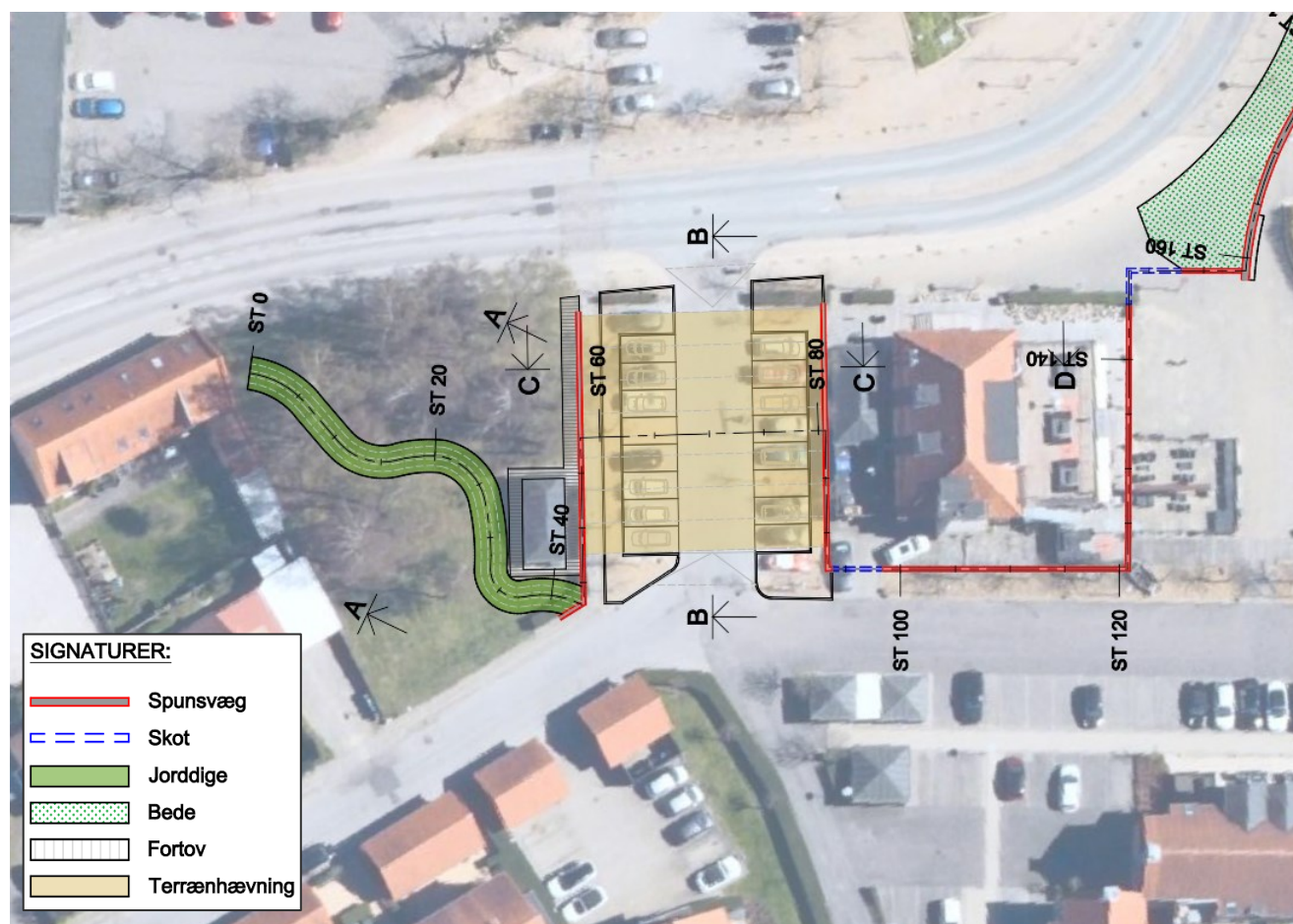
I de efterfølgende afsnit vil projektet i hvert delområde blive beskrevet.

3.2.1 Grønt område, Toldboden og Nordre Pakhusvej

Der henvises til tegningerne FMV_A5_K24_1100, FMV_A5_K24_3000 og 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret for hhv. plan- og snittegning af anlægget samt projekteret afvanding i dette delområde.

3.2.1.1 Kystbeskyttelsen

Figur 3.2 viser et udsnit af plantegningen for delområdet. Figuren viser, at kystbeskyttelsen i delområdet består af jorddige, spunsvæg, terrænhævnning og højvandsskot.



Figur 3.2: Udsnit af plantegning FMV_A5_K24_1100 for delområdet. Dette kort er ikke endeligt ift. overfladen ved parkeringsplads.

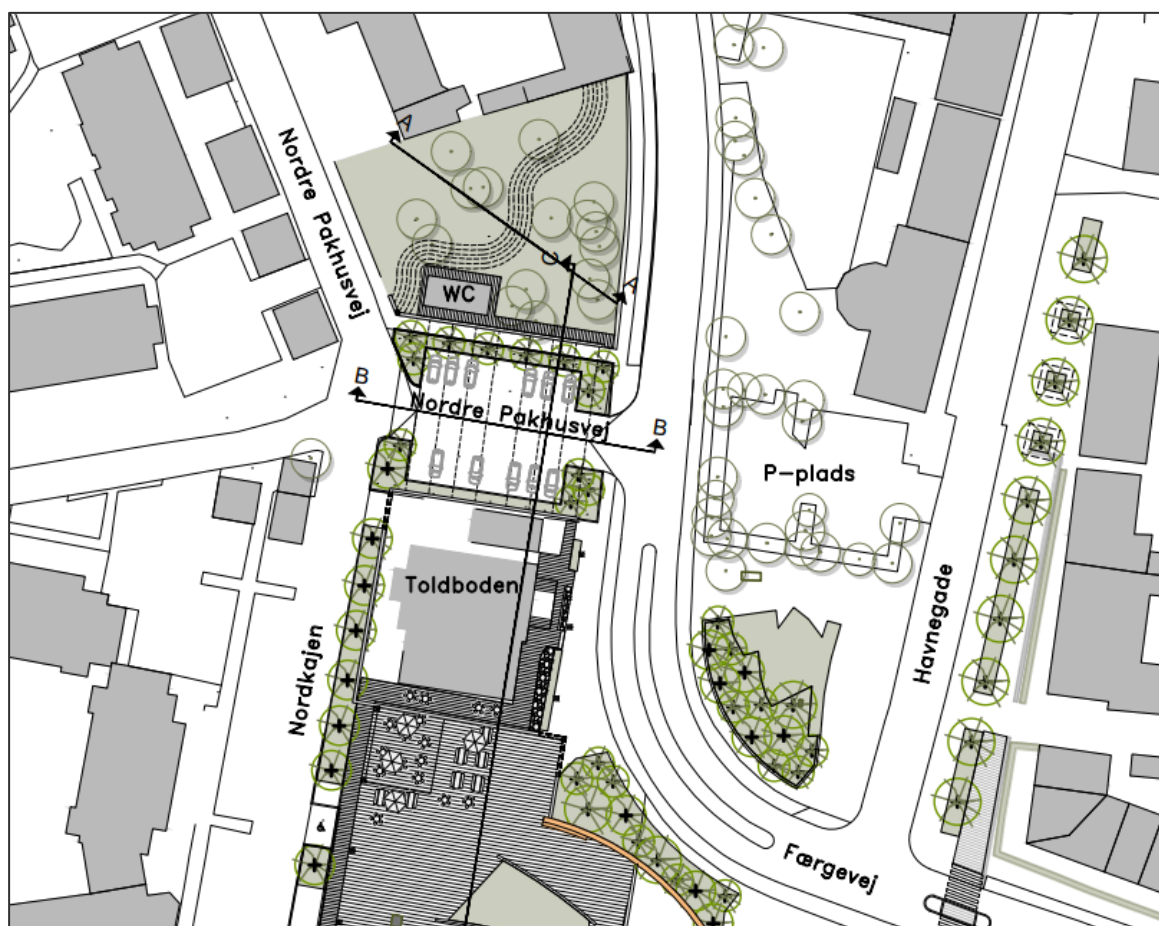
Beskyttelsen i dette delområde består af;

- Fra st. 0 til st. 43: Jorddige med sideanlæg 1:3. Kronebredden er 0,5 m. Digets forløb snor sig i gennem det grønne område. Diget afsluttes mod nord i eksisterende terræn. Mod syd afsluttes diget med en spunsvæg.
- Fra st. 43 til st. 58: Spunsvæg der beklædes med ubehandlet stål. Spunsvæggen fører beskyttelseslinjen videre langs Nordre Pakhusvej og den nordlige del af fortovet langs parkeringspladsen til midten af parkeringspladsen. Spunsvæggen forsætter langs den resterende del af parkeringspladsen for at holde på hævnningen af parkeringspladsen.

- Fra st. 58 til st. 81: Den eksisterende parkeringsplads mellem Nordre Pakhusvej og Færgevej hæves, så den midterste og højeste del af pladsen ligger i +2,50 m DVR90 og fører beskyttelseslinjen videre. Hele parkeringspladsen vil blive hævet og udkørslerne tilpasses til de to veje.
- Fra st. 81 til st. 94: Spunsvæg der beklædes med ubehandlet stål. Spunsvæggen placeres langs hele den sydlige side af parkeringspladsen og fører beskyttelseslinjen fra midten af parkeringspladsen og ud til Nordkajen.
- Fra st. 94 til st. 98: 4 m bredt mobilt højvandsskot der isættes af beredskabet ved varsel om stormflod og fjernes når varsling ophører. Skottet muliggør uhindret adgang til Toldbodens service- og renovationsgård.
- Fra st. 98 til st. 145: Spunsvæg der beklædes med ubehandlet stål langs Toldbodens vest- og sydside. Spunsvæggen etableres 0,5 m fra matrikelskel. På sydsiden etableres der en trækonstruktion, der muliggør færdsel henover spunsvæggen.

3.2.1.2 Merværdi

Der fældes en del træer for at kunne hæve terrænet omkring parkeringspladsen, disse træer erstattes med nye træer og buske i de nye bede, dels for at bevare den grønne ramme omkring parkeringspladsen og dels for at nedtone spunsen på udvalgte steder. Se Figur 3.3 for skitse af den samlede løsningen for kystbeskyttelse og merværdi).



