

Prosjekt nr.	Prosjekt navn	
12093-03	Regionhavn Orkanger – Oppfølging høringsinnspill	
Notat nr.:	Notatdato:	Utarbeidet av:
001	19.03.2018	Rune Jerstad
Dokument nr.	Revisjon:	Godkjent av:
12093-03-OO-N-001	C	Rune Jerstad
Sak:	Avbøtende tiltak	

Distribueres til:

Firma	Navn (e-postadresse)	Til	Kopi
Dr.techn Olav Olsen (OO)	Sindre Sandbakk (ssa@olavolsen.no)		X
	Rune Jerstad (rje@olavolsen.no)	X	
Trondheim Havn (TH)	Anita Veie (veie@trondheimhavn.no)	X	
Rambøll (RA)	Lars Arne Bø (lars.arne.boe@ramboll.no)	X	
Sweco (SW)	Ole Kristian Bjølstad (ole.kristian.bjolstad@sweco.no)	X	
alt arkitektur (AA)	Magne Meland (mm@alt.no)	X	

1 Alternative byggemetoder og etappevis utbygging

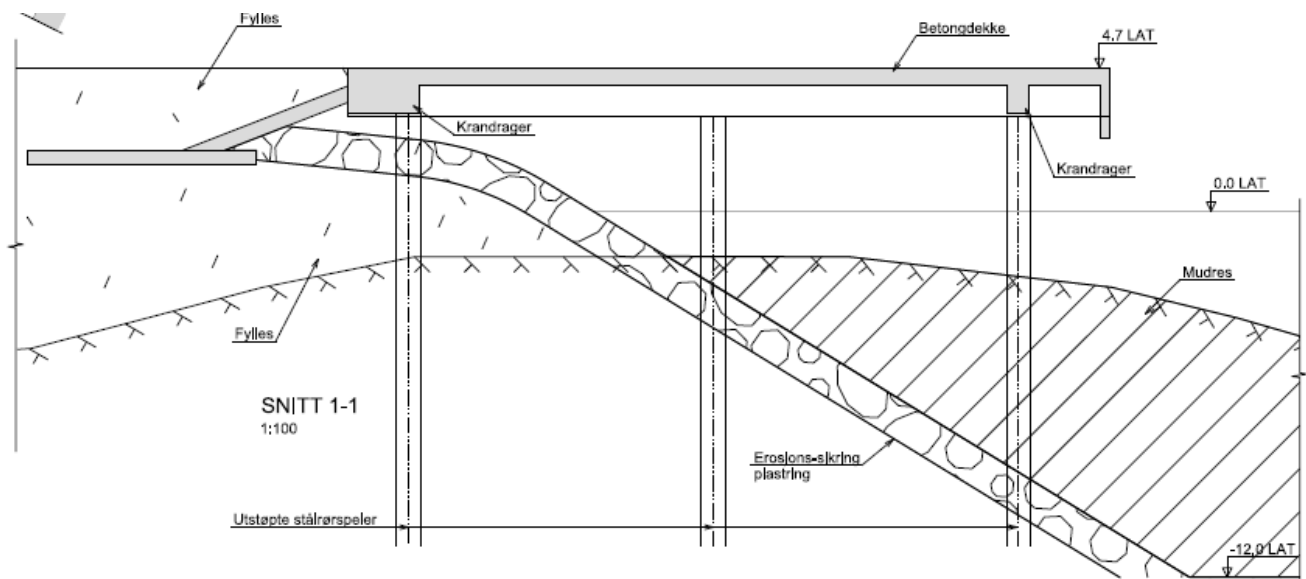
På bagrunn av møte vedrørende *Høringsuttalelse – avbøtende tiltak 2017-05-17*, beskrives følgende alternativer:

- **Alt. 2a:** Havneutbygging med utfylling i gruntvannsområder, som beskrevet i planforslaget. Kan evt. bygges med spunt i stedet for fyllingskant for å spare areal (anslagsvis 4 daa.)
- **Alt. 2b:** Havneutbygging med pælekai over gruntvannsområdene. Utstrekning som planforslagets alt. 2. Pæler med 5-7 m avstand, tverrsnitt 900x900.
- **Alt. 2c:** Havneutbygging med flytekai. Må sannsynligvis mudres til k -10 for å gi nok vann under konstruksjonen.
- **Alt. 3:** Havneutbygging med flytekai, plassert lenger ut i fjorden.

Alternativene beskrives noe mer inngående i etterfølgende kapitler. Det henvises til tegning B-200/201/202/203 og B-300. Disse tegningene vedlegges.

2 Basisløsning Alternativ 2

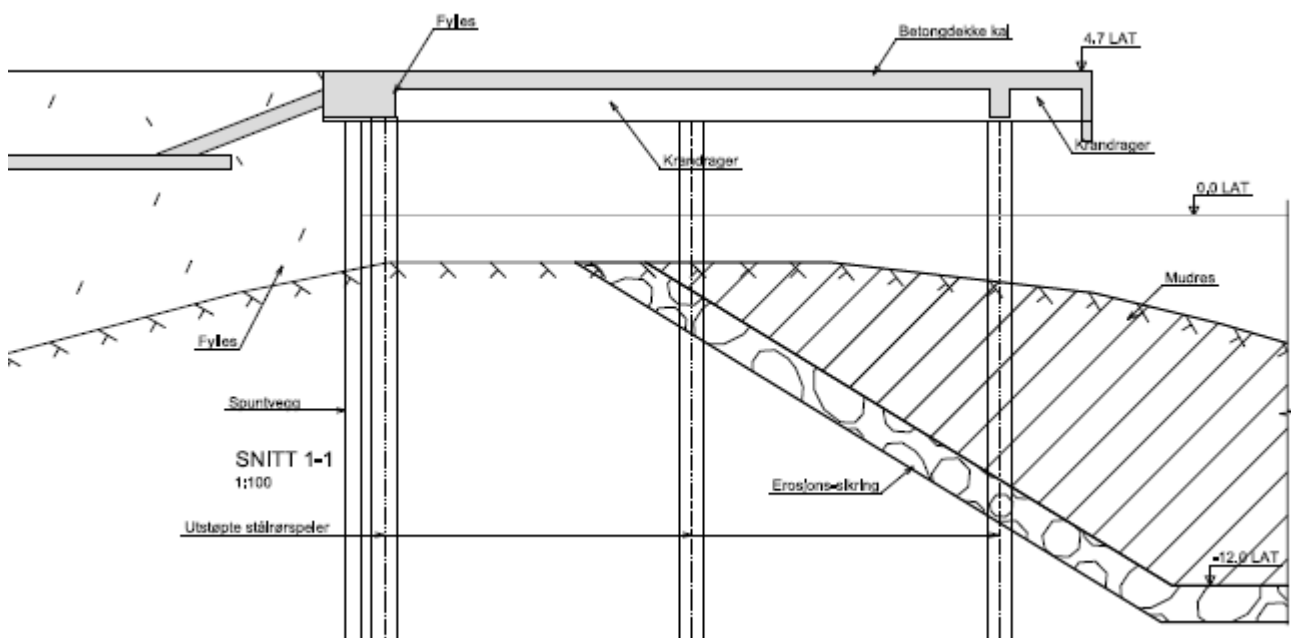
Løsningen som beskrevet i planforslaget innebærer en fyllingskant etablert med plastring for erosjonssikring. Ved forkant kai må det mudres ned til kt -12 (LAT). Et typisk snitt av denne løsningen er vist i Figur 1. Plan og snitt av denne løsningen er vist på tegningsnummer B-200.



> Figur 1 Basisløsning, alternativ 2 (tegn B-200)

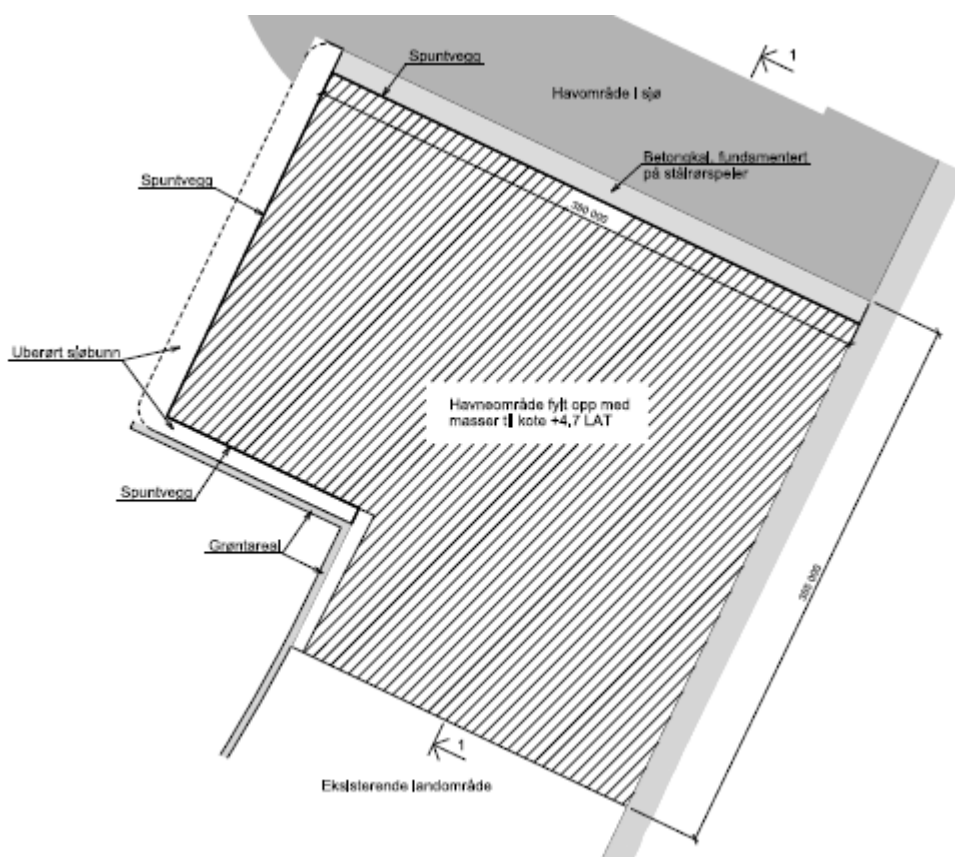
3 Alternativ 2a

En løsning hvor spunt erstatter fyllingskant gir identisk oppfylt landareal, men sparer sjøbunnen mtp. oppfylling. Rent teknisk er det ingen store utfordringer å etablere spunt fremfor fyllingskant. Figur 2 viser et snitt ved kaifronten av en spuntet løsning. Det vil være et området på ca. 2300 m² sjøbunn som ikke berøres under kaien sammenlignet med basisløsningen. Det må uansett mudres ned til kt -12 (LAT) ved kaifronten, og skråningen må erosjonssikres.



> Figur 2 Alternativ 2a, spunt. Snitt (B-201)

Den store besparelsen i berørt sjøbunn kommer ved å spunte rundt det oppfylte bakarealet, se Figur 3. Ved å plassere spunt som vist på plantegning, vil uberørt sjøbunn være på 14 307 m² sammenlignet med basisløsning for kai (fyllingskant rundt hele området).



> Figur 3 Alternativ 2a, spunt. Plan (tegn. B-201)

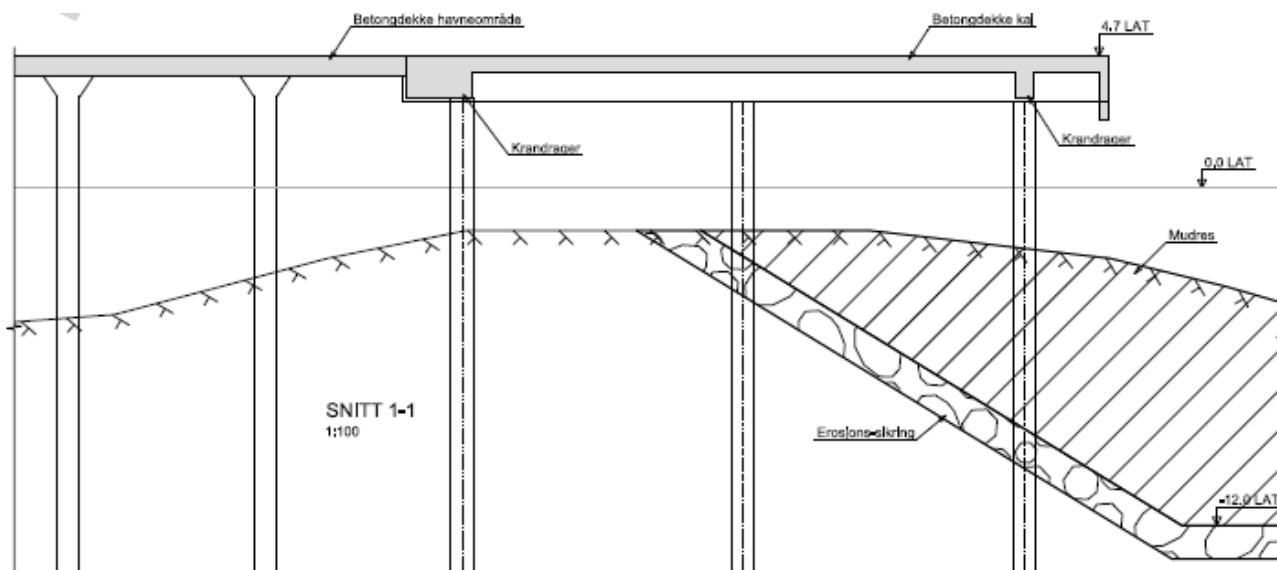
Nedenfor drøftes kort effekter av spuntet kaifront:

- Den opprinnelige løsningen medfører en sjeté av kvalitetsmasser og øvrige masser innenfor sjetéen. Ved en spuntet kaifront vil behovet for kvalitetsmasser reduseres da sjeté ikke etableres. Det ansees sannsynlig at kvalitetsmasser til sjeté vil ha en lavere kostnad enn etablering av spuntet kaifront, hvilket betyr at en spuntet kaifront vil medføre noe økte kostnader. Det må likevel legges en erosjonssikring av kvalitetsmasser under kaien, som vist på Figur 2.
- Med tanke på levetid antas løsning med sjeté å være mer holdbar. Det synes mindre sannsynlig at en korrekt anlagt fyllingskant skal rase ut i fremtiden, enn at en spunt skal korrodere og miste sin bæreevne.
- Med tanke på vedlikeholdskostnader vurderes en løsning med sjeté å ha lavere vedlikeholdskostnader enn en spuntet kaifront av samme årsak som over.

Teknisk, og også økonomisk, vurderes fyllingskant å være mer gunstig enn en spuntet kaifront.

4 Alternativ 2b

Man kan unngå fylling over gruntvannssonen ved å fundamentere kaien på pelar istedenfor direktefundamentert på fylling. Det anslås stålrørspeler med diameter 900 mm som armeres og støpes ut. Senteravstand mellom pelene kommer i størrelsesorden 5-7 meter. Over peletoppene plasseres kaidekket, enten som plasstøpt flatdekke eller som bjelke-/dekkeforbindelse. Plantegning for en slik løsning vises i Figur 4.



> Figur 4 Alternativ 2b, pelekai. Snitt (tegn. B-202)

Det må etableres en erosjonssikker skråning ned mot kt-12, tilsvarende for de øvrige alternative løsningene. For øvrig kan man unngå å mudre. For det alternative hvor man etablerer hele kaien inkl. bakområde på peler vil redusere det sjøarealet som utsettes for oppfylling med ca. 131 650 m².

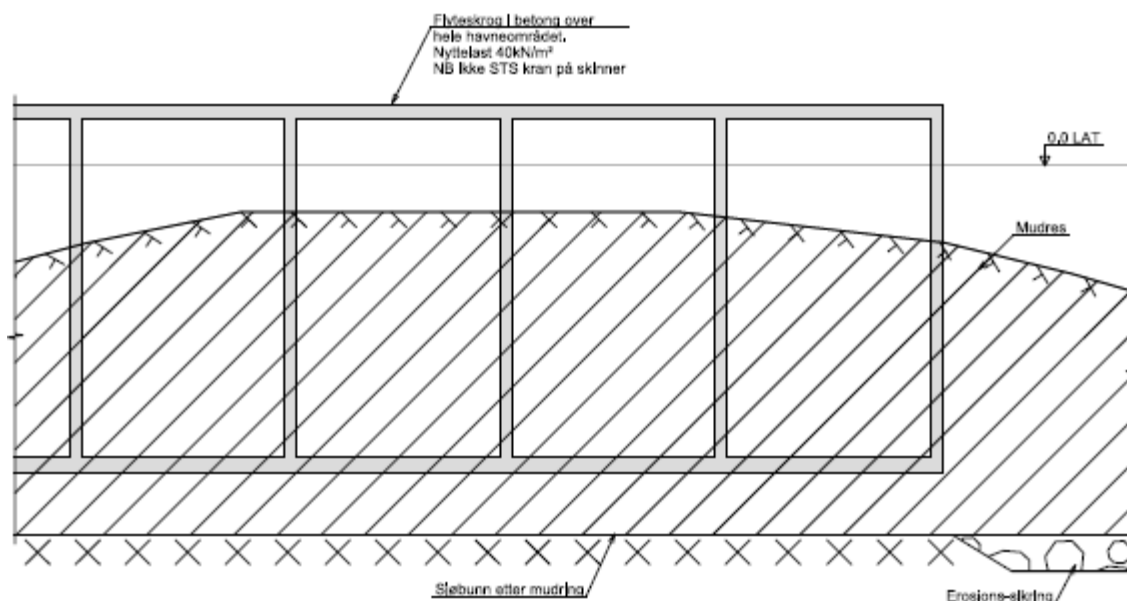
Rent teknisk er dette er løsning som greit lar seg gjennomføre, men den er signifikant dyrere enn en løsning med oppfylling.

En peleløsning vil redusere volumet med mudringsmasser som kan håndteres lokalt. Dette vil gi en økning i kostnadene. Størrelsen på denne ekstrakostnaden er vanskelig å fastsette, og vil i stor grad avhenge av fraktkostnad, dvs. avstand til deponi.

Med tanke på levetid og vedlikeholdskostnader antas en pelefundamentert kai, der også bakområdet er pelefundamentert, å være mer omfattende å holde ved like. Dette gir høyere vedlikeholdskostnader pr. leveår, og også en vesentlig høyere investeringskostnad.

5 Alternativ 2c

Ved å etablere en flytekai kan man unngå å fylle opp gruntvannsområdet og man kan også unngå å forstyrre omgivelsene med relativt store peler for bæring av kai. Derimot vil en flytekai kreve mudring ned til kt -10 (LAT). Rent teknisk vil en flytekai la seg gjennomføre, men dette vil også være en signifikant dyrere løsning. En flytekai som plasseres på samme sted som alternativ 2 til 2c, gir behov for mudring over et areal på ca. 132 000 m². Langs vestre side av kaiområdet er det også mulig at sjøbunnen ligger over kt -10 (LAT), hvilket medfører behov for å etablere en erosjonssikker skråning ned til området under flytekaien. Identisk med de øvrige alternativene, må det også etableres en erosjonssikker skråning ned til kt -12 (LAT) ved kaifronten. Et snitt av en slik løsning er vist i Figur 5.



> Figur 5 Alternativ 2c, flytekai. Snitt (tegn. B-203)

På grunn av mudringsarbeidene vil flytekai-alternativet gi store mengder løsmasser som må deponeres.

En riktig prosjektert og utført flytekai kan ha god bestandighet, og dermed lave vedlikeholdskostnader. Ut fra konstruksjonens kompleksitet antas likevel vedlikeholdskostnadene å være høyere for en flytekai enn andre kailøsninger. For øvrig vil mange av de samme momentene som er beskrevet nærmere under Alternativ 3 også gjøre seg gjeldende for alternativ 2c.

6 Alternativ 3

6.1 Generelt om flytende areal

Alternativ 3 er å etablere en flytende havn lengre ut i fjorden. Generelle betraktninger for flytende alternativ oppsummeres under.

Fordeler:

- Arbeider på uegnede byggeplasser kan minimeres da flytene i all hovedsak ferdigstilles på mer tilrettelagt produksjonsplass og slepes til lokasjon.
- Fristiller seg fra fundamenteringsproblematikk ved dårlige grunnforhold og/eller dypt vann.
- Flytere med hult skrog kan anvende innvendig volum for både aktiviteter og lagring. F.eks.: stykkgodslager, drivstofftanker, oljelenser.
- Fleksibilitet ved at flyteren kan relokteres om man ser at den kan gi større verdi et annet sted.
- Økt levetid/restverdi ved at flyteren kan selges eller relokteres etter fullført sitt opprinnelige oppdrag.
- Reduserer fotavtrykket i miljøet da flyteren har mulighet for å fjernes etter den ikke er i bruk lengre.

Ulemper:

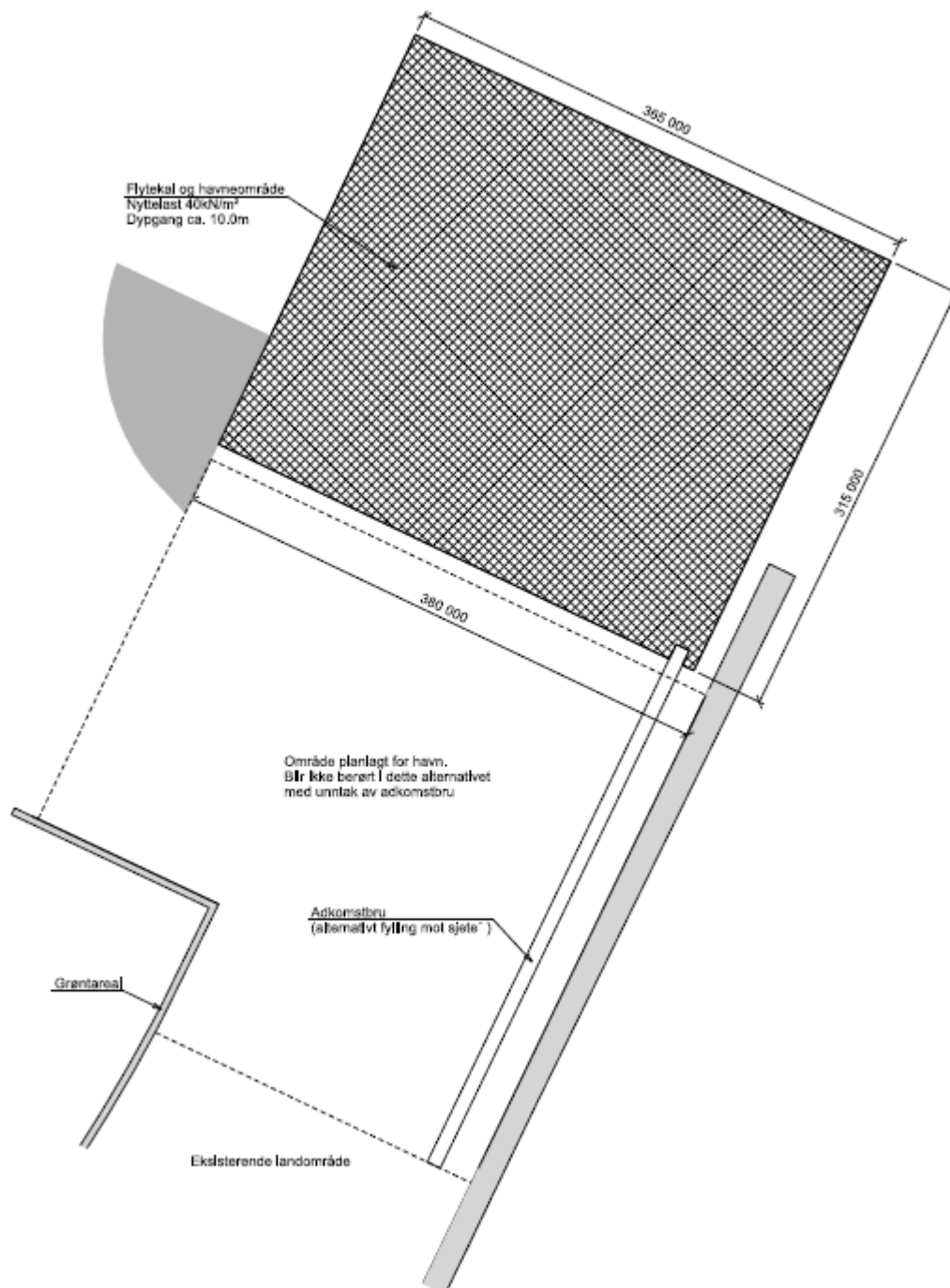
- Tilgang til tørrdokk under bygging, eller andre fasiliteter for sjøsetting kan variere.
- Ved noen arrangement av flyter må man bruke landganger/bruer for forflytning fra land til flyter.
- Fortøyning
- Stabilitet og varierende dypgang må hensynstas.

Hva som er god økonomisk investering må vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle.

6.2 Grønøra Vest

Ved å etablere en flytehavn lengre ut i fjorden for Grønøra Vest kan man redusere inngrepene på sjøbunnen nær utløpet av Orkla. Det må etableres en trase ut til flytekaien, det mest sannsynlige vil være en pelefundamentert bro. Pelene anslås å komme i samme omfang som for alternativ 2b, men direkte ut i fjorden og ikke langs land. Dette medfører vesentlig redusert inngrep i sjøbunnen langs land, dog må noen peler påregnes.

Figur 6 viser en oversiktstegning av hvordan en slik kai kan etableres. Det er forutsatt at flytekaien etableres såpass langt ut i fjorden at sjøbunnen ligger lavere enn kt -12 (LAT), og at mudring ikke er nødvendig. En slik løsning vil gi begrenset inngrep i sjøbunnen. Man vil spare ca. 132 000 m² sjøbunn for oppfylling, mens et relativt begrenset areal av sjøbunnen vil bli forstyrret av en pelefundamentert bro fra land og ut til flytekaien.



> Figur 6 Alternativ 3, flytekal lengre ut i fjorden. Snitt (tegn. B-300)

Flyteren må ha tilstrekkelig avstand til siden for elvemunningen for å ikke pådra seg mye krefter fra strømmingen, og til land på østsiden av fjorden. Det er ikke sikkert det er tilstrekkelig plass for å på sikt etablere opp mot 100 000 m² havneareal i denne lokasjonen.

6.3 Tekniske aspekter ved flytende løsning

Andre aspekter ved en flytende løsning er forankring. Bølger, vind, strøm, is-opprudd er noen av kreftene som må fanges opp. På en så stor konstruksjon er det betydelige krefter som må forankres. Det er løsbart men det er her er den største tekniske usikkerheten ved den flytende løsning ligger.

Havnearealet vil måtte bygges i mindre kasser (avhengig av størrelse på tørrdokk eller andre sjøsettingsfasiliteter) som kobles sammen. Avhengig av størrelsen og perioden på lange havdønninger må muligens kassene kobles med bevegelige fuger som bryter opp bøyekreftene i konstruksjonen.

Videre så vil man måtte hensynta at havnearealet er flytende. Stabiliteten vil være veldig god pga størrelsen av arealet, men det vil i noe grad være nødvendig å ha et bevisst forhold til hvor mye vekt man laster på arealet og plasseringen av disse hvis det er snakk om betydelige laster.

6.4 Bestandighet og sikkerhet

Den flytende konstruksjonen vil ha vanntette seksjonsdelere slik at den ikke vil kunne synke selv om man skulle få fylling av flere seksjoner ved en stor skipskollisjon. Ytterveggene vil være i størrelsesorden 0,5 meter tykke så det er heller tvilsomt om de største skipene som går til Orkanger i dag vil kunne knuse veggen selv om skipet treffer kaien i full hastighet.

Den flytende betongkassene vil dimensjoneres for 100 års levetid og ha god bestandighet og vedlikeholdskostnader sammenliknet med en tradisjonell kai. Men det vil være vedlikeholdskostnader på forankringssystemet og bevegelige deler i påkobling av landgang/bru som man ellers ikke har.

6.5 Kostander

Kaifronten er de dyre kvadratmeterne av havnearealene men for Regionhavn Orkanger utgjør kaifronten/kaidekket under 10% av totalarealet som det på sikt kan være behov for å opparbeide. En flytende kai kan være et godt økonomisk alternativ til en tradisjonell kaifront, men for det resterende havnearealet (over 90%) vil en «rimelig» fylling på grundt vann ha betydelig lavere investeringskostnader og vedlikeholdskostnader.

Flytende Regionhavn Orkanger på opp mot 100 000 m² vil i hovedsak erstatt en «billig» fylling. Gjør man en veldig grov skalering av erfaringstall for flytende konstruksjoner kommer man opp i størrelsesorden en firdobling av investeringskostnaden ifht. basisløsningen. Usikkerheten må dog sies å være større enn +/- 50%.

Regionhavn Orkanger er krever store arealer, og rimelig opparbeidelse av disse er en forutsetning for et slikt tiltak. Alle former for å erstatte en relativt sett «rimelig» fylling med en konstruksjon (Dette gjelder også for alternativ 2b og 2c.) vil her medføre meget store investeringskostnader og ekstra vedlikeholdskostnader som det er vanskelig å se er økonomisk tilrådelig.