



Korsør Havn

Udvidelse af Kaj 301-303 Konkretiseringsrapport

Juni 2023

2023-06-28

wsp

Korsør Havn

Udvidelse af Kaj 301-303 Konkretiseringsrapport

Juni 2023

Kunde	Korsør Havn
Rådgiver	WSP
Projektnummer	22003156
Dokument ID	Udvidelse af Kaj 301-303, Konkretiseringsrapport
Projektleder	Kristian Kjær Poder
Kvalitetssikret af	Daniel Flytkjær Virgilsen
Godkendt af	Lars Bendixen
Version	0
Udgivet	2023-06-28

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	4
1.1	Eksisterende kajkonstruktion	5
2.	Forundersøgelser	6
2.1	Landopmåling	6
2.2	Søopmåling	6
2.3	Geoteknik	7
2.4	Ledningsoplysninger	8
3.	Tekniske forhold	9
3.1	Hovedkoncept	9
3.2	Anvendelse og belastning	10
3.3	Opfyldningsmaterialer	11
3.4	Belægning	13
3.5	Udstyr	14
4.	Projektudførelse og økonomi	17
4.1	Indledende	17
4.2	Tidsplan for det videre projekforløb	17
4.3	Udførelsestakt	18
4.4	Arbejdsplads	19
4.5	Økonomi	20

Vedlagte filer

Bilag		Skitsetegninger	
1	Anlægsoverslag	100	Oversigtsplan
2	Landopmåling	101	Situationsplan
3	Søopmåling	102	Ramme- og ankerplan
4	Geoteknik	103	Udstyrs- og forsyningsplan
5	LER-oplysninger	200	Principtværsnit, udvidelsesprojekt
6	Fotos	201	Principtværsnit, renoveringsprojekt

1. Indledning

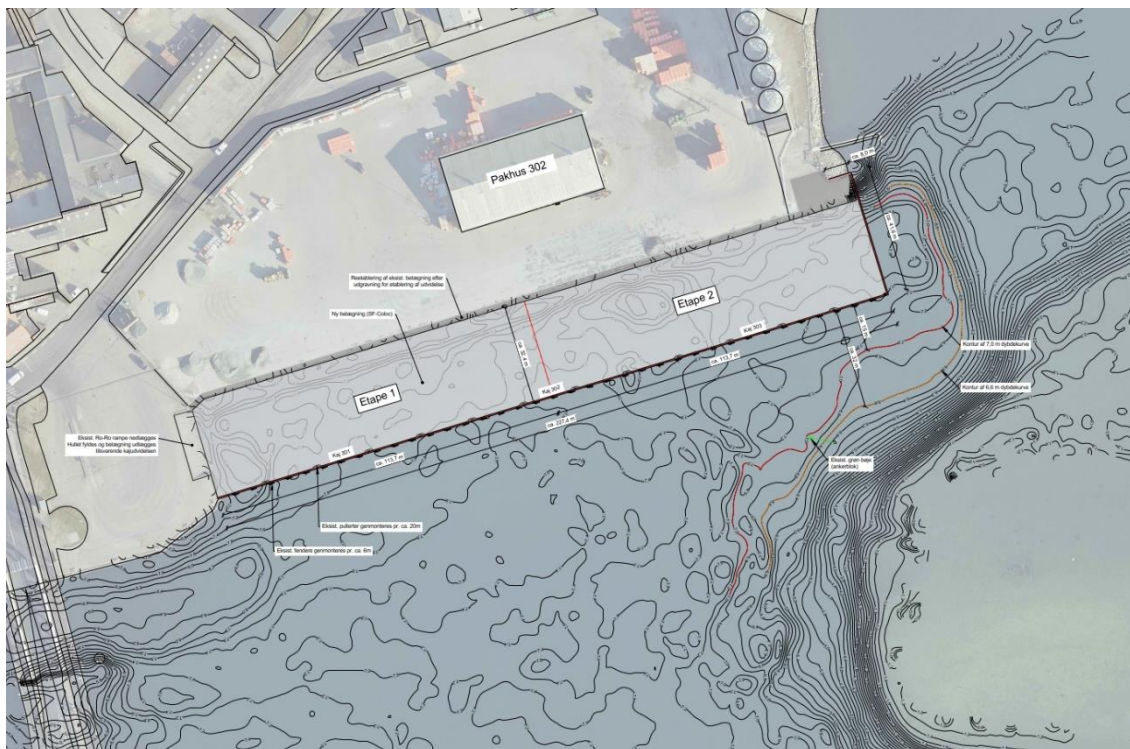
Denne rapport er udarbejdet efter aftale mellem Korsør Havn og WSP, dateret den 13-02-2023.

På baggrund af den tidligere udarbejdede tilstandsrapport "Tilstandsvurdering af Kaj 301-303, revision 1" af d. 16. december 2022, er det konstateret at den eksisterende spunsvægsindfatning på kajstrækning 301-303 i den nordøstlige del af Korsør Havn er i meget dårlig stand.

Der er konstateret korrosion i en sådan grad på den eksist. spunsvægskonstruktion, at det er anbefalet at den samlede strækning hovedrenoveres ved at etableres en ny spunsvæg foran den gamle. Det er pga. den fremskredne dårlige tilstand af den eksist. indfatning ikke muligt at udføre andre tekniske løsninger såsom en betonforstøbning, hvilket er uddybet i tilstandsvurderingen. Det forudsættes desuden på nuværende tidspunkt, at den bagvedliggende eksist. forankring som udgangspunkt er i så dårlig stand, at denne ikke er hensigtsmæssig at tilkoble til på ny.

Som del af tilstandsrapporten blev der indledningsvist kigget helt overslagsmæssigt på muligheden for at udvide havnearealet foran Kaj 301-303, da der nu alligevel skal etableres en ny spunsvægsindfatning inkl. forankring.

Formålet med denne rapport er, at der arbejdes i dybden med løsningsforslaget med at udvide kajarealerne ude foran Kaj 301-303, ca. 32 meter ud i havnebassinet, hvorved der opnås et nyt havneareal på ca. 7.400 m². Der tages i rapporten konkret stilling til de tekniske detaljer i projektet og der opstilles på baggrund heraf en revideret anlægsøkonomi for løsningerne. Til baggrund herfor er der udført en række forundersøgelser.



Figur 1: Oversigtstegning over udvidelse af Kaj 301-303.

Rapporten skal danne beslutningsgrundlag for at Korsør Havn kan godkende det videre myndigheds- og projekteringsarbejde. Der opstilles en opdateret anlægsøkonomi for både et udvidelsesprojekt og renoveringsprojektet, sådan at det fremgår tydeligt hvad merprisen for at udvide havnearealerne vil være ift. kun at renovere den eksisterende indfatning.

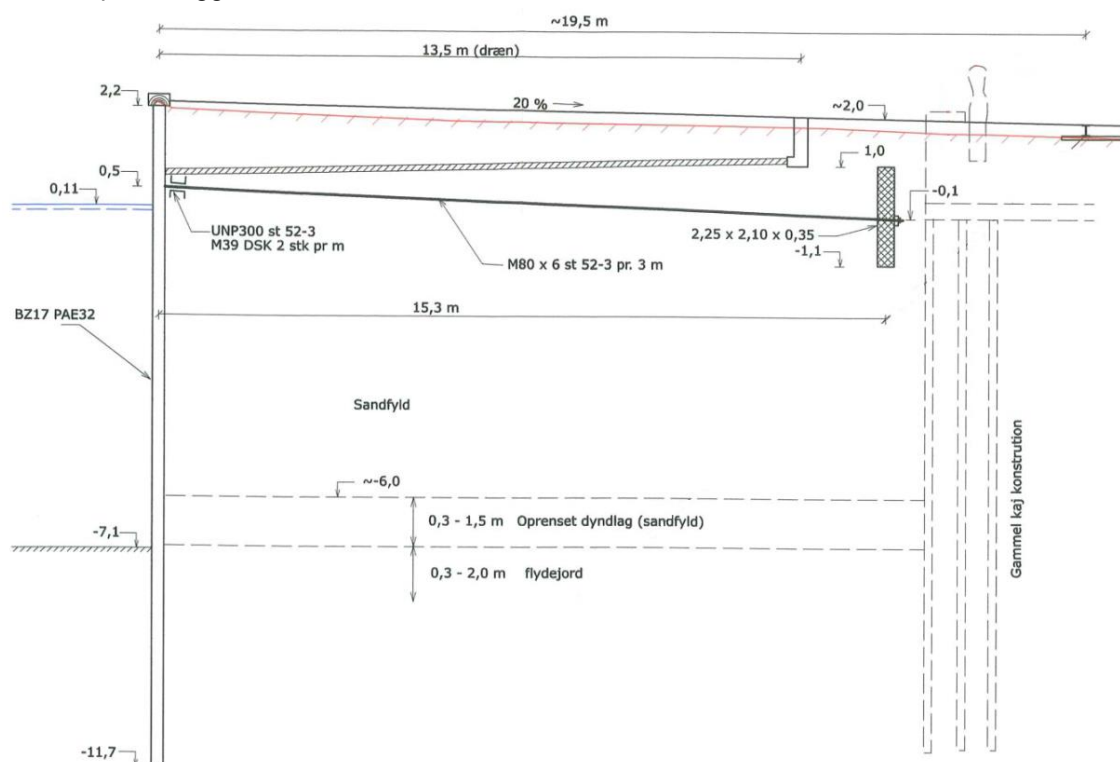
Rapporten fungerer desuden som designgrundlag for den fremadrettede projektering, idet der i samarbejde med Korsør Havn er taget stilling til de fleste, overordnede tekniske detaljer, hvad bl.a. angår konstruktionstype, belastninger, fyldmaterialer, belægning og udstyr mv.

Der er sideløbende med udarbejdelsen af denne rapport, forberedt en ansøgning om anlæg på søterritoriet, som skal sendes til Kystdirektoratet for at få tilladelse til at udføre det ansøgte anlæg ude i vandet (kun relevant for udvidelsesprojektet), herunder tilladelse til opfyldning. Ansøgningen er endnu ikke indsendt til myndighederne, da der afventes en endelig afklaring på om der skal arbejdes videre med udvidelsesprojektet eller renoveringsprojektet. Det anbefales at ansøgningen indsendes så hurtigt som muligt efter at der er taget stilling til en løsning, da der må forventes en sagsbehandlingstid på min. 4 måneder samt en efterfølgende klageperiode på 4 uger.

1.1 Eksisterende kajkonstruktion

Til generel orientering er den eksisterende kajkonstruktion herunder beskrevet.

Den nuværende spunsvæg er etableret som en forankret spunsvæg, der er forankret med betonplader pr. 3 meter. Spunsvæggen af ført ned til kote -11,7 m ved kaj 302-303, da det her har været muligt at etablere den skitserede forankring. Ud for kaj 301 er der tilkøbet til den gamle bagvedliggende forankring der har en mindre bæreevne, hvilket der her er kompenseret for ved at føre spunsvæggen ned til kote. -14,8 m.



Figur 2: Skitsetværsnit af den eksisterende kajkonstruktion (Kaj 302-303).

2. Forundersøgelser

I de nedenstående afsnit er hovedresultaterne fra de enkelte forundersøgelser opsummeret.

2.1 Landopmåling

Landopmåling af projektområdet er udført af LE34 d. 16. marts 2023 som en droneopmåling.

Landopmålingen viser at terrænniveauet ude ved kajkanten ligger i ca. kote +2,0 m og at toppen af den eksist. træhammer ligger i ca. kote +2,2 m, hvilket stemmer nogenlunde overens med de tilgængelige data som forefindes.

Det eksisterende kajareal er udført med bagfald tilbage til et dybdepunkt som ligger i ca. kote +1,6 til +1,8 m inde i baglandet. Dybdepunktet er ligger ca. 20-30 meter bagved kajfronten.

Koter er i DVR90.

Det er igennem LE34's onlineviewer PointView muligt at tilgå landopmålingen i 3D, da opmålingen er lagt op som en punktsky. Dette kan være brugbart i projekteringsfasen. LE34 giver adgang til denne funktion for ca. 1.000 kr./md.



Figur 3: 3D punktsky i onlinevieweren "PointView".

2.2 Søopmåling

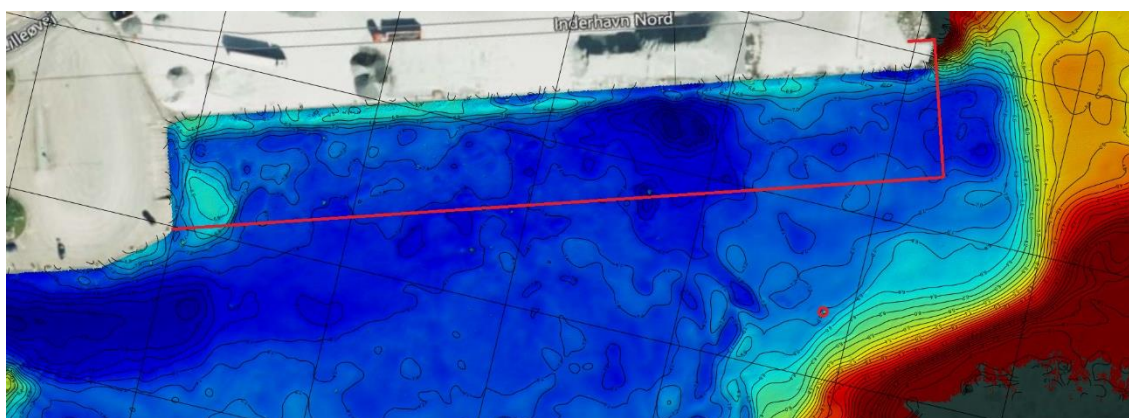
Søopmålingen af projektområdet og det tilstødende havnebassin er udført af LE34 d. 16. marts 2023 som en multibeam-opmåling fra båd.

Søopmålingen viser at havbunden ud for Kaj 301-303 er relativt flad med en gennemsnitlig vanddybde på omkring 7,5 meter. Generelt er der inde langs kajen og henne ved det tilstødende RoRo-leje en vanddybde, som er begrænset til ca. 6,5 meter. Ud for den østlige gavl af pakhus 302 er der desuden et lokalt erosionshul med en vanddybde på ca. 8,5 meter.

Ud fra søopmålingen kan det desuden konstateres, at der i den østlige ende af kajstrækningen kun vil være ca. 15 meters bredde med en vanddybde på min. 7,0 m (pt. garanteret på søkort), ud mod sandbanken der ligger ved indgangen til Korsør Nor. Ved at acceptere en vanddybde på kun min. 6,6 meter kan der opnås en bredde, hvor skibene kan sejle, på ca. 32 meter. Hvis der ønskes et større område med min. 7,0 meters vanddybde, vil det kræve en uddybning. Dette vil skulle indgå i ansøgningsmaterialet til myndighederne.

Det er efter aftale med Korsør Havn aftalt, at der pt. ikke indarbejdes uddybning i udvidelsesprojektet, da de nuværende skibe der besejler Kaj 301-303 godt kan leve med en lidt reduceret vanddybde. Et uddybningsprojekt vil derudover kunne udføres uafhængigt af udvidelsesprojektet og kan derfor udføres på et senere tidspunkt, hvis der skulle opstå et behov.

Der ligger en potentiel mulighed i, at de opgravede materialer fra en uddybning vil kunne anvendes som opfyldning af den nye havneudvidelse, der er dog ikke garanti for, at materialerne vil være indbygningsegnet (dvs. bestå af brugbare friktionsmaterialer), idet der i de geotekniske boreriger allerede er konstateret moræneler direkte nede på havbunden, hvilket tyder på at havbunden kun delvist påstår af sand ude på "sandbanken".



Figur 4: Udklip fra søopmåling, markeret er fremtidig spunslinje for havneudvidelse samt eksist. grøn bølge.

2.3 Geoteknik

Der er udført 4 boreriger fra vandsiden for at fastlægge de geotekniske bundforhold. Borerigerne er udført af Jysk Geoteknik d. 15.-16. maj 2023 fra flåde og er ført ned til minimum kote -15,0 m og er samtidigt afsluttet minimum i 2 meter nede i stærke jordlag.

Borerigerne er placeret sådan, at de både kan danne grundlag for projektering af et udvidelsesprojekt, hvor den nye spunsvæg placeres ca. 32 meter ude i bassinet og et renoveringsprojekt, hvor den nye spunsvæg placeres ca. 1,5 meter foran den eksisterende indfatning. Boring GB1 og GB3 er placeret længst ude i vandet mens GB2 og GB4 er placeret midt mellem den yderste spunslinje og den eksist. kaj, cirka der hvor de kommende fløjvægge vil blive etableret.



Figur 5: Placering af de udførte geotekniske bundundersøgelser.

Resultatet af de geotekniske bundundersøgelser viser, at der træffes moræneler med en relativ høj styrke direkte nede på havbunden. Dette skyldes at der tidligere er blevet uddybet i området. Moræneleren er i boring GB2 gennemgående, mens boring GB3 og GB4 er afbrudt af et ca. 1,0 til 1,5 meter tykt lag af smeltevandsler nede omkring ca. kote -10,0 til kote -12,0 m, som er let siltet til siltet. Boring GB1 er afsluttet i smeltevandler, som i denne boring starter i ca. kote -15,5 m og som her er stærkt siltet.

Der er ikke truffet andre aflejringer end hovedsageligt glacialt moræneler og stedvist forekomster af glacialt smeltevandsler, som er siltet i et varierende omfang. Begge aflejringstyper har jf. den geotekniske rapport gode styrkeparametre. Bundforholdene er derfor meget gunstige.

Da der ikke er truffet sedimentaflejringer eller andre blødbundsaflejringer på og i havbunden, skal der reelt set ikke tages hensyn til de eksisterende jordlag ift. sætninger. Moræneler giver normalt kun meget små sætninger. I og med at moræneleren tidligere har været belastet af ovenliggende jordlag til en vis grad, vurderes det at sætninger i de eksisterende jordlag kan negligeres i praksis.

Det trufne moræneler er generelt konstateret let til stærkt sandet og gruset. Der er ikke truffet direkte sten i de 4 borejournaler hvilket tyder på at risikoen for rammehindringer i jorden kan være reduceret. Moræneleret har samtidigt en moderat til høj styrke til ned omkring ca. kote -12,0 m, hvorefter styrken er meget høj i en dybde svarende til ca. kote -12,0 til -15,0 meter.

2.4 Ledningsoplysninger

Der er søgt ledningsoplysninger for projektområdet igennem det nationale ledningsejerregister (LER). Forespørgslen på ledningsoplysninger er indsendt d. 21. februar 2023, hvorefter de enkelte ledningsejere er vendt tilbage med ledningsoplysninger i løbet af de efterfølgende dage.

Ud over oplysninger fra ledningsejerregistret har Korsør Havn fremsendt enkelte skitser på afløbsledninger i kajarealet samt været ude og registrere de nedløbsriste og sandfangsbrønde som har været synlige på kajarealet.

Elforsyning til de 4 eksisterende forsyningspunkter på kajen stammer fra et el-skab på det sydøstlige hjørne af Pakhus 302. Ledninger herfra og ud til forsyningspunkterne er ikke registreret.

Vandforsyning til området løber ude fra T-krydset ved Lilleøvej og Elværksvej. Herfra løber der en vandledning ind til det vestligste eksisterende forsyningspunkt på kajen og derfra videre til de øvrige forsyningspunkter.

Der er registret 7 nedløbsriste på det eksisterende kajareal af varierende størrelse, alle disse riste står oven på en sandfangsbrønd og er koblet direkte ud til udløb i kajens forside med stikledninger.

SK Forsyning oplyser at de har en Ø500 betonledning liggende fra T-krydset mellem Lilleøvej og Elværksvej, som løber ud til et udløb i den eksisterende spunsvæg omkring det vestligste forsyningspunkt (pullert nr. 3). Der er tale om en fællesledning som bruges ifm. overløb i det bagvedliggende kloaksystem. Ved spunsvæggen har ledningens udløb bunkote i kote -0,83 m.

3. Tekniske forhold

I dette afsnit er der sammenfattet oplysninger som skal danne grundlag for den kommende design- og projekteringsfase for projektet.

Oplysningerne er baseret på et møde med Korsør Havn d. 27. marts 2023, samt efterfølgende mailkorrespondancer.

3.1 Hovedkoncept

Der er udført indledende skitse-mæssige spunsvægsberegninger for havneudvidelsen for at bekræfte det overordnede hovedkoncept for den tekniske opbygning af kajen. Det er her fundet, at der kan etableres en traditionel forankret stålspunsvæg med ankre i ét niveau.

Den nye indfatning forankres ved at etablere en langsgående lastfordelingsbjælke på bagsiden af spunsvæggen (strækket). Hertil tilkobles der ankerstænger pr. ca. 2,4 m, som fastgøres i enkeltstående spunsjernsprofiler (ankrespuns) inde i bagfyldet, som agerer som ankerplader.

Idet der opfyldes med friktionsmaterialer bag ved spunsvæggen, samtidigt med at de dybereliggende bundforhold stort set udelukkende består af stærkt moræneler, betyder det, at de geotekniske forhold generelt set er meget gunstige for etablering af den nye spunsvægsindfatning.

Nedenfor er hovedresultaterne af de indledende skitseberegninger opstillet.

	Hovedspunsvæg	Ankerspunsvæg
Moment	ca. 260 kNm/m	ca. 290 kNm/m
Ankerkraft	ca. 330 kN/m	
Topkote	ca. +2,00 m	ca. +1,00 m
Spidskote	ca. -13,00 m	ca. -6,00 m
Spunsvægstype	PU12, S355	
Vægt af spunsprofil	ca. 110,1 kg/m ²	
Spunsjernslængde	ca. 15,00 m	ca. 7,00 m

Tabel 1: Hovedresultater fra de indledende spunsvægsberegninger.

Der er for de ovenstående resultater taget udgangspunkt i en regningsmæssig vanddybde på 8 meter (inkl. 0,5 m overdybde) samt en tillægslængde til spunsvæggen på ca. 0,5 m

Der bør ifm. detailprojekteringen tages konkret stilling til om Korsør Havn ønsker spunsvæggen dimensioneret for en større overdybde, hvorved der kan tages højde for evt. erosionsproblemer fra de skibe der anvender kajstrækningen. Der er pt. ikke indregnet bundsikring eller erosion.

Der er desuden på nuværende tidspunkt regnet med at der anvendes U-jern, som er nemmere og mere robuste af nedbringe ift. hård ramning. Der kan dog evt. optimeres ved at anvende Z-jern, dette kan der tages konkret stilling til ifm. detailprojekteringen.

Øvrige valg af konstruktionsdeles dimensioner er angivet i vedlagte bilag med anlægsoverslag og på de foreløbige skitsetegninger. Dimensionerne er på nuværende tidspunkt udelukkende skitse-mæssigt beregnet.

Med udgangspunkt i at der etableres en havneudvidelse, kan alt ny forankring udelukkende placeres i nyt opfyld, hvorved der ikke tilkøbes til det eksisterende forankringssystem. Tilstanden af det eksisterende forankringssystem få forventes at være tvivlsom på baggrund af den dårlige tilstand af den eksisterende spunsvæg.

Udførelsestakten for spunsarbejderne kan fx være, at spunsvæggen indledningsvist sættes uforankret, hvorefter der fyldes sand ud i vandet, inde fra land, uden at spunsvæggen i første omgang belastes. Når der er fyldt tilstrækkeligt op, kan ankerspunsvæggene etableres og der kan monteres ankerstænger ud til hovedspunsvæggen. Herefter kan det resterende fyld bygges ind bagved hovedspunsvæggen.

Der henvises generelt til de vedlagte skitsetegninger for nærmere detaljer.

3.2 **Anvendelse og belastning**

Arealerne bag kaj 301-303 anvendes hovedsageligt til losning af materialer i bulk-form, herunder bl.a. grus, sten, sand og stenmel. Derudover anvendes den østligste ende af kaj 303 af Aalborg Portland til indpumpning af cement fra skib til de siloer der står længere inde på kajen.

3.2.1 Besejling (Pullertlast)

Kaj 301-302: pt. ca. 20 årlige anløb med skibe på ca. 90 meters længde (2.800-3.000 BT).

Kaj 303: pt. ca. 50-70 årlige anløb med skib på ca. 90 meters længde (2.800-3.000 BT).
Lejlighedsvis anløber skibe på ca. 97 meters længde (ca. 4.000 BT).

Skibstørrelsen der kan anløbe Kaj 301-303 er generelt begrænset af åbningen under Halsskovbroen, som har en gennemsejlingsbredde på ca. 25 meter. Der forventes derfor ikke anløb fra større skibe fremadrettet men dog en større frekvens af anløb.

Der skal reetableres samme pullertkapacitet som på den nuværende kaj. Det er ud fra de eksisterende pullerter vurderet, at pullerternes kapacitet er ca. 80-100 ton.

3.2.2 Oplagring (Overfladelast)

Kajarealer dimensioneres generelt for en karakteristisk kajlast på 20 kN/m².

Det er i forbindelse med landopmåling dog målt, at de nuværende bunker af bulk-materialer der er oplagret på kajerne, har en højde på ca. 5,0 meter over terræn og en varierende bredde ind i land. Med en rumvægt på ca. 18 kN/m³, svarer dette til en samlet overfladelast på ca. 90 kN/m².

Bunkerne er generelt udlagt med en respektafstand til kajkanten på ca. 1,0-1,5 meter. Hældningen af bunkerne er målt til ca. 1:1,5 (ca. 34 grader). Bunkerne strækker sig visse steder langt ind i baglandet, hvorfor der ikke kan regnes med en fast bagkant af bunkerne.

3.2.3 Kraner og køretøjer (Punktlast)

Korsør Havn oplyser at der overalt på kajarealerne køres med gummigeder med en totalvægt på ca. 30 ton inkl. nyttelast.

Der køres desuden med sættevognstog på kajarealerne, som oplyses til at have en maksimal samlet totalvægt på op til ca. 60 ton.

Der opereres derudover med kran, ud til ca. 1,5-2,0 m fra kajfronten. Kranen er af typen "Sennebogen 855" og har en egenvægt på ca. 80 ton (ubelastet) og har en lastkapacitet på ca. 10 ton. Kranen kører rundt på gummihjul og anvender støtteben når den laster.

Der vil i detailprojekteringsfasen blive taget stilling til om ovennævnte køretøjer kan give anledning til dimensionsgivende punktlaster på kajen. Dog forventes det umiddelbart, at overfladelasten fra bunkerne vil være dimensionsgivende i og med at denne er relativt høj. Det forudsættes at der ikke kan forekomme overfladelaster og punktlaster på samme del af kajen samtidigt.

3.3 **Opfyldningsmaterialer**

Det er på baggrund af ønsket om at udvide Korsør Havn ved Kaj 301-303 udført nedenstående overordnede vurdering af, om det kan være en økonomisk fordel i at indbygge forurenede overskudsjord i stedet for rene friktionsmaterialer.

3.3.1 Overskudsjord:

I forbindelse med dette projekt skal der indbygges ca. 60.000 m³ fyld under den kommende vejopbygning. Selvom dette isoleret set er en stor mængde, er det i overskudsjordssammenhæng ikke en særlig stor mængde, idet der her sammenlignes med store jordvoldsprojekter eller større havneudvidelser.

Den nye havneudvidelse skal anvendes til samme formål som den eksisterende Kaj 301-303, dvs. oplagring af høje bunker med bulk-materialer samt kørsel med tunge køretøjer på en belægning af enten asfalt eller belægningssten. Dette betyder, at der ikke må forekomme sætninger i de indbyggede fyldmaterialer. Der skal derfor sættes minimumskrav til sammensætning og indbygning af overskudsjorden. Ud fra denne betragtning kan der kun anvendes såkaldte "indbygningsegne" materialer, der hovedsageligt består af friktionsmaterialer og kun med et begrænset indhold af finmaterialer (ler-partikler).

Til sammenligning kan man i jordvoldsprojekter indbygge overskudsjord med mere lempelige krav, da man her kan indbygge alt jorden tørt. I store havneprojektet etableres der ofte en fangedæmning der opfyldes med stærke friktionsmaterialer, der ikke giver sætninger. Her placeres typisk også de kajgader som belastes hårdest. Inde bag fangedæmningen kan der så indbygges dårligere overskudsjord. Projektets skala i Korsør Havn er ikke til, at der kan etableres en fangedæmning med fordel, idet dette bl.a. kræver to parallelle spunsvægge, hvilket bevirker at området til nyttiggjort jord bliver for lille eller udgår i sin helhed.

På grund af de skærpede krav til indbygningsmaterialerne vil det være nødvendigt for den udførende entreprenør at opretholde en sortering og prøvetagning af den modtagne jord på byggepladsen, for at sikre at der kun indbygges jord med de ønskede styrke- og deformationsparametre. Det vurderes at kun ca. 50 % af den modtagne jord kan forventes at være

indbygningseget, hvorved den overskydende mængde jord skal bortskaffes til andet deponi. Der tages udgangspunkt i nedenstående overslagsmæssige enhedspriser, som er vurderet i samarbejde med en ekstern jordentreprenør.

Modtagelse af overskudsjord (ikke forurennet):	ca. -20 til -30 kr./m ³ (indtjening)
Håndtering på byggepladsen:	ca. 15 kr./m ³
Bortskaffelse af overskudsjord til deponi:	ca. 250 kr./m ³

Ved 50 % indbygningseget jord fås en samlet pris på **ca. 220-240 kr./m³**, hvilket er den mest realistiske betragtning. Ved en mere optimistisk betragtning kan man evt. være heldig at 2/3 af den modtagne jord er indbygningseget, her fås en samlet pris på ca. 100-120 kr./m³. Dette er dog forbundet med en stor usikkerhed og der er suppl. udfordringer som beskrevet nedenfor.

Selvom overskudsjorden kan klassificeres som indbygningseget, vil der stadig ikke være tale om helt rene friktionsmaterialer (helt uden ler-partikler). Dette vil betyde, at opfyldningsmaterialer ikke kan komprimeres af sig selv. Der må derfor forventes udgifter til efterfølgende komprimering, som enten kan udføres ved dybdekomprimering (nedvibrering med jævne mellemrum) eller ved at sænke vandspejlet kunstigt i en periode inde i den nye indfatning, hvorved sætninger kan fremtvinges ved forbelastning.

3.3.2 Forurennet overskudsjord

Det vil i princippet være muligt at kunne modtage forurenede jordmaterialer op til forureningsklasse 1-2, hvorved indtjeningen ifm. med modtagelse af jord principielt kan forøges ift. rene materialer. Det vurderes dog ikke realistisk, at det er muligt at skaffe materialer der både er indbygningsegnet og forurenede i de mængder som der er behov for i dette projekt.

Der vil desuden være myndighedsmæssige og tekniske udfordringer/udgifter forbundet med at modtage forurennet jord. Først og fremmest skal der ansøges hos kommunen om en nyttiggørelsestilladelse. Hvis denne tilladelse kan gives, vil den indeholde en række krav til tekniske foranstaltninger der skal sikre, at de forurenede materialer ikke frigøres til de omkringliggende omgivelser, herunder:

- Krav til tætning af spunsvægsindfatningen. Dette kan gøres ved at etablere spunsjernene med et forseglingsprodukt i alle låsesamlingerne. Herved kan spunsvæggen gøres stort set vandtæt.
- Krav om håndtering af overfladevand. Dette kan gøres ved at etableres en tæt membran af ler, bentonit el.lign. under vejopbygningen samtidigt med at der etableres et netværk af drænledninger. Herved opsamles vandet og udledes til havnen, inden det kan sive ned i det forurenede fyld.

Ud over ovenstående punkter vil det forurenede fyld kunne besværliggøre eller fordyre den efterfølgende komprimering af de nyttiggjorte fyldmaterialer.

Komprimering ved at sænke vandspejlet vil give en stor mængde vand som skal bortledes. Der er risiko for at dette vand kan have opløst nogle af de forurenende stoffer som stammer fra det nyttiggjorte fyld. Det vil som udgangspunkt ikke være muligt at udlede vandet direkte til

havnebassinet og vandet vil enten skulle filtreres omhyggeligt på pladsen eller føres til spildevandssystemet, hvilket kan være problematisk pga. vandmængderne af denne størrelsesorden. Der vil desuden skulle søges om en særlig bortledningstilladelse hos kommunen.

3.3.3 Rent friktionsfyld

Den klassiske tilgang til opfyldning af et havneanlæg som i dette projekt, vil være at indbygge rene friktionsmaterialer (uden ler-partikler og ikke forurenede). Disse materialer kan med fordel skaffes som sømaterialer som kan sejles til projektområdet med skib. Dette er med til at reducere anskaffelsesprisen betydeligt, idet der kan fragtes store mængder ad gangen.

I samarbejde med en ekstern vandbygningsentreprenør er det vurderet at sømaterialer kan leveres i Korsør Havn for ca. 65 kr./m³, baseret på et sammenligneligt projekt med en sejlafstand der matcher de forhold der findes i Storebælt. Her er der flere nærliggende råstofområder til søs, inden for en sejlafstand på ca. 15 km, med en samlet tilbageværende restmængdekapacitet på ca. 800.000 m³, ref. ¹.

Det vil som udgangspunkt ikke være teknisk muligt at pumpe alt sandet direkte ind bag den nye spunsvægsindfatning. Der skal derfor tillægges udgifter til opgravning fra skib til land samt at bygge materialerne ud i vandet fra landsiden, som beskrevet i afsnit 3.1. Udgifterne til denne håndtering vurderes at lægge i et spænd på ca. 60-85 kr./m³. Den samlede pris for levering og indbygning af sømaterialer vil derved lige på **ca. 125-150 kr./m³**.

Da der er tale om et opfyldningsmateriale der udelukkende består af friktionsfyld, forventes det at opfyldningen vil kunne pakke sig tilfredsstillende under vand i forbindelse med selve indbygningen. Over vand vil den resterende del af opfyldningen kunne komprimeres med vejtrumle el.lign.

3.4 **Belægning**

Med udgangspunkt i den beskrevne anvendelse af det kommende havneareal er det vurderet, at der vil opstå vrid fra den tunge transport på pladsen. Det anbefales derfor at der udlægges belægningssten som fx "SF-Coloc" belægningssten, som er velegnede til at håndtere netop vrid.

Korsør Havn har i forvejen god erfaring med anvendelse af belægningssten af samme type og det vurderes samtidigt at etablering af belægningssten vil være billigere end etablering af en tilsvarende stærk asfaltopbygning.

Den samlede opbygning forventes at kunne udføres som følger:

- 100 mm colocsten
- 30 mm afretningsgrus
- 390 mm stabilgrus, SG II
- 765 mm bundsikringssand, BS

¹ [MARIS – Det Marine Råstofindberetningssystem \(raastofindvinding.dk\)](#)

3.5 Udstyr

Herunder er der taget stilling til projektets hovedposter vedr. udstyr.

3.5.1 Kajkant

Den nuværende kaj er forsynet med en træhammer på toppen af spunsvæggen. Det ønskes dog fremadrettet, at hammeren på toppen af kajen er udført i armeret beton på samme måde som fx på Amerikakaj. Den nye betonhammer støbes sammen med pullertfundamentene. Der ønskes udstøbt skrå hjørner, sådan at det er nemt at feje kanten ud mod belægningen rent.



Figur 6: Eksempel på kajkant af beton på Amerikakaj.

3.5.2 Vejafvanding

Den eksisterende vejafvanding består af nedløbsriste der er jævnt fordelt over kajarealet. Fra hver af de eksisterende nedløbsbrønde går der en udløbsledning vinkelret ud til spunsvægsindfatningen.

De eksisterende udløb forlænges ud til den nye spunsvægsindfatning og der placeres et par suppl. nedløbsriste og sandfangsbrønde, jævnt fordelt i en linje midt i det nye havneareal. Dette svarer til at der etableres ca. 9 nye nedløb (heraf etablering af 2 ekstra brønde).

3.5.3 Udløbsledning

SK Forsyning har en Ø500 betonudløbsledning som har udløb ud igennem Kaj 301. Det er aftalt med SK Forsyning, at denne ledning forlænges med samme diameter og fald ud til den nye spunsvægsindfatning og at samlinger skal udføres fleksible.

3.5.4 Pullerter

Selve ståldelen af de eksisterende pullerter er i god stand, hvorfor disse kan genanvendes ved at sandblæse dem og male dem på ny. Pullerterne skal monteres på toppen af nye pullertfundamenter med indstøbte bolte der svarer til de eksisterende.



Figur 7: Eksisterende pullert på Kaj 301-303.

3.5.5 Fendere

De nuværende cylinderfendere på Kaj 301-303 er i god stand. Det gør sig gældende for både gummielementer samt kæder og sjækler. Ved at etablere nye beslag på den nye spunsvægs-indfatning vil de eksisterende fendere kunne genanvendes.



Figur 8: Eksisterende fendere på Kaj 301-303.

3.5.6 Redningsstiger

Der etableres nye simple redningsstiger på den nye kajindfatning. Stigerne udføres i malet stål med en signalfarve og monteres i de indadgående bugter, sådan er der maksimalt 50 meter mellem hver redningsstige, svarende til 5-6 redningsstiger på den samlede strækning.

Redningsstigerne udføres med et simpelt og billigt design, som selvdesignes, da der er tale om en ikke offentligt tilgængelig erhvervs-kaj. Herved kan udgifter til dyrere færdigprodukter undgås.

3.5.7 Lysmaster

Korsør Havn ønsker at det udvidede havneområde forsynes med lysmaster, som kan oplyse havnearealerne fra en stor højde når det er mørkt. Det forudsættes at dette kan gøres ved at etablere 3 store lysmaster som placeres jævnt fordelt på det udvidede havneområde.

Der er i denne fase ikke taget stilling til den nøjagtig størrelse og type af lysmasterne, idet der skal tages stilling til armaturtype og mastehøjde, herunder lysspredning mv. Det skal desuden sikres, at de nye lysmaster ikke skaber gener for borgerne i Korsør by, da Kaj 301-303 ligger meget tæt på bymidten. Dette skal afklares med de kommunale myndigheder i detailprojekteringsfasen, når der foreligger mere specifikke oplysninger på design af masterne.

3.5.8 Forsyningspunkter

Kaj 301-303 er pt. forsynet med 4 forsyningspunkter som er beliggende ved hhv. pullert nr. 3, 6, 9 og 12, angivet fra vest mod øst på kajstrækningen, hvor den første eksisterer pullert på hjørnet er angivet som pullert nr. 0.

Der ønskes fra Korsør Havns side, at der på den nye kajstrækning ligeledes etableres 4 forsyningspunkter og at forsyningen fortsat skal foregå i nedgravede forsyningsbrønde, hvorved der ikke stikker nogle installationer op over belægningen, som kan risikere at blive beskadiget. (Dette skal evt. revurderes ift. fremtidig højvandssikring i kote +2,2 m + 20 cm bølgetillæg).



Figur 9: Eksempel på eksist. brønde til e- og vandforsyning.

Vandforsyning etableres som det eksisterende system er lavet nu, ved at den eksisterende Ø75 mm vandledning forlænges ud til det første forsyningspunkt og herefter videre til de øvrige forsyningspunkter.

El-forsyningen etableres ved at der føres nye kabler fra el-skabet ved Pakhus 302 og ud til de enkelte forsyningspunkter. Korsør Havn ønsker at hvert forsyningspunkt kan yde 63 A. Der føres som udgangspunkt både 400 Volt og 230 Volt ud til hvert forsyningspunkt.

4. Projektudførelse og økonomi

4.1 Indledende

Det er i de nedenstående afsnit beskrevet hvordan arbejdstakten og udførelsesperioden for et udvidelsesprojekt kan forløbe i praksis. Der er desuden lavet et udspecificeret anlægsoverslag for udvidelsesprojektet med udgangspunkt i de tidligere beskrevne tekniske forhold hvad angår konstruktionstype og udstyr mv., samt at der anvendes nye sandmaterialer fra nærliggende råstof-indvindingspladser til søs i Storebælt.

For at kunne holde anlægsoverslaget for udvidelsesprojektet op imod noget, er der også udarbejdet et udspecificeret anlægsoverslag for etablering af et renoveringsprojekt, hvor der etableres en ny spunsvægsindfatning umiddelbart foran den eksisterende kaj. Dette er en minimumsløsning ift., at den eksisterende konstruktion er i dårlig stand og har brug for at blive renoveret.

4.1.1 Generelle forudsætninger

Overslagspriser er angivet i dagspriser, ekskl. moms, og er baseret på erfaringsmæssige enhedspriser mv. fra tidligere sammenlignelige projekter, samt dialoger med relevante aktører i markedet.

Der er indregnet udgifter til anstilling, drift og afrigning på ca. 10-15 % og der er afsat et tillæg på ca. 20 % til uforudseelige udgifter.

Der er ikke afsat udgifter til det fremadrettede rådgivningsarbejde, da dette vil afhænge af den endelige projektudformning mv. Der kan dog erfaringsmæssigt afsættes ca. 5-10 % af de angivne prisoverslag til myndighedsprojekt, detailprojektering, udbud og byggeledelse, ved et projekt af denne størrelse.

4.2 Tidsplan for det videre projektføreløb

På baggrund af denne rapport skal Korsør Havn tage stilling til om der skal arbejdes videre med et udvidelsesprojekt eller et renoveringsprojekt.

Når der er taget stilling til dette, vil det være hensigtsmæssigt at myndighedsansøgninger hurtigt bliver færdiggjort og indsendt til de ansvarlige myndigheder. Herefter vil detailprojektering af det valgte projekt kunne opstartes. Det forventes at detailprojekteringen vil kunne udføres i løbet af ca. 4 måneder. I løbet af denne periode forventes anlægstilladelsen ligeledes at kunne være på plads.

Herefter skal projektet sendes i udbud. Da anlægsarbejderne rent teknisk er relativt almindelige for vandbygningsentreprenører, anbefales det at projektet udbydes til 5 kendte vandbygningsentreprenører i en indbudt licitation, idet der i Danmark er et godt kendskab til hvilke entreprenører der kan løfte opgaver af denne størrelse og karakter. Rent lovgivningsmæssigt skal anlægsarbejder først udbydes i offentlig licitation ved en forventet entrepris på over godt 40 mio. kr. (40.100.744 kr. for 2022 og 2023). En grænse som forventeligt ikke vil blive nået i forbindelse med udvidelsesprojektet. Projektet skal under alle omstændigheder konkurrenceudsættes.

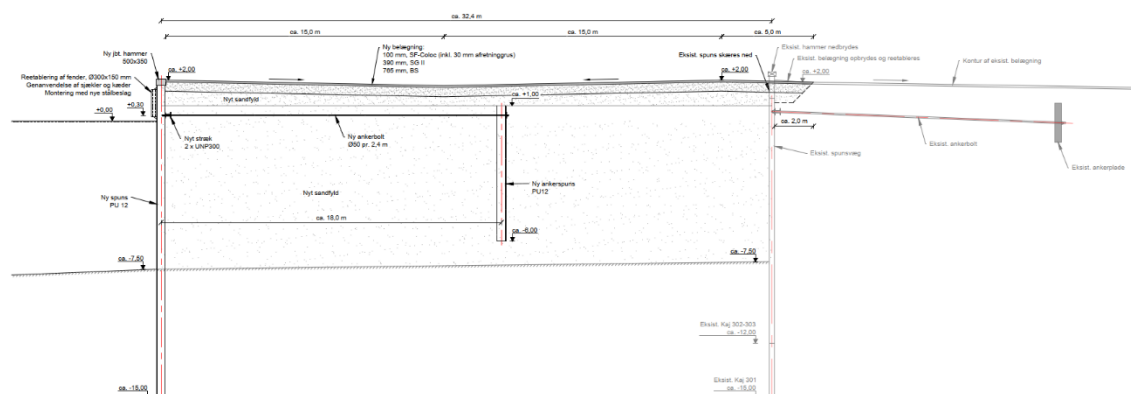
Der må forventes afsat ca. 1 måned til selve udbudsfasen og efterfølgende en lille måneds tid til bedømmelse af tilbud og kontrahering med den vindende entreprenør. Projektet forslås ligeledes tildelt med "samlet laveste tilbudspris" som tildelingskriterie. Det vil som udgangspunkt ikke

give stor værdi at tildele på baggrund af referencer og organisation, da vi har et godt kendskab til de relevante aktører i markedet. Korsør Havn skal i sidste ende være med til at tage endelig stilling til disse udbudstekniske detaljer.

Længden af selve udførelsesperioden vil afhænge af om der arbejdes videre med et udvidelsesprojekt eller et renoveringsprojekt. Der kan helt overslagsmæssigt forventes en samlet anlægsperiode på ca. 12 måneder.

4.3 Udførelsestakt

Korsør Havn anvender til dagligt Kaj 301-303 aktivt og der er flere af havnens kunder der ikke kan tåle, at hele kajstrækningen, inklusiv de bagvedliggende arealer, bliver lukket ned i en længere periode. Det forslås derfor at opdele anlægsarbejderne i 2 etaper. Dette er relevant for både udvidelsesprojektet og renoveringsprojektet.



Figur 10: Skitsering af tværsnit for udvidelsesprojektet.

I etape 1 vil spursvæggen kunne etableres fra vest mod øst, afsluttet med en midlertidig fløjvæg vinkelret ind mod den eksisterende kaj. Fløjvæggen placeres som udgangspunkt midtvejs på den samlede strækning, hvorved der etableres ca. 114 meter kaj pr. etape.

Der er mulighed for at justere på den nøjagtige placering af opdelingen mellem de to etaper, men det er i samarbejde med Korsør havn vurderet, at en opdeling som ovenfor, som udgangspunkt vil kunne lade sig gøre med de skibsanløb som havnen har i dag.

Den første etape vil inkludere at det gamle Ro-Ro leje bliver sløjftet. Denne etape vil skulle færdiggøres med alt spursvæg, udstyr og belægning mv. før at arbejdet kan fortsættes med etape 2, idet det skal være muligt for havnen at anvende det nye anlæg med det samme.

I etape 2 vil spursvæggen kunne fortsættes fra etape 1 og resten af vejen mod øst. Ved den østlige ende af Kaj 303 skal spursvæggen føres ind forbi og rundt om det eksisterende kajhjørne, hvorved alt eksisterende spursvæg bliver renoveret/pakket ind. Det vil her være nødvendigt at fjerne og tilbagelægge de eksisterende dæksten i et lokalt område.

Der henvises generelt til de vedlagte skitsetegninger.

4.4 Arbejdsplads

Umiddelbart vest for Kaj 301 er der et åbent areal som i dag anvendes til lastbiler som skal vejes på den lastbilvægt der er beliggende i det samme område. Lastbilerne bruger det store areal til at vende rundt med deres hænger.

Hvis der kan etableres en anden midlertidig lastbilvægt et andet sted på havnen, vil det være oplagt at anvende netop dette havneareal som skur- og oplagsplads til den entreprenør der skal anlægge den nye spunsvægsprojekt. Det er dette scenarie der er taget udgangspunkt i på de vedlagte skitsetegninger. Alternativt kan arbejdspladsen rykkes ind på havnearealet umiddelbart bag ved Kaj 301. Det vurderes muligt samtidigt med at havnens daglige operationer kan oprettholdes.



Figur 11: Oversigtsplan over etapeopdeling og forslag til skur- og oplagsplads.

Skur- og oplagspladserne i den vestlige ende kan nemt bruges ifm. etablering af etape 1, mens der kan blive behov for at etableres en mindre lokal plads mod øst ifm. etableringen af etape 2. Det vil her under alle omstændigheder blive nødvendigt at etablere en fælles adgangsvej mellem skur-/oplagsplads og arbejdsplads, som vil forløbe ind igennem havneområdet.

4.5 Økonomi

Den samlede strækning der etableres, er ca. 228 meter lang. Dertil kommer spunsfløjvægge ind bag ved den østligste ende af Kaj 303 samt en midlertidig fløjvæg midten på strækningen, i varierende omfang alt efter løsningstype.

Ved et udvidelsesprojekt etableres der en ny spunsvæg ca. 32,5 meter foran den gamle, hvilket giver en havneudvidelse på ca. 7.400 m². Anlægget udføres som beskrevet i de foregående afsnit i denne rapport, hvad angår konstruktionsprincipper, materialer, udstyr og arbejdstakt mv.

Ved et renoveringsprojekt etableres der en ny spunsvæg ca. 1,5 meter foran den gamle, hvilket giver en havneudvidelse på ca. 350 m². Anlægget udføres efter samme principper som for havneudvidelsen, hvad angår konstruktionsprincipper, materialer, udstyr og arbejdstakt mv.

Det forudsættes at der skal etableres et helt nyt forankringssystem, da det på baggrund af den tidligere udførte tilstandsrapport må forventes, at det bagvedliggende forankringsstræk mv. også er korroderet i en sådan grad, at det ikke kan genanvendes. Dette kan evt. undersøges nærmere ved stikprøvevis opgravningsundersøgelser, men det vil under alle omstændigheder være forbundet med en risiko at genanvende det eksisterende forankringsstræk, da denne kan være korroderet lokalt, pga. af de mange huller som er i den nuværende indfatningsvæg.

4.5.1 Anlægsoverslag

Nedenstående priser er angivet i kr. ekskl. moms. Rådgivning er ikke indeholdt.

Hovedpost	Udvidelsesprojekt	Renoveringsprojekt
1 - Nedbrydningsarbejder	ca. 290.000 kr.	ca. 490.000 kr.
2 - Jord- og belægningsarbejder	ca. 14.510.000 kr.	ca. 2.060.000 kr.
3 - Spuns- og forankringsarbejder	ca. 10.840.000 kr.	ca. 8.670.000 kr.
4 - Udstyr (pullerter, fendere mm.)	ca. 1.070.000 kr.	ca. 890.000 kr.
5 - Afvandings- og klokarbejder	ca. 710.000 kr.	ca. 200.000 kr.
6 - Forsynings- og belysningsarbejder	ca. 500.000 kr.	ca. 190.000 kr.
7 - Anstilling, drift og afrigning	ca. 2.800.000 kr.	ca. 1.880.000 kr.
Delsum	ca. 30.720.000 kr.	ca. 14.380.000 kr.
Uforudseelige udgifter (20 %)	ca. 6.150.000 kr.	ca. 2.880.000 kr.
Total	ca. 36.870.000 kr.	ca. 17.260.000 kr.

Tabel 2: Anlægsoverslag for hhv. et udvidelsesprojekt og et renoveringsprojekt på Kaj 301-303.

* Ovenstående overslagspris for udvidelsesprojektet tager udgangspunkt i en gennemsnitlig enhedspris for nyt sandfyld (137,5 kr./m³). Ved anvendelse af et interval på 125-150 kr./m³, fås et prismæssigt spænd på ca. 36,0 - 37,8 mio. kr.