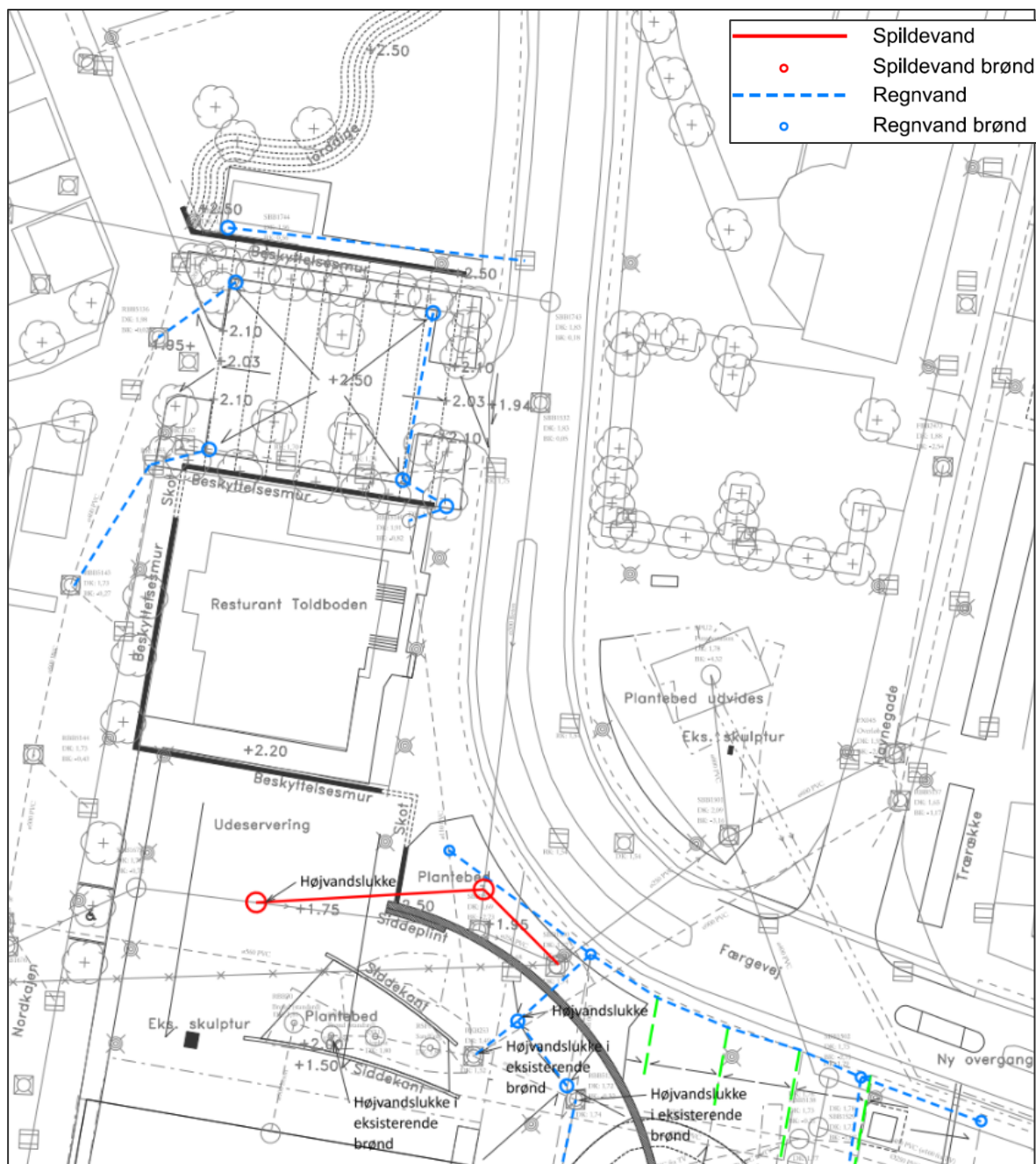
Figur 3.3: Planskitse for kystbeskyttelse og merværdi integreret nord for Toldboden.

3.2.1.3 Afvanding

Der skal ved toiletbygningen placeres en brønd med rist på ydersiden af beskyttelsesmuren.

Brønden skal placeres, så den opsamler overfladevandet fra dybdepunktet. Brønden forbindes til det eksisterende vejafvandingsystem i Færgevej. De projekterede forhold er vist på Figur 3.4.

I parkeringspladsens center etableres et nyt toppunkt, som leder overfladevand ud i hjørnerne af parkeringspladsen. Her opsamles vandet i vejbrønde, som via nye ledninger leder vandet til det eksisterende regnvandssystem. Se tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret.



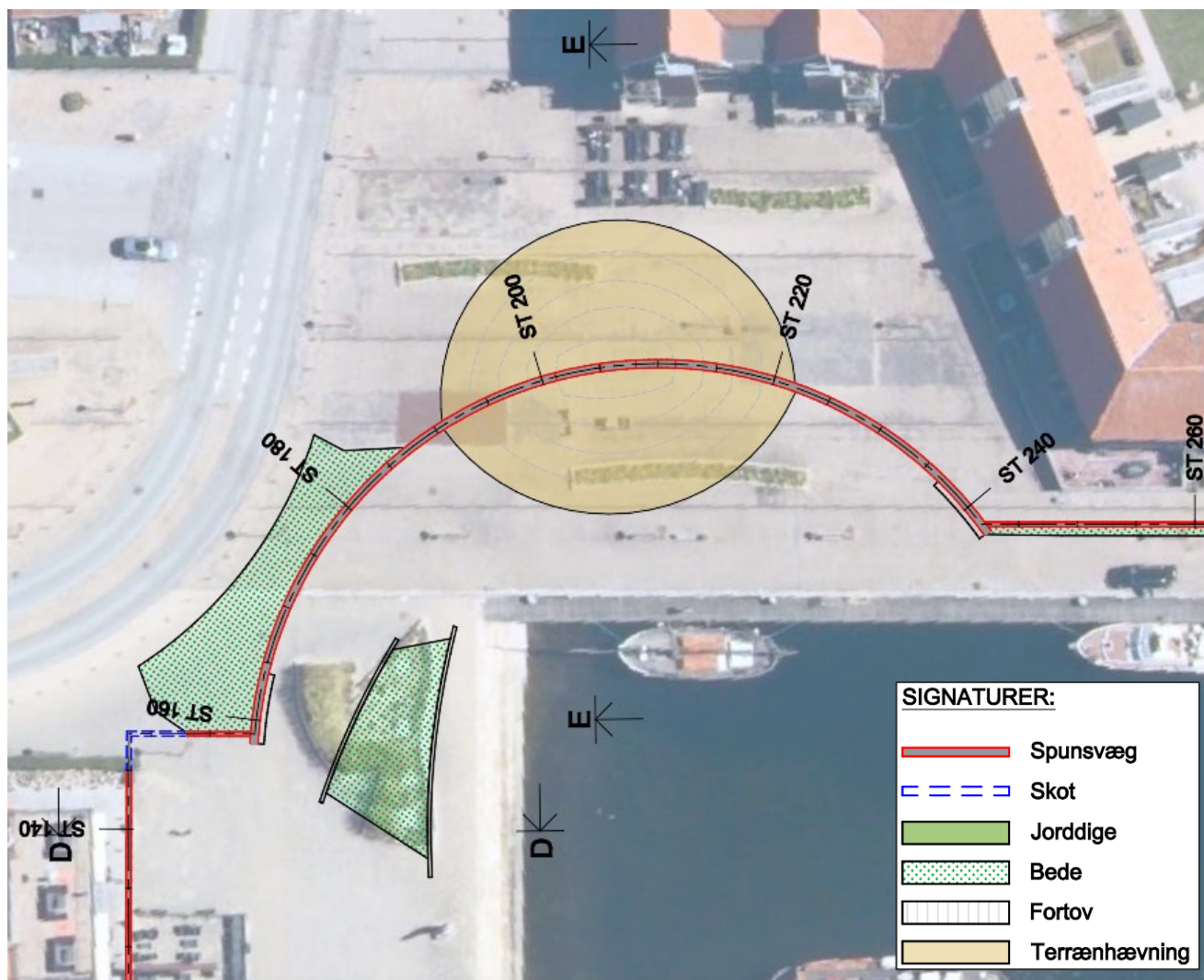
Figur 3.4: Projekterede ledninger. Blå farve indikerer afvandingsledninger og rød farve indikerer spildevandsledninger. Grøn farve linjedræn. Udsnit af tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret.

3.2.2 Havnepladsen

Der henvises til tegningerne FMV_A5_K24_1100, FMV_A5_K24_3000 og 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret for hhv. plan- og snittegning af anlægget samt projekteret afvanding i dette delområde.

3.2.2.1 Kystbeskyttelsen

Figur 3.5 viser et udsnit af plantegningen for delområdet. Figuren viser, at kystbeskyttelsen i delområdet består af højvandsskot, spunsvæg, og terrænhævnning.



Figur 3.5: Udsnit af plantegning FMV_A5_K24_1100 for delområdet.

Beskyttelsen i dette delområde består af;

- Fra st. 145 til st. 153: Et mobilt højvandsskot der isættes i en vinkel af beredskabet ved varsel om stormflod og fjernes, når varsling ophører. Sammenlagt har det en længde på 8 m.
- Fra st. 153 til st. 242: Spunsvæg der beklædes med ubehandlet stål og siddeflade i træ på toppen. Spunsvæggen etableres i planet som et stort cirkelslag.

- Fra st. 190 til st. 222: Terrænhævnning op til toppen af spunsvæggen der fungerer som en stor rampe, der langs selve muren har en hældning på 40 %, mens den ud i rummet mod øst og vest afvikles med et fald på 50 %, så beredskabskøretøjer, kørestolsbrugere og gående kan passere muren. På terrænhævnningen lægges klinker, der er frostsikre og modstandsdygtige overfor tung trafik ovenpå asfalten.

3.2.2.2 Merværdi

Den store skot-åbning i spunsvæggen tæt ved Færgevej skal sikre en fortsat tydelig visuel og fysisk forbindelse mellem byen og havnen. Skottet markerer samtidig afgrænsningen af det flisebelagte areal foran Toldboden, fliserne er de eksisterende betonfliser, der rettes op i nødvendigt omfang.



Figur 3.6: Visualisering af skotåbningen der sikre forbindelse mellem Færgevej og havnen (Bilag 7).

Terrænhævnningen belægges med tegl i en gullig nuance, der matcher den eksisterende gule OB, som bibeholdes på den øvrige plads. Ved at belægge fladen med klinker skabes en mere forfinet flade, der ophøjes dette sted til et centralt og vigtigt sted i byen. Figur 3.7 viser visualiseringer af Havnepladsen.

Eksisterende opbrudte belægningsmaterialer genbruges i videst muligt omfang. Særligt de tre belægningsfelter med metal-, granit- og skifferfliser optages nænsomt og genudlægges i en samlet stribet flade, der knytter sig til overgangen og forstærker forbindelsen på tværs af Færgevej. Men også betonfliserne foran Toldboden og betonkanterne på plantebedene genbruges.



Figur 3.7: Visualisering af spunsvæggen og terrænhævnningen på Havnepladsen (Bilag 7).

For at styrke forbindelsen mellem byen og havnen, etableres der en træække langs Havnegade, som fortsætter på Havnepladsen. Under træerne plantes bunddækkende stauder og buske, som er med til at skabe et grønt udtryk.

Ud over træækken etableres der tre større beplantningsarealer der tilplanter med en blanding af forskellige træer, buske og bunddækkende stauder, som bidrager med blomstring, frugtsætning og årstidsvariation. To af bedene flankerer Færgevej.

Formålet med disse to bede er at få vejrummet til at fremstå mindre dominerende, samtidig med, at beplantningen skal skærme opholdet på Havnepladsen for trafikken. Ved at tilplante bedene med opstammede træer, sikres det, at der fortsat er en visuel forbindelse mellem byen og havnen, ved udsyn under trækronerne. Samtidig skabes der en visuel forbindelse mellem de to arealer på hver side af Færgevej.

