

Vanylven kommune

► Bølgeanalyse og havneplan

Klovningen havn

Oppdragsnr.: 52108992 Dokumentnr.: Vedlegg 3 Versjon: 02 Dato: 2022-09-06



Oppdragsgiver: Vanylven kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Helge Kleppe
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Pernille Ibsen Lervåg
Fagansvarlig: Arne E. Lothe
Andre nøkkelpersoner: Magnus T. Bach-Gansmo

02	2022-09-06	Inkludert molo i nord	Magnus T. Bach-Gansmo	Arne E. Lothe	Pernille Ibsen Lervåg
01	2022-06-08	Til oppdragsgiver	Magnus T. Bach-Gansmo	Arne E. Lothe	Pernille Ibsen Lervåg
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag av Vanylven kommune utarbeidet et forslag til hvordan Klovningen havn kan utvides. Dette innebærer at eksisterende molo forlenges med ca. 30 - 40 m i nordøstlig retning og at det etableres en ny molo med lengde ca. 300 m i nord.

For å legge til rette for flere båtplasser må det mudres ned til tilstrekkelig dybde. For større fritidsbåter og sjarker bør sjøbunn mudres ned til ca. -5 m NN2000, som tilsvarer ca. 3,7 m under laveste astronomiske tidevann. Det gir ca. 1 m klaring for de større fartøyene, som benytter havna i dag, ved LAT. Innover mot land kan mudret dybde avta.



Det er utført en bølgeanalyse som omfatter havsjø fra åpent hav og lokale vindbølger. Beregningene viser at 200 års signifikant bølgehøyde i et punkt utenfor havna er 2,6 m. 200 års stormflo inkludert havnivåstigning fram til 2090 er hentet fra Kartverkets Se havnivå, som er 2,52 m over NN2000.

Planlagte molotraséer skal skjerme havna mot vestlige og nordlige bølger. Det er ikke utført detaljerte analyser av hvordan bølger forplantes inn i havna, men det er antatt at moloene gir god skjerming mot dominerende retninger. Dersom bølgene inn mot småbåthavna oppleves som for store, kan man i framtiden etablere en fast konstruksjon ut fra land (omtrent ved nordenden av ny fylling i småbåtanlegget) og mot eksisterende molo.

Havneplanen viser et forslag til utlegging av flytebrygger. Ved å anta at hver båtplass er 4 m bred, vil man oppnå ca. 50 – 60 nye båtplasser. Flytebryggene lengst nord er mest utsatt for bølger, og man bør flytte båter om vinteren. Endelig plassering og dimensjoner på flytebrygger bør gjøres i samråd med leverandør av marinasystemer.

Sjøledning(e) som ligger nord for dagens anlegg må enten flyttes eller sikres.

Eksisterende molo er vurdert til å være i god stand, men for lav iht. til dagens anbefalinger. Pga. moloens gode stand er det ikke et ønske fra oppdragsgiver at eksisterende molo heves. Det følger restrisiko ved å tillate høy overskylling. Under stormer vil det være farlig å bevege seg ut på moloen, og liggeplasser for småbåter bør legges i god avstand fra moloen. Tiltak for å sikre personsikkerhet inkluderer varselskilt ved molorota og at moloen stenges før stormer inntreffer.

Som en del av reguleringsplanen er det utarbeidet en faresone for flom H320. Faresonen gjelder for sikkerhetsklasse F2, og forutsetter at moloene bygges som vist i Figur 15. Det settes som bestemmelse at nytt terreng skal planeres på minimum +2,7 m NN2000 og laveste gulvhøyde settes til +3,0 m NN2000.

Det er utført et grovt masseoverslag. Beregningene viser at foreslått havneplan krever utfylling av ca. 190 000 m³. Antall m³ mudring avhenger av hvilke båter som skal benytte de ulike delene av havna. Man kan for eksempel tillate grunnere vann for områder avsatt til mindre småbåter, og dypere vann for større fartøy. I mengdeberegningene er det antatt at det mudres ned til -5 m NN2000 i hele havna, som gir ca. 30 000 m³ mudring i havnebassenget.