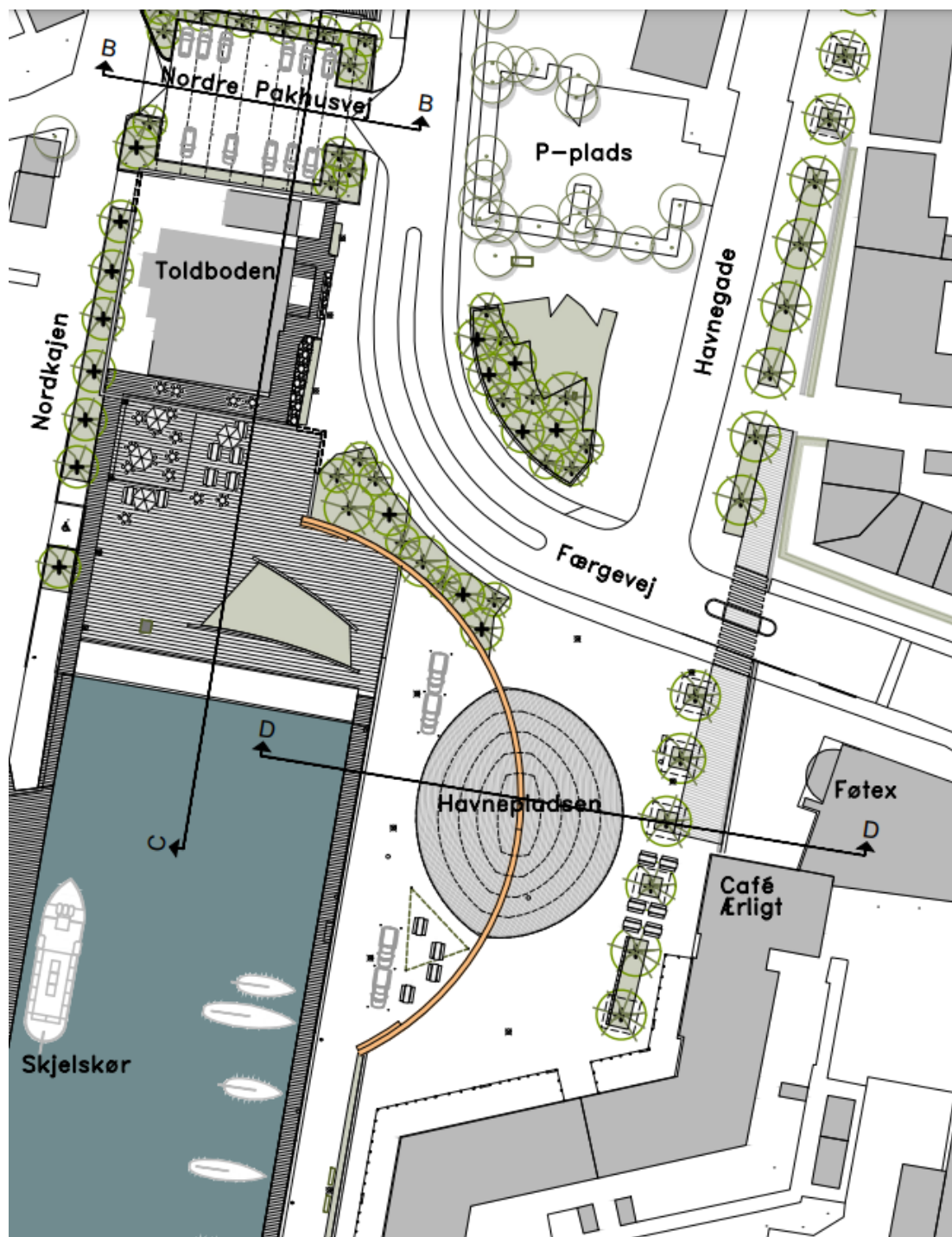


Figur 3.8: Visualisering af Færgevej med Havnepladsen i baggrunden (Bilag 7).

Størstedelen af det eksisterende inventar på havnen (som bænke, lysmaster og affaldsspande) bevares i projektet, men får i nogle tilfælde nye placeringer.

Stadepladserne på pladsen markeres diskret med markeringssøm og der monteres parasolbeslag, der muliggør opsættelse af sejl på udvalgte steder. Derudover etableres der strømstik ved stadepladserne. Højvandsbeskyttelse af strømstikkene afklares i detail- og udbudsprojektet med ledningsejer.

Se Figur 3.9 for skitse af den samlede løsningen (kystbeskyttelse og merværdi).



Figur 3.9: Planskitse for kystbeskyttelse og merværdi integreret ved Havnepladsen.

I forbindelse med udførelsen af kystbeskyttelsesprojektet skal der etableres trækrør til fiber og el for at sikre mod gravninger i pladsen efter udførsel.

3.2.2.3 Afvanding

Der er på Havnepladsens projekteret flere elementer for at tilbageholde vand. Både en terrænhævnning kaldet "Keglen" samt en beskyttelsesmur og et plantebed.

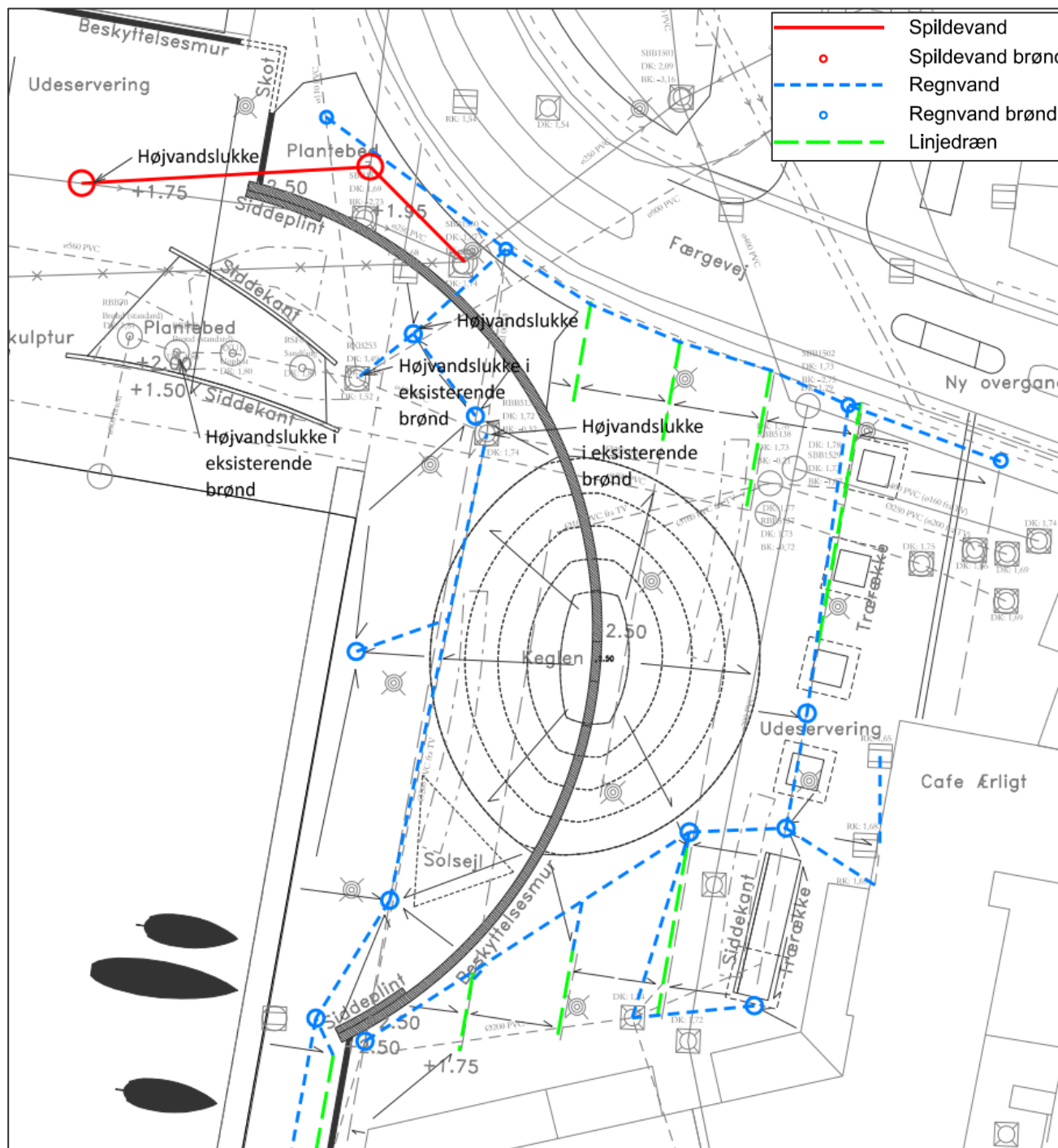
Muren og keglen deler pladsen i to dele i forhold til afvanding. Så der skal dels håndteres vand mod havnen og dels på "bagsiden" af beskyttelsesmuren. De projekterede forhold er vist på Figur 3.10.

På forsiden mod havnebassinet placeres der brønde med riste i belægningen placeret i de fremtidige dybdepunkter. På bagsiden af beskyttelsesmuren opsamles vand som i dag, via linjedræn og riste i terræn, og vandet ledes via nye ledninger til det eksisterende regnvandssystem i den nordlige ende af pladsen.

Der skal i forbindelse med etablering af beskyttelsesmuren tages højde for både eksisterende og fremtidige ledninger, der krydser under muren, så disse ikke beskadiges. Krydsningen håndteres ved at etablere en kortere spuns over ledningen. Eksisterende ledninger der krydser den fremtidige beskyttelsesmur, skal søgegraves på forhånd, så placeringer og dybder verificeres.

Der skal desuden etableres højvandslukke i disse, så det sikres, at vand fra havnesiden ikke kan løbe tilbage i systemet.

I den nordligste del af Havnepladsen etableres et nyt plantebed på ydersiden af sikringsmuren mod Bruhnsvej, hvor det vil være muligt at nedsive regnvand.



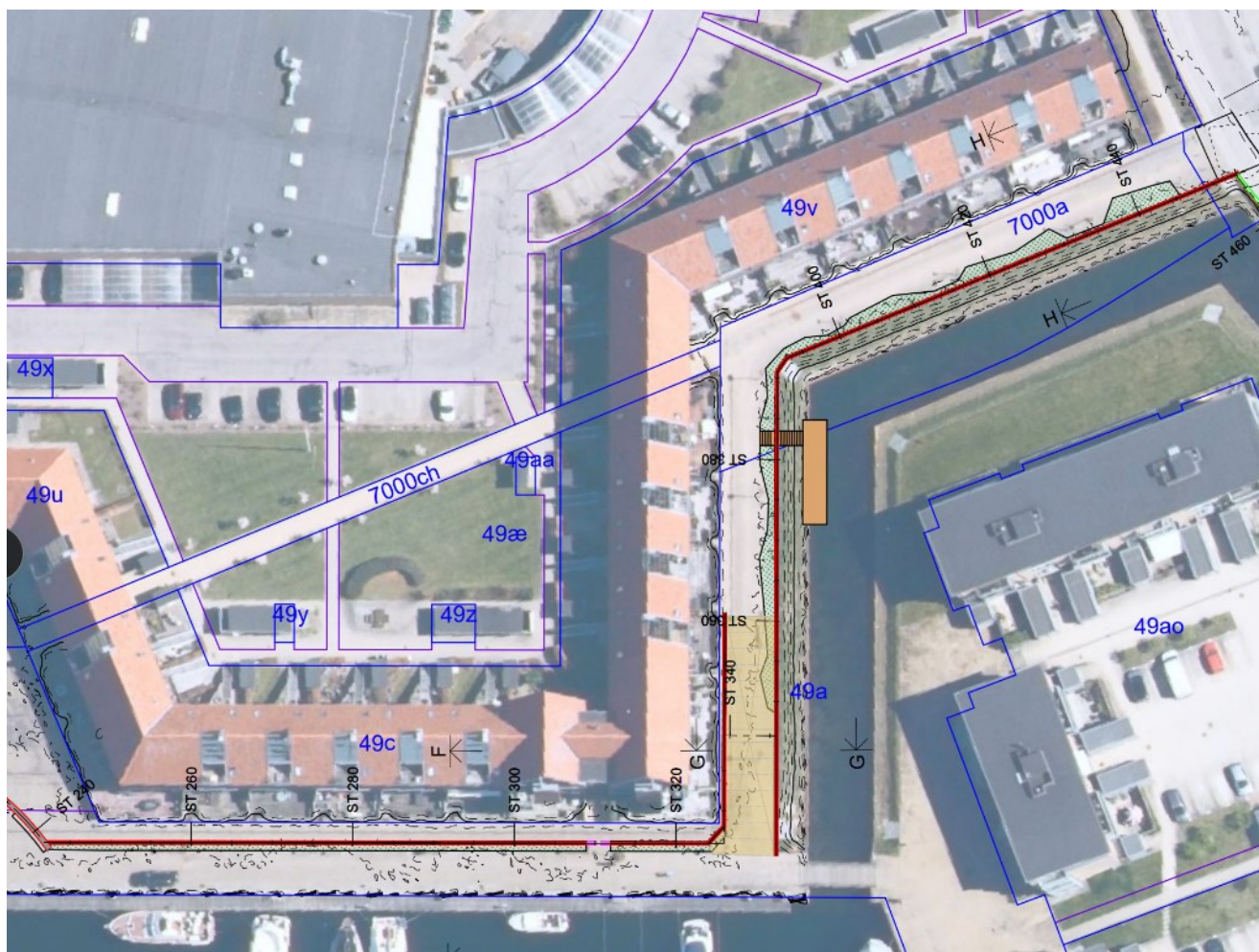
Figur 3.10: Projekterede ledninger på Havnepladsen. Blå farve indikerer afvandsledninger, rød farve indikerer spildevandsledninger og grøn farve indikerer linjedræn. Udnimt fra tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret.

3.2.3 Amsterdamhusene

Der henvises til tegningerne FMV_A5_K24_1101, FMV_A5_K24_3001 og 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret for hhv. plan- og snittegning af anlægget samt projekteret afvanding i dette delområde.

3.2.3.1 Kystbeskyttelse

Figur 3.11 viser et udsnit af plantegningen for delområdet. Figuren viser, at kystbeskyttelsen i delområdet består af spunsvæg, højvandsskot og terrænhævnning.



Figur 3.11: Udsnit af plantegning FMV_A5_K24_1101 for delområdet.

Beskyttelsen i dette delområde består af;

- Fra st. 242 til st. 340: Spunsvæg der beklædes med ubehandlet stål langs Amsterdamhusenes terrasser ca. 2 m fra stakittet, hvilket muliggør udgang fra terrasserne samt rengøring mellem stakitter og spunsvæg
- Fra st. 309 til st. 312: 3 m bredt mobilt højvandsskot der isættes af beredskabet ved varsel om stormflod og fjernes, når varslen ophører.
- Fra st. 340 til st. 345: Terrænhævnning i form af rampe med hældning på max. 40 ‰ på begge sider så beredskabskøretøjer, kørestolsbrugere og gående kan passere beskyttelsen.
- Fra st. 345 til st. 453: Spunsvæg der beklædes med ubehandlet stål langs toppen af den eksisterende skråning ned til Berntsens Kanal.
- Ved st. 382: Trappe over spunsvæg der opretholder adgang til kajkanten langs kanalen.

3.2.3.2 Merværdi

Arealet belægges med OB som ved de eksisterende forhold.

Foran beskyttelsen etableres et bed som beplantes med buske og bunddækkende stauder, som ud over at bløde overgangen fra privat til offentlig zone lidt op også danner en fin ryg for de bænke, der placeres langs beskyttelsen med udsigt ud over havnen. Bedet kantes med en hævet stålkant.

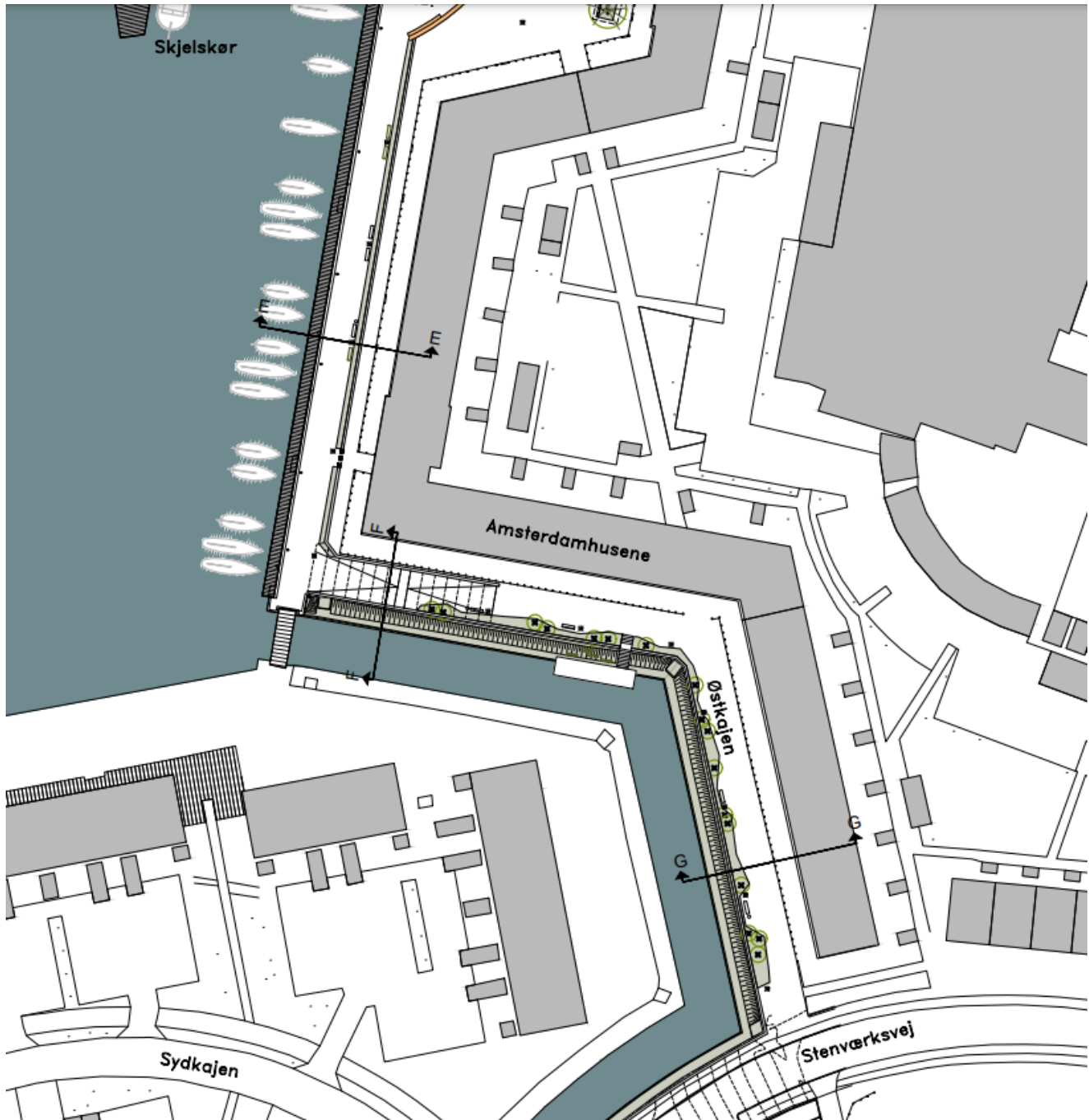


Figur 3.12: Visualisering af beskyttelsen langs Amsterdamhusene (Bilag 7).

Langs Berntsens Kanal etableres der på indersiden af spunsmuren et bed, som skal styrke den i forvejen grønne kant mellem promenaden og vandet, og samtidig danner en grøn afskærmet ryg omkring opholdsnicher, hvor de eksisterende bænke er placeret.

Ved kanalen etableres der en træbrygge til ophold, og som platform til vandaktiviteter, f.eks. nedsætning af SUB-board, kanoer eller kajaker. Platformen tilgås ved en trappe over spunsvæggen.

Se Figur 3.13 for skitse af den samlede løsningen (kystbeskyttelse og merværdi).



Figur 3.13: Planskitse for kystbeskyttelse og merværdi integreret langs Amsterdamhusene.

3.2.3.3 Afvanding

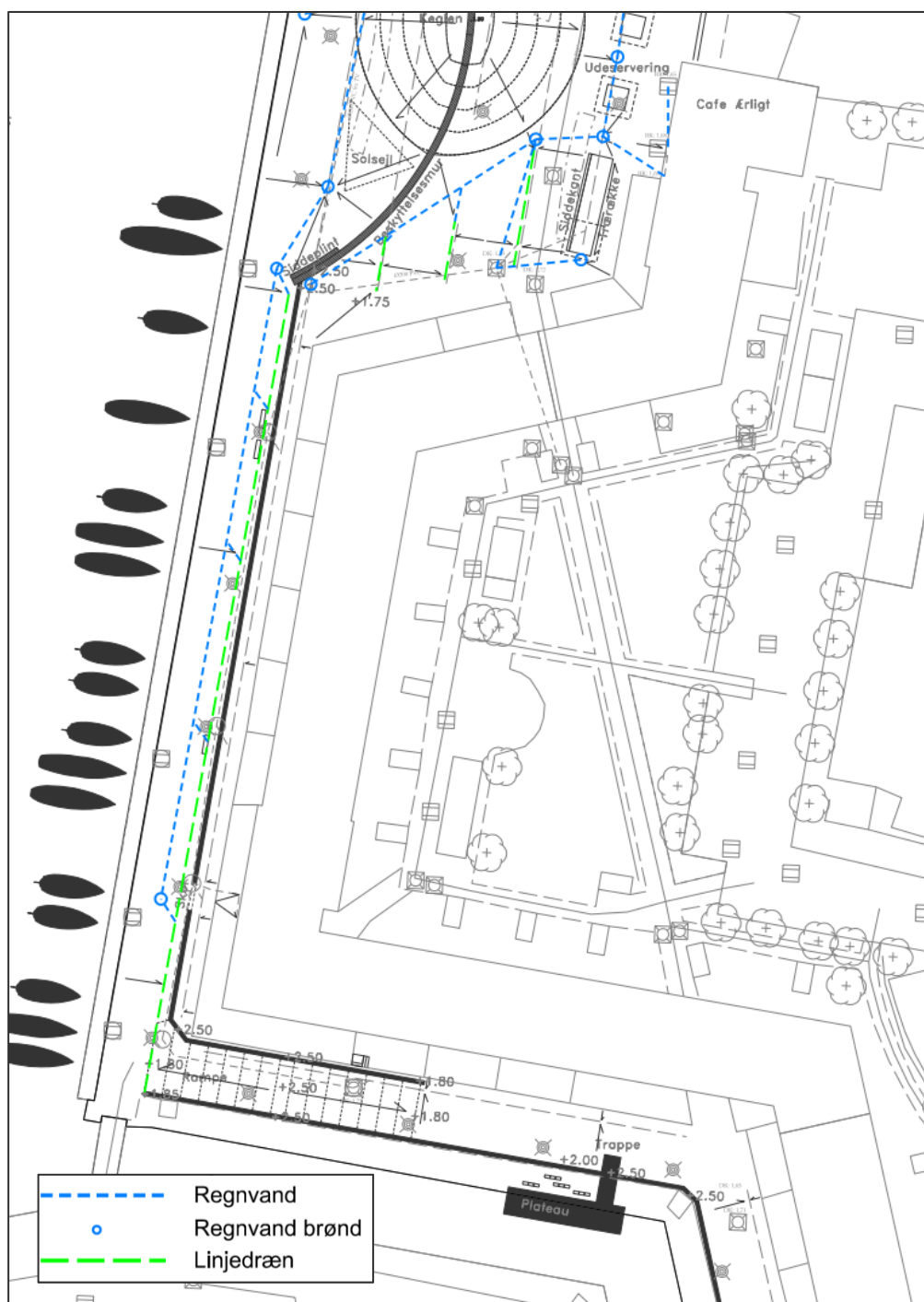
Langs med Amsterdamhusene etableres der et nyt linjedræn på havnesiden af beskyttelsesmuren. De projekterede forhold er vist på Figur 3.14.

Linjedrænet har til formål at afvande belægningen foran beskyttelsesmuren.

Linjedrænet afvander via en tæt ledning til det nye afvandingsystem i Havnepladsen. På indersiden af muren ligger det eksisterende linjedræn. Der er dog lidt usikkert hvor den eksisterende ledning, som opsamler vandet

fra linjedrænet ligger, og om den kommer til at blive påvirket af muren. Er det tilfældet, skal det vurderes om der er plads til en ny ledning på indersiden, eller om der skal føres et par stik ud til den nye ledning på ydersiden af muren, som så skal sikres mod tilbagestuvning.

Afvanding langs Berntsens Kanal er den samme som ved de eksisterende forhold.



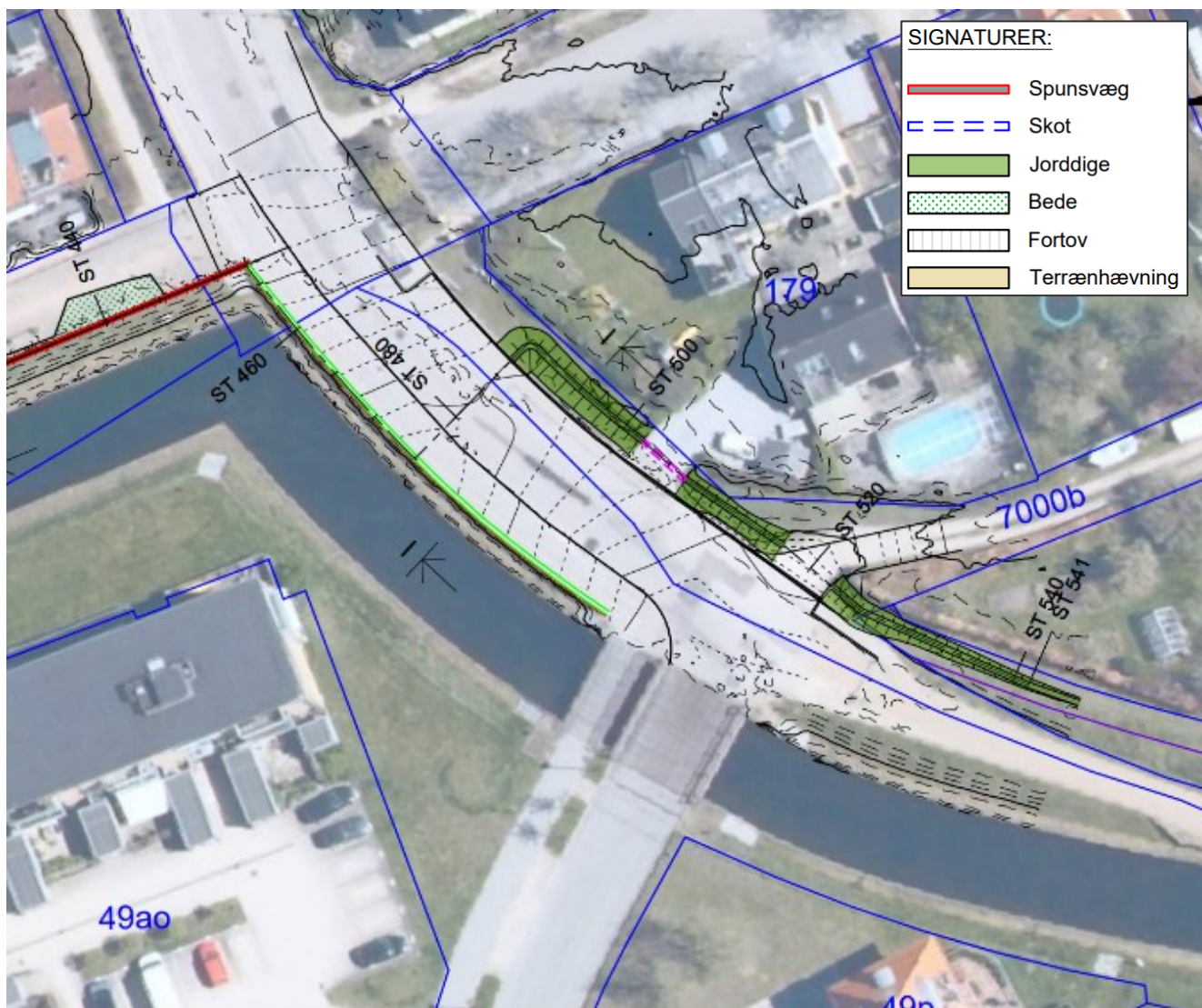
Figur 3.14: Projekterede ledninger ved Amsterdamhusene. Blå farve indikerer afvandsledninger og grøn farve indikerer linjedræn. Udsnit fra tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Afvanding Projekteret.

3.2.4 Stenværksvej

Der henvises til tegningerne FMV_A5_K24_1101 og FMV_A5_K24_3001 for hhv. plan- og snittegning af anlægget i dette delområde.

3.2.4.1 Kystbeskyttelse

Figur 3.15 viser et udsnit af plantegningen for delområdet. Figuren viser, at kystbeskyttelsen i delområdet består af spunsvæg, vejhævning, jorddige og højvandsskot.



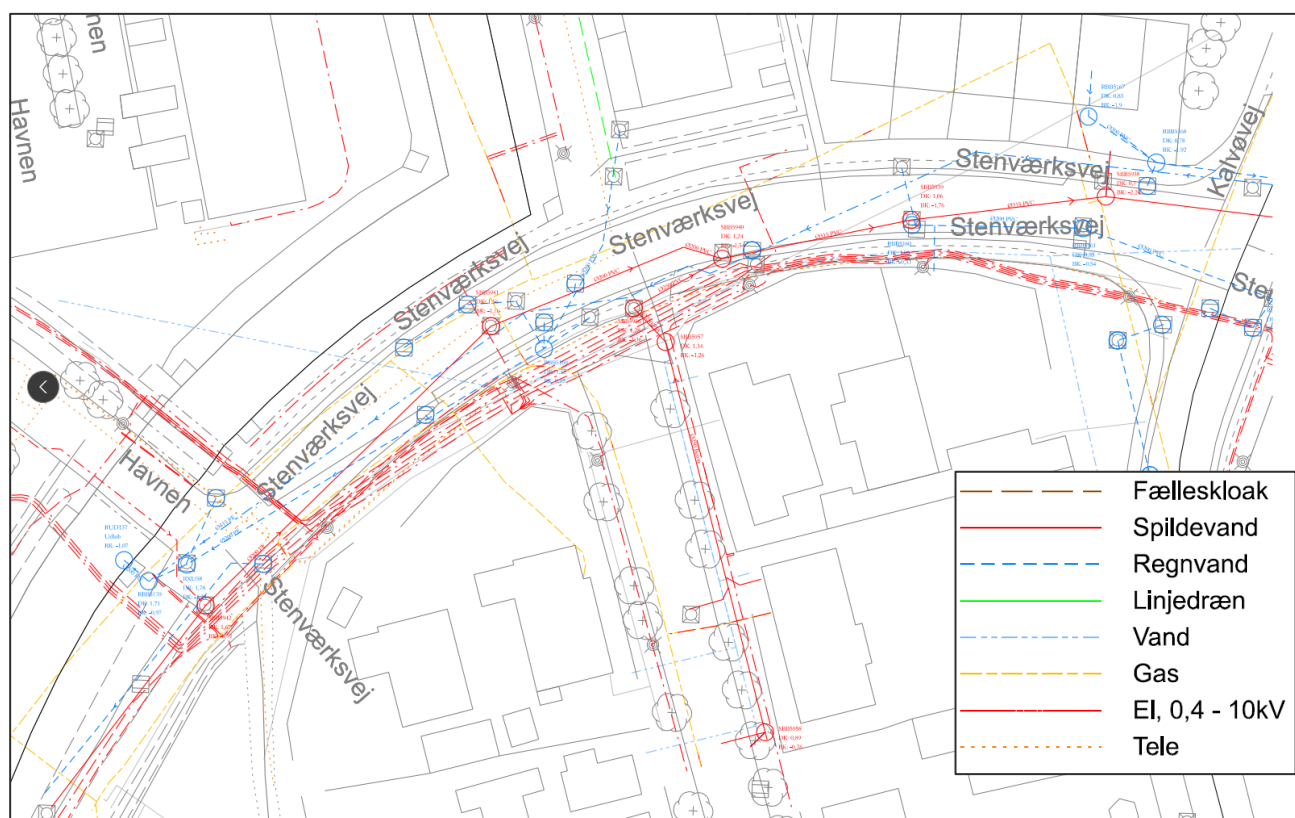
Figur 3.15: Udsnit af plantegning FMV_A5_K24_1101 for delområdet.

Beskyttelsen i dette delområde består af;

- Fra st. 453 til st. 476: Betonvæg på pæle, der etableres bag den eksisterende pæle-flage-væg. Betonvæggen etableres med armering og støbes in situ bl.a. omkringpæle, der vibreres ned i bærende lag. Betonvæggen fortsættes også yderligere 20 m efter, at stationeringslinjen drejer henover vejen.
- Fra st. 476 til st. 488: Stenværksvej hæves så topkote er +2,5 m DVR90 på tværs af vejen. For at der stadig er plads til to kørebaner, sløjfes fortovet på den sydlige side af vejen. Flere detaljer om vejen findes på Tegning 23-008_K20_F02_H1_N01.
- Fra st. 488 til st. 500, st. 505 til st. 515 og st. 520 til st. 542: Jorddige i vejrabatten med sideanlæg 1:2 og kronebredde på 0,5 m.
- Fra st. 500 til st. 505: 5 m bredt mobilt højvandsskot der isættes af beredskabet ved varsel om stormflod og fjernes når varsling ophører. I overgangen mellem bjælkerne, som skottet funderes i, og jorddiget etableres der et betonelement, så vand ikke løber ind mellem bjælke og jorddige.
- Fra st. 502 til st. 507: Terrænhævning af eksisterende indkørsel. Terrænet af indkørslen hæves, så topkoten er +2,5 m DVR90.

3.2.4.2 Afvanding

Afvanding ved Stenværksvej sker som i dag via vejbrønde til det eksisterende afvandingssystem. Brønde flyttes så de ligger langs de projekterede kantstene. Der skal etableres kontraklap så det sikres, at vand fra havnesiden ikke kan løbe tilbage i systemet.



Figur 3.16: Eksisterende ledninger ved Stenværksvej. Udsnit fra tegning 23-008_K10_F02_H1_N01_Eksisterende ledninger.

3.2.5 Sillebro Å

Der henvises til tegningerne FMV_A5_K24_1110 og FMV_A5_K24_3010 for hhv. plan- og snittegning af anlægget i dette delområde.

3.2.5.1 Kystbeskyttelse

Figur 3.17 viser et udsnit af plantegningen for delområdet. Figuren viser, at kystbeskyttelsen i delområdet består af terrænhævning.



Figur 3.17: Udsnit af plantegning FMV_A5_K24_1110 for delområdet.

Beskyttelsen i dette delområde består af;

- Fra st. 0 til st. 185: Hævning af eksisterende grussti. På en del af strækningen kræver hævnningen, at grusstiens skråning udvides. Udvidelsen sker kun på den vestlige side af stien.

3.2.5.2 Afvanding

Fremtidig afvanding vil være den samme som ved de eksisterende forhold.

3.3 Beredskabsplan ved varsling om ekstrem vandstand

Der er 4 højvandskots, der skal håndteres af beredskabet ved varsel om ekstrem vandstand. Under normale forhold skal de 4 skots være opbevaret i nærheden af området, så de let kan transporteres til stedet, hvor de skal isættes.

Bundkoten for de 4 skots er forskellig, og derfor skal etableringen af dem ske i en prioriteret rækkefølge:

1. Indkørsel til Toldboden – Bundkote: +1,7 m DVR90
2. Hjørne skot mellem Toldboden og Havnepladsen – Bundkote: +1,72 m DVR90
3. Amsterdamhusene indgang – Bundkote: +1,75 m DVR90
4. Stenværksvej indkørsel – Bundkote: +2,1 m DVR90

Skottet ved Stenværksvej skal ikke nødvendigvis isættes ved hver varslings af ekstrem vandstand, da tærskelværdien for begyndende oversvømmelse (bundkoten) er 0,35 – 0,4 m højere end ved de andre skots.

Beredskabet skal være klar med pumper til at pumpe vand, der af uforudsete årsager, passerer forbi højvandsbeskyttelsen f.eks. ved et utæt skot. Da det er til uforudset vandindtrængning kan det ikke anvises præcist hvad der er nødvendigt i kapacitet, men for at opnå en vis fleksibilitet anbefales 2-3 mobile benzin/diesel drevne pumper med en kapacitet på 10-20 L/s.

3.4 Vedligehold af kystbeskyttelsen

Følgende afsnit beskriver, hvilke hovedpunkter i forbindelse med vedligehold af kystbeskyttelsen

Vedligeholdelse af jorddige omfatter følgende hovedpunkter:

- Græsslåning af digerne 3-5 gange pr. år i vækstsæsonen (for at græssets rodnet udvikles ensartet, binder digejorden sammen og samtidig holder gnave væk), rydning af eventuelle træer og buske på diger samt gnaverbekæmpelse.
- Diget gennemgås i sensommeren for evt. huller efter dyr og fugle. Eventuelle huller fyldes op. Digeoverflader der fremstår udækket af græs besås med græs.
- Monitorering af kronekote.

Vedligeholdelse af grussti ved Sillebro Å:

- Monitorering af kronekote.
- Årlig supplering med grus til overgange

Vedligeholdelse af afvanding:

- Årlig kontrol af højvandlukker samt nødvendig vedligeholdelse.

Vedligeholdelse af spunsvæg:

- Spunsvæg tjekkes ca. hvert 20. år ved at udgrave den øverste del af jorden og måle tykkelsen på del af spunsen der er umiddelbart under jordoverfladen.
- Monitorering af kronekote.
- Beskyttelse af trævægge/hammer imod råd og svamp med træbeskyttelse. Dette gælder ikke azobé, men f.eks. ved brug af lærkehammer. Årlig gennemgang af alle anlæg og eventuel udbedring af skader. Dette også umiddelbart efter kraftige storme og stormfloder.

Vedligeholdelse af vej, terrænhævninger og parkeringsplads:

- Monitorering af kronekote samt nødvendig vedligeholdelse. På keglen fjernes klinker og der fyldes underliggende materiale på hvorefter klinkerne genetableres.

Vedligeholdelse af skots:

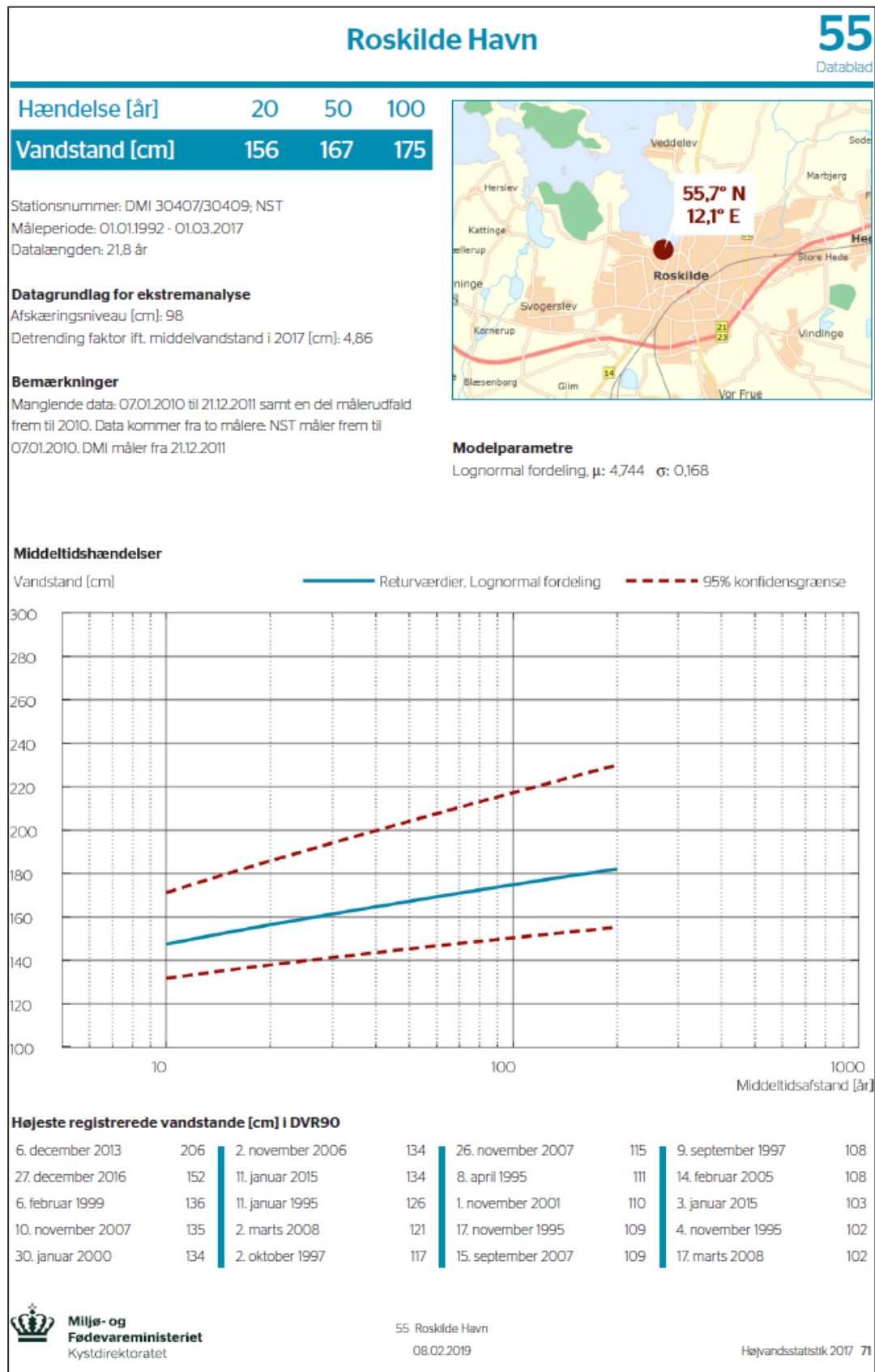
- Årlig test og øvelse af opsætning af skots og tjek af tætningslisters og fundamentets tilstand.

4. Dimensionering af kystbeskyttelses anlæg

I det følgende gives en gennemgang af, hvilken hændelse projektet beskytter imod og hvor langt frem i tiden, samt hvor høj kystbeskyttelsen som minimum bør være på baggrund heraf. For at finde minimumskoten beregnes først den dimensionsgivende vandstand i fremtiden, hvorefter bølgepåvirkningen vurderes for til sidst at bestemme kronekoten. Derudover vurderes, hvilke jordforhold anlæggene skal stå på og i, og dermed hvilke dimensioner anlæggene skal have under jorden. Undervejs henvises til relevante mere dybdegående bilag.

4.1 Dimensionsgivende vandstand

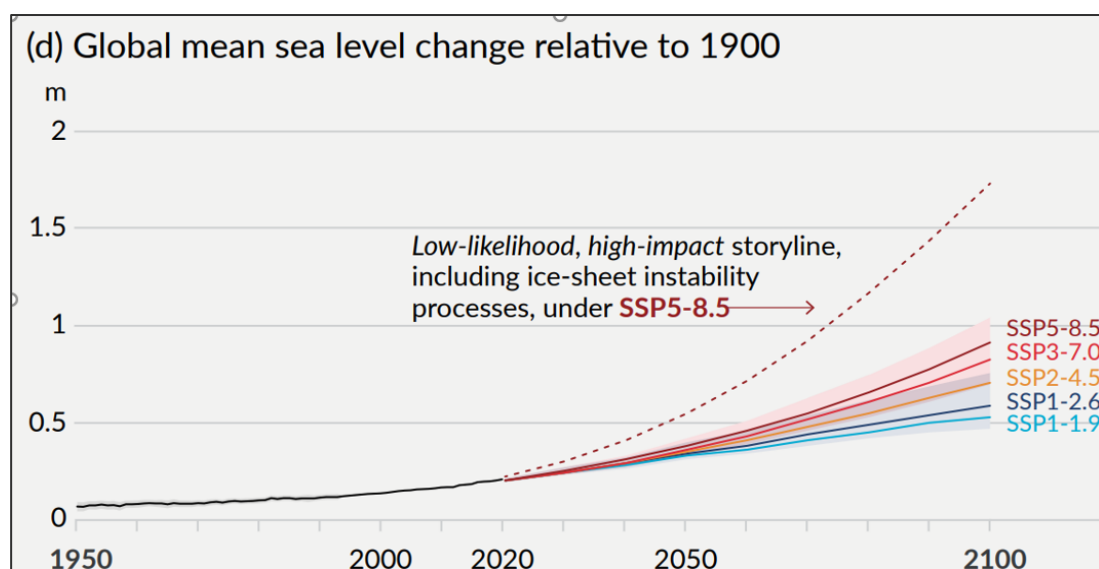
Kystdirektoratet udgiver ca. hvert 5. år en ny højvandsstatistik, som opdateres med seneste målinger og dermed en længere måleperiode. Den seneste statistik udkom i juli 2024 (ref. [2]) mens den forrige udkom i 2017 og blev redigeret i 2019 (ref. [3] [3]). Den dimensionsgivende vandstand blev beregnet som en del af den tekniske forundersøgelse i foråret 2024 (Bilag 4). Beregningen er baseret på Kystdirektoratets højvandsstatistik fra 2017 for Roskilde Havn, som er baseret på målinger fra 1992 til 2017. Figur 4.1 viser højvandsstatistikken for Roskilde Havn, hvor en 20-års, 50-års og 100-års hændelse er estimeret. Figuren viser, at en 100-års hændelse svarer til +1,75 m DVR90.



Figur 4.1: Kystdirektoratets højvandsstatistik fra 2017 for Roskilde Havn [4].

De globale klimaforandringer resulterer i eustatiske havspejlsstigninger. Gennem de seneste 100 år er middelvandstanden i farvandene omkring Danmark steget ca. 2 mm/år i gennemsnit, se ref. [5]. Grundet effekten af klimaforandringerne forventes denne tendens at tiltage i fremtiden. FN's klimapanel (IPCC) har beregnet den forventede havspejlsstigning ved forskellige fremtidige klimascenarier, se ref. [6].

Ved etablering af kystbeskyttelses anlæg med levetider, der strækker sig længere frem end til år 2050, anbefaler DMI og Miljøstyrelsen, at man anvender klimascenarie SSP5-8.5, se ref. [7]. I klimascenariet SSP5-8.5 er den forventede havspejlsstigning fra 2017 til 2075 ca. 0,4 m.



Figur 4.2: IPCC's bud på de globale havspejlsstigninger for en række klimascenarier. Middelværdien i prognoserne er vist med farvede linjer og usikkerhedsintervallet er vist med de farvede områder omkring linjerne, se ref. [6]. Fremskrivningen af havspejlsstigning er baseret på temperaturscenarier og beregning af afsmeltning af iskapper, hvorfor der er et stort usikkerhedsinterval for værdierne som stiger med tiden.

4.2 Bølgetillæg

I den Tekniske Forundersøgelse (Bilag 4) blev bølgeforholdene i projektområdet analyseret. Konklusionen var, at de strækninger, der er en del af nærværende projekt, ikke er bølgepåvirkede. Det må dog forventes, at vandoverfladen er i bevægelse/uroelig under de stormforhold, der generer ekstremvandstand. Der tillægges derfor 10 cm som "bølge"-tillæg til kronekoten.

4.3 Minimumskote

Baseret på de overstående bidrag er minimumskoten for højvandsbeskyttelsen beregnet i Tabel 4.1. Beregningen viser, at minimumskoten skal være +2,25 m DVR90.

Baseret på et notat der belyste de formgivnings-/projektmæssige og økonomiske konsekvenser ved at bygge højvandsbeskyttelsen med en kronekote på +2,50 m DVR90 i stedet for +2,25 m DVR90, besluttede Byrådet, at kronekoten skal være +2,50 m DVR90 (Bilag 10). Denne kronekote resulterer i, at anlægget har et sikringsniveau på mere end en 100-års hændelse i 2075, hvis havspejlet stiger som forventet.

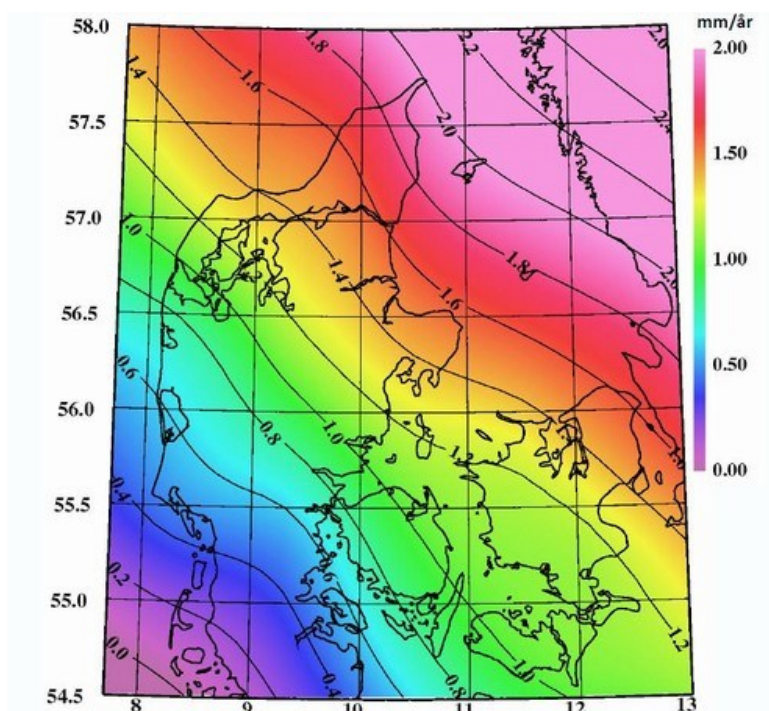
Tabel 4.1: Beregning af minimumskote for højvandsbeskyttelsen.

100 års middeltidshændelse i år 2017	+1,75 m DVR90
	+
Havspejlsstigning fra år 2017	0,4 m
	=
Dimensionsgivende vandstand (100 års hændelse i år 2075)	+2,15 m DVR90
	+
Bølgetillæg	0,1 m
	=
Minimumskote	+2,25 m DVR90

4.4 Landhævning

Den fremtidige havspejlsstigning lokalt i Danmark er påvirket af landhævning. Ved seneste istid blev landmasserne trykket ned grundet tyngden fra ismasserne. Efter isens afsmeltning begyndte en landhævning af landmasserne, hvilket stadig pågår. Raten af landhævning er størst i de nordøstlige dele af Danmark og lavest i Sønderjylland.

For projektområdet pågår en landhævning på ca. 1,4 mm/år. For perioden fra år 2017 og frem til år 2075 forventes der således en landhævning på ca. 8 cm.



Figur 4.3: Absolutte landhævninger for Danmark angivet i mm/år, se ref. [8].

Ved etablering af diget kan kronekoten anlægges med en reduceret krone svarende til landhævningen, som vil forekomme gennem anlæggets levetid. Således vil kronekoten med tiden hæve sig til den nødvendige kote.

Dog er størrelsesordenen for landhævningen så lille, at det frarådes at reducere anlægskoten ved etablering, hvilket også giver en lille sikkerhed ift. sætninger i selve diget.

4.5 Geoteknik

Der er foretaget indledende geotekniske beregninger af spunsvæggens spidskote med programmet WinSpooks baseret på de geotekniske parametre, der er udledt af den geotekniske undersøgelse. En spunsvæg er fordelagtig at anlægge som højvandsbeskyttelse i bløde jordbundsforhold, da den kan vibreres ned i jorden i stedet for at blive nedgravet og er modstandsdygtig overfor eventuelle bevægelser af jordlagene. En direkte funderet konstruktion, som f.eks. en beton støttemur, er meget afhængig af de øverste jordbundsforhold, som er tvivlsomme i projektområdet. Derimod vil en spuns hvile af på et større jordvolumen og er derfor mindre følsomt over for de øverste jordbundsforhold. Hele Havnepladsen og området omkring Amsterdamhusene består af fyldmateriale og sætter sig stadig. Lasten fra spunsvæg vil være mindre koncentreret end en direkte funderet konstruktion, hvorfor forventede yderligere sætninger vil være mindre ved spuns. Det er svært at kvantificere de forventede sætninger fordi jorden er i gang med at sætte sig. Spunsvæggen vil derfor også sætte sig med tiden. Der skal derfor holdes øje med sætningshastigheden og der kan evt. blive behov for forhøjelse af spunsen for at kompensere for sætningerne.

Da der er blødbund i området, vil der være risiko for sætninger. Ved de eksisterende forhold pågår der sætninger ved Amsterdamhusene. Derfor anbefales det, at der bliver anvendt letfyld i terrænhævningen på Havnepladsen (Keglen) og på gangarealet langs Berntsens Kanal.

5. Projektets påvirkning

Nærværende afsnit beskriver projektets påvirkning på en række emner. Der er desuden udarbejdet en VVM-screening (Bilag 2) og en Natura 2000 væsentlighedsvurdering (Bilag 3).

5.1 Trafikale forhold

Eksisterende parkeringsplads nord for Toldboden omlægges som en del af højvandsbeskyttelsen. I den forbindelse ændres antallet af parkeringspladser fra 15 til 16.

Med etablering af et skot på vestsiden af Toldboden sikres det, at der fortsat kan ske varetilkørsel til Toldbodens varegård som i dag.

Der ændres ikke på varetilkørsel til Føtex og Cafe Ærligt.

Terrænhævnningen på havnepladsen, udformet som en keglestub, gør det muligt at køre en 12 m lang lastvogn hen over spunsvæggen, ved behov for at tilgå havnekanten.

Keglen dimensioneres til trafikklasse T2, men det forventes, at genbruge eksisterende bund under øvrige arealer.

Ved hævnningen af Stenværksvej sløjfes ca. 51 m af fortovet på den sydlige side af vejen og ca. 12 m cykelsti. Fortov og cykelsti på den nordlige side af vejen opretholdes.

5.2 Beredskab

Eksisterende brandveje og redningsarealer bevares som i dag, dog skal arealerne langs Amsterdamhusene tilgås ved overkørsel af keglen eller via skot lige øst for Toldboden.

5.3 Tilgængelighed

Størstedelen af projektet udføres på kommunalt vejareal og krav og anbefalinger til tilgængelighed defineres derfor i Vejreglerne. Projektet forventes præsenteret for og drøftet med kommunens Handikapråd efter Projektforslagsfasen.

Projektet er udformet med henblik på, at havnen og vandet er tilgængeligt for alle, og at der fortsat er uhindret adgang til havnekanten. Derudover er forbindelsen hen over stormflodsbeskyttelsen sikret, samtidig med at byrummene på begge sider fremstår som en samlet enhed.

Keglen fungerer som en stor rampe, der langs selve muren har en hældning på 40 ‰, mens den ud i rummet mod øst og vest afvikles med et fald på 50 ‰.

Der er i Vejreglerne ikke krav om, at der etableres værn og håndliste på ramper med et fald på under 50 ‰. Rampen langs muren etableres uden værn og håndliste.

Ud over rampen er der også tilgængelighed fra nord for Havnepladsen langs Færgevej gennem skot-åbningen umiddelbart øst for Toldboden og fra syd langs Amsterdamhusene som ved de eksisterende forhold.

Der er ligesom ved de eksisterende forhold passage fra terrasserne langs Amsterdamhusene til gangarealet lang havnen og Berntsens Kanal.

Alle øvrige ramper der indføres ifm. parkeringspladsen og langs den sydlige del af Amsterdamhusene etableres med en hældning på max. 40 %. Ligeledes overstiger hældningen af fortovet på Stenværksvej ikke 40 %.

5.4 Nabostrækninger

Projektet er placeret i et byområde tilbagetrukket fra kystlinjen og vil derfor ikke påvirke kystdynamikken og nabostrækningerne i området.

På havnepladsen ændres der ikke ved størrelsen på arealerne til udeservering ifm. Restaurant Toldboden og Café Ærligt. Størrelser og placeringer fremgår af Byggeprogrammet.

Det kan blive nødvendigt at omstrukturere lidt på indretningen af arealet foran Ærligt grundet placeringen af træækken.

Det kan blive nødvendigt at ændre lidt på placeringen af overdækning og glasinddækningen foran Toldboden for at få plads til at etablere spunsen foran bygningen.

Placeringen af stadepladser markeres på fladen med markeringssøm i nærheden af, hvor det er muligt at trække el.

5.5 Natur

Projektet er beliggende 90 m fra Natura 2000-område nr. 136 Roskilde Fjord og Jægerspris Nordskov. Der er udarbejdet en væsentlighedsvurdering (Bilag 3), hvor det er vurderet, om projektet medfører væsentlige påvirkninger på habitat- og fuglebeskyttelsesområdenes naturtyper og -arter.

Det vurderes, at projektet ikke vil medføre væsentlige påvirkninger på habitatnatur og -arter på udpegningsgrundlaget for Habitatområde H120. Potentielle påvirkninger vurderes at kunne knytte sig til støjpåvirkninger på fugle på udpegningsgrundlaget i Fuglebeskyttelsesområde F105 i forbindelse med nedvibrering af spuns til højvandsbeskyttelse i en samlet periode på omtrent 10 uger. Det er i notatet også vurderet, om visuel forstyrrelse i forbindelse med anlægsarbejdet potentielt kan påvirke fugle på udpegningsgrundlaget væsentligt.

Fuglene klyde, havterne, fjordterne, dværgterne og sorthovedet måge yngler på småøerne i Roskilde Fjord ca. 3 km fra projektområdet. Påvirkningszonen for støj fra projektet ligger uden for fuglenes kortlagte yngleområder, og støj fra projektet medfører derfor ikke påvirkning på ynglende fugle i fuglebeskyttelsesområde F105. Havneomgivelserne vil i anlægsperioden være mindre egnede som fourageringssted for fuglene, men det vurderes at fuglene kort tid efter anlæg vil anvende havnen til fouragering igen. Visuel forstyrrelse i forbindelse med anlægsarbejdet vurderes ikke at påvirke fugle på udpegningsgrundlaget væsentligt.

Det vurderes samlet, at projektet kan gennemføres uden at medføre en væsentlig påvirkning på habitatnatur, -arter eller fugle på udpegningsgrundlagene i Natura 2000-område nr. 136, og at der ikke er kumulative effekter med øvrige planer eller projekter, som tilsammen kan medføre en væsentlig påvirkning på Natura 2000 området.

5.6 Jordhåndtering

Jord, som opgraves og flyttes fra forureningskortlagte arealer og områdeklassificerede arealer - herunder det aktuelle projektområde - skal håndteres i henhold til jordflytningsbekendtgørelsens bestemmelser [9].

Det anbefales, at der udarbejdes en indledende jordhåndteringsplan for jorden i projektet. Planen skal bl.a. beskrive, hvor der skal opgraves jord, og hvor der ønskes udlagt jord. Derudover skal den indeholde plan for prøvetagning af jorden.

Planen kan danne grundlag for en dialog med kommunens miljøafdeling vedrørende mulighederne for at genanvende jorden i projektet samt afklaring af, hvilke tilladelser der kræves i relation til den forurenede jord.

På grund af at en stor del af projektområdet er forureningskortlagt, vil der sandsynligvis også kræves en tilladelse efter §8 i jordforureningsloven [10]. Dette anbefales også afklaret med kommunen tidligt i projektet, da både §8 tilladelse i henhold til jordforureningsloven og §19 i miljøbeskyttelsesloven ofte tager en 2–3 måneder at indhente.

6. Økonomisk overslag

Der er beregnet et økonomisk overslag for hele anlægget samt et overslag for de dele af anlægget som er nødvendige for selve kystbeskyttelsen.

Omkostningerne estimeres ud fra senest kendte enhedspriser fra lignende projekter, der allerede er udbudt eller anlagt samt fra mængder og opmålte arealer. Enhedspriserne er påvirket af en lang række forhold såsom materialetilgængelighed, underleverandører, afstand til projektområdet, brændstofomkostninger mm. Derudover udvikler priserne sig i fremtiden bl.a. på grund af inflation. Det er en forudsætning for projektets prisniveau, at de økonomiske konjunkturer ikke ændrer sig i forhold til niveauet for januar 2024. Priserne er eksklusive moms. Det forudsættes, at arealet til byggepladsen udlånes vederlagsfrit til entreprenøren i hele byggeperioden. Materialecontainer skal kunne opstilles i tilknytning til de igangværende arbejder.

Tabel 6.1 og Tabel 6.2 viser materialeomkostningerne opdelt i kategorier for hhv. de dele af anlægget, som er en del af kystbeskyttelsen, og de dele af anlægget der bidrager til merværdi, og som ikke er en del af kystbeskyttelsen.

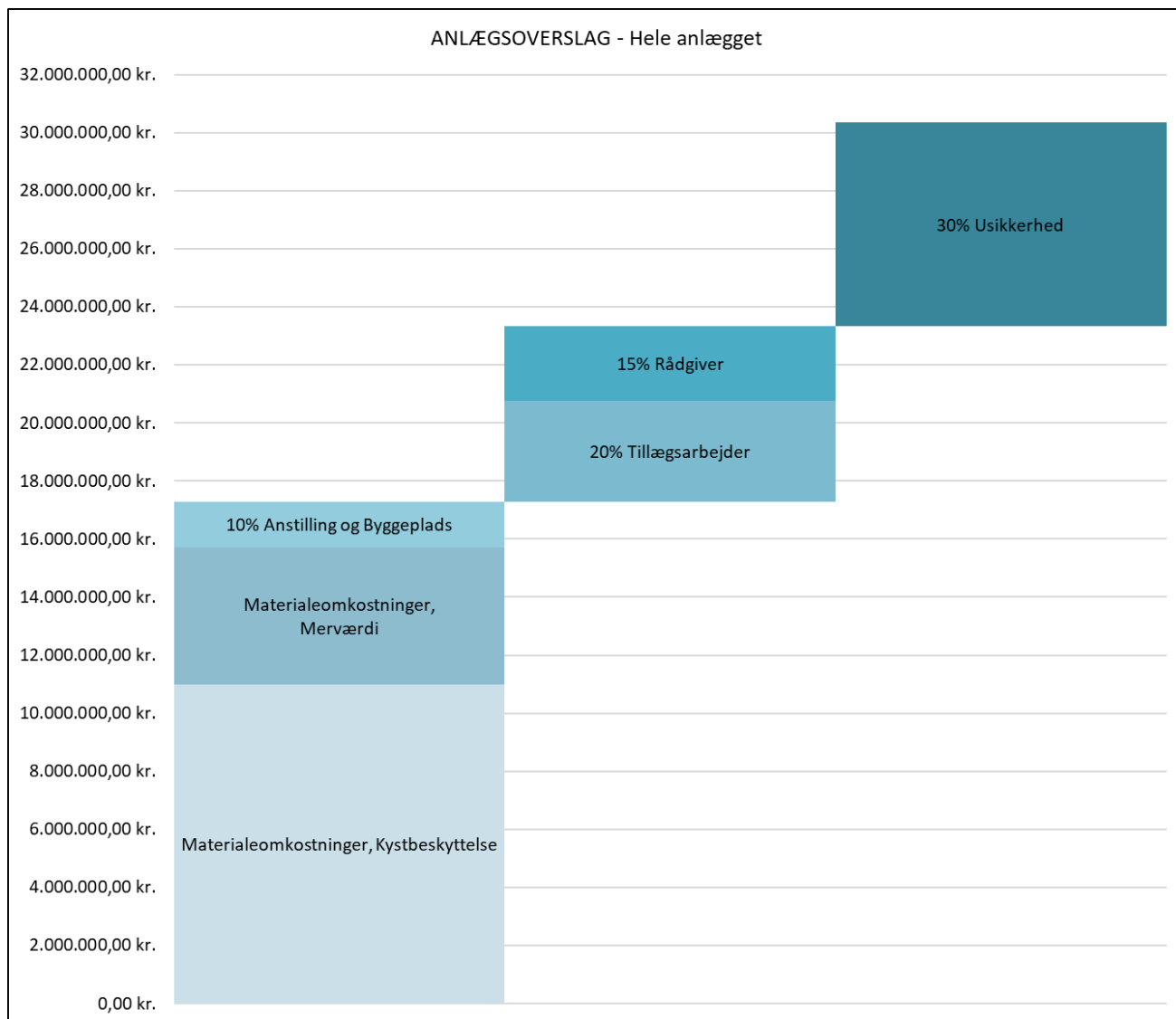
Tabel 6.1: Materialeomkostninger for de dele af anlægget som er en del af kystbeskyttelsen.

Kystbeskyttelse	
Kategori	Pris [DKK ekskl. Moms]
Dige	90.000
Vej	1.480.000
Spuns	2.850.000
Spuns-stålbeklædning	1.680.000
Betonarbejder	450.000
Skot	500.000
Kegle	1.000.000
Kegle-teglbelægning	580.000
Afvanding	1.940.000
Omlægning af el og lys	70.000
Sillebro Å - Stihævning	130.000
Diverse terrænarbejder	70.000
Udlægning af ny OB-belægning	640.000
Samlet	11.300.000

Tabel 6.2: Materialeomkostninger for de dele af anlægget som er merværdi.

Merværdi	
Kategori	Pris [DKK ekskl. Moms]
Rydning	590.000
Rydning til genbrug	430.000
Bed	890.000
Træer	290.000
Buske	240.000
Stauder	320.000
Tilpasning af eksist. Træterrasse	50.000
Tilpasning af terræn	220.000
Træsæder og -bænke	320.000
Diverse merværdi	150.000
Gøglerstik	100.000
Renovering af eksist. samt ny OB-belægning	470.000
Trappe	50.000
Trædæk	200.000
Samlet	4.320.000

Figur 6.1 viser det samlede økonomiske overslag for hele anlægget. Figuren viser, at anlægsoverslaget er 23.340.000 DKK ekskl. moms. Det økonomiske overslag består af materialeomkostningerne, anstilling og byggeplads, tillægsarbejder, rådgiverhonorar og undersøgelser men ekskl. usikkerheder. Tillægsarbejder, rådgiverhonorar, undersøgelser og usikkerheder er fastsat med erfaringsbaseret procentsats. Usikkerhedsposten bliver erfaringsmæssigt løbende mindre gennem projektets faser når flere emner granskes.



Figur 6.1: Økonomisk overslag for hele anlægget ekskl. moms.

7. Referencer

- [1] Kystdirektoratet, »Dige,« [Online]. Available: <https://kyst.dk/media/80420/dige.pdf>.
- [2] Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker 2024, 2024.
- [3] Kystdirektoratet, »Højvandsstatistikker 2017,« Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet, 2018 rev. 2019.
- [4] Kystdirektoratet, »Højvandsstatistikker 2017,« 2018.
- [5] DMI, »Fremtidens vandstand omkring Danmark,« 7 august 2018. [Online]. Available: <http://www.dmi.dk/laer-om/temaer/hav/fremtidens-vandstand/>.
- [6] IPCC, »Summary for Policymakers,« *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, 2021.
- [7] DMI, »Klimaatlas,« 2023. [Online]. Available: <https://www.dmi.dk/klimaatlas/>.
- [8] Kystdirektoratet, »Landbevægelser i Danmark,« 7 august 2018. [Online]. Available: <http://kysterne.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html>.
- [9] Miljøministeriet, »Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord. BEK nr 1452 af 07/12/2015 (Jordflytningsbekendtgørelsen)«.
- [10] Miljøministeriet, »Bekendtgørelse af lov om forurennet jord. LBK nr 282 af 27/03/2017 (Jordforureningsloven)«.