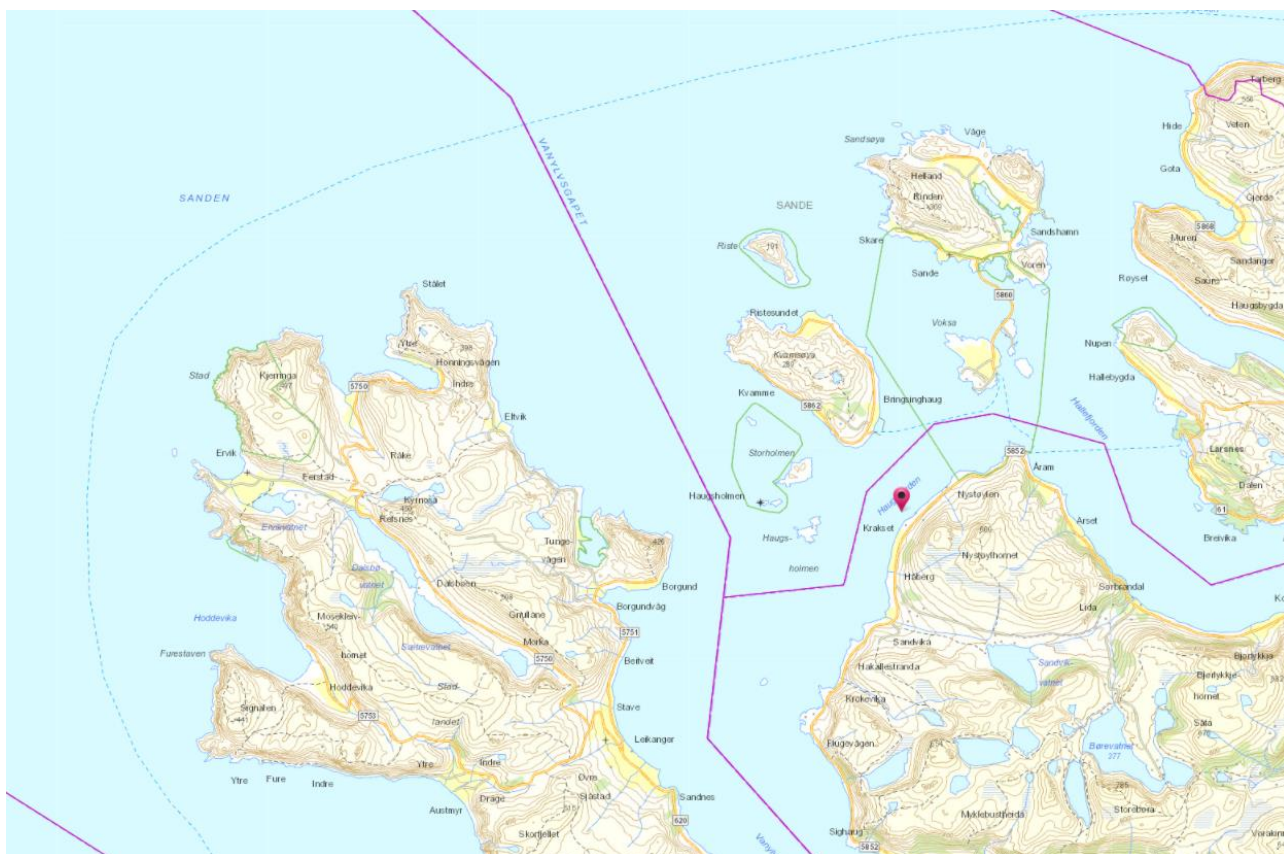
► Innhold

1	Bakgrunn	5
1.1	Skipstrafikk ved havna	6
2	Vannstand og bølger	8
2.1	Vannstand	8
2.2	Bølger	10
2.2.1	<i>Vindbølger</i>	10
2.2.2	<i>Havsjø</i>	12
2.2.3	<i>Dimensjonerende bølgehøyde</i>	15
3	Eksisterende molo	16
4	Havneplan	21
4.1	Innseiling	21
4.2	Vendesirkel	21
4.3	Mudring	21
4.4	Antall nye båtplasser	21
4.4.1	<i>Fyllingene</i>	23
4.5	Ledninger og kabler	24
5	Molodimensjoner	26
5.1	Overskylling	26
5.1.1	<i>Molohøyde og -bredde</i>	26
5.2	Stabile steinstørrelser	26
6	Mengdeberegning	29
7	Faresone flom H320	30
8	Referanser	32
9	Vedlegg	33

1 Bakgrunn

Vanylven kommune planlegger en utvidelse av Klovningen havn i Haugsfjorden, se Figur 1. Figur 2 viser et flyfoto av dagens havn og de tre eksisterende kaiene. Utvidelsen av havna har følgende mål:

- Gi bedre skjerming mot nordlige bølger.
- Utvide næringsarealet nordøst i havna.
- Legge til rette for større fritidsbåter og sjarker med lengde opp til 15 m (50 fot). I tillegg er det kjent at to lengre fartøyer benytter havna. Fergen Fjord-Kongen (69 m) og en større fritidsbåt på 38 m (Chantal). I dag ligger de utenpå hverandre langs kai 2 i Figur 2.
- Øke antall liggeplasser for mindre fritidsbåter inne i havna.



Figur 1 Oversiktskart. Klovningen havn ligger i Vanylven kommune og er markert med den røde markøren.



Figur 2 Flyfoto av dagens havn. Det eksisterer i dag to kaier langs moloen, som benyttes til fiskeri og liggeplass for lengre fartøy. I nordøst ligger det et næringsareal og kaianlegg, som kommunen og tomteeier ønsker å utvide.

1.1 Skipstrafikk ved havna

Dagens havn benyttes av fritidsbåter, sjarker og av noen større fartøy. Området er delt med småbåthavn i sør og næringsareal med tilhørende kai i nord, kai 3. Figur 2 viser at småbåthavna har 35 – 40 eksisterende liggeplasser og to kaier langs eksisterende molo, kai 1 og 2.

Tabell 1 viser et utdrag av hvilke skip med aktiv AIS som passerte inn og ut av havna i 2021 hentet fra Kystdatahuset [1]. Det er antatt at lasteskipene benytter kaia ved næringsarealet (kai 3) og at resterende fartøy benytter kaiene 1 og 2. I tillegg er det kjent at sjarker benytter Kai 1 hyppig.

Analysen viser at småbåthavna benyttes av ulike fartøy med lengde rundt 15 m og lengre båter med lengde på hhv. 37 og 59 m. Dypgående på fartøyene i småbåthavna strekker seg ned til 2,5 – 3,0 m.

I dag benyttes næringsarealet til å motta og lagre masser, som så fraktes videre. Massene kommer inn på lasteskip med lengde opp til 70 m og dypgående 4,0 – 5,1 m.

Tabell 1 Utvalg av skip over 15 m som benyttet havna i 2021.

Navn	Skipstype	Lengde	Bredde	Antatt dypgående
Antas liggende inne i havnebassenget				
Chantal	Yacht	37 m	6,1 m	2,6 m
LOS 124	Pilot Vessel (losbåt)	16,8 m	5,2 m	Ukjent
LOS 133	Pilot Vessel (losbåt)	17,0 m	4,9 m	Ukjent
Fjord-Kongen	Ferge (charter)	59 m	10 m	2,8 m
Dykkerservice 3	Work/repair vessel	15,0 m	9,5 m	2,9 m
Antas liggende ved næringsareal nord for havnebassenget				
Freifjord	Bulk Carrier	56 m	9,3 m	4,3 m
Scanbio Dart	Waste Disposal Vessel	67 m	10,1 m	3,4 m
Torvang	General Cargo Ship	68 m	11,4 m	5,1 m
Tornado	General Cargo Ship	50 m	10,1 m	3,2 m
Tornes	Aggregates Carrier	62 m	10,6 m	3,9 m

2 Vannstand og bølger

2.1 Vannstand

Tidevannsnivåer og stormflonivå er hentet fra Se havnivå [2] for Vanylven kommune. Aktuelle vannstander for Klovningen er vist i cm over NN2000 i Tabell 2 og i Figur 3.

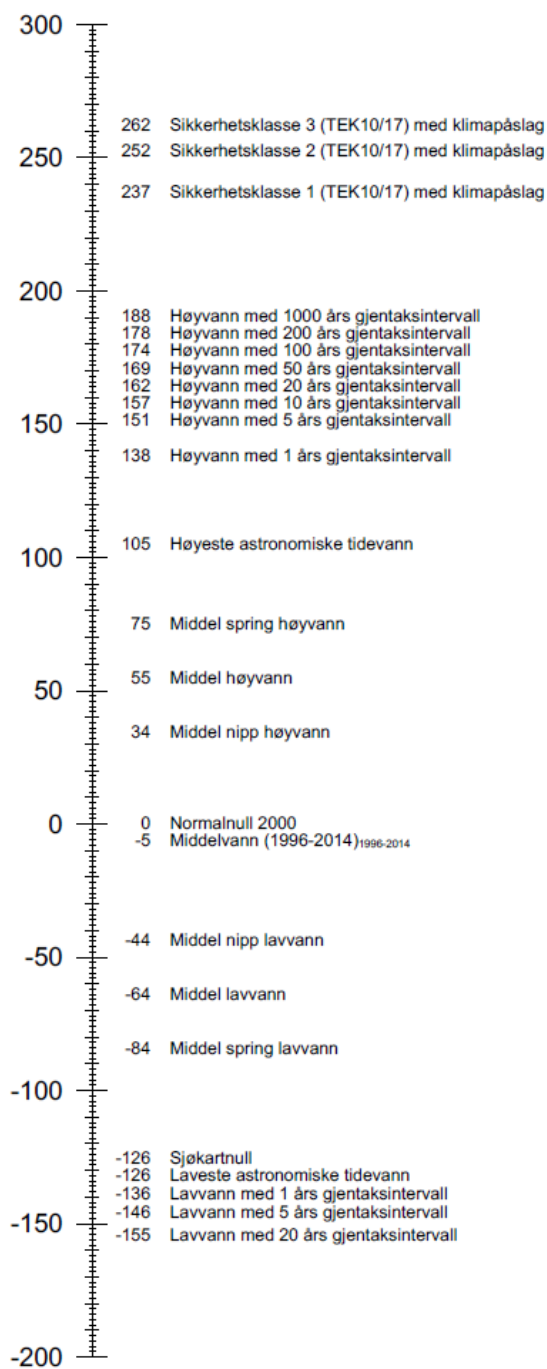
Tabell 2 Tidevannstander og stormflonivå i cm over NN2000 ved Vanylven kommune [2].

Vannstand	Verdi
200 års stormflo i 2090 (F2)	252 cm
200 års stormflo i 2022	178 cm
Høyeste registrerte vannstand i Måløy	168 cm
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	105 cm
Middelvann (MV)	-5 cm
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	-126 cm

N62°6,0' E5°33,4'
Nivåskisse

VANYLVEN KOMMUNE

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Måløy, justert med faktor 1,02.



Figur 3 Vannstander hentet fra Se havnivå. Høydereferanse i m over NN2000.

2.2 Bølger

Klovningen ligger langs fastlandet i Haugsfjorden og er delvis beskyttet av øyer, se Figur 1. Ved havna finnes to typer bølger som kan opptre samtidig eller uavhengig av hverandre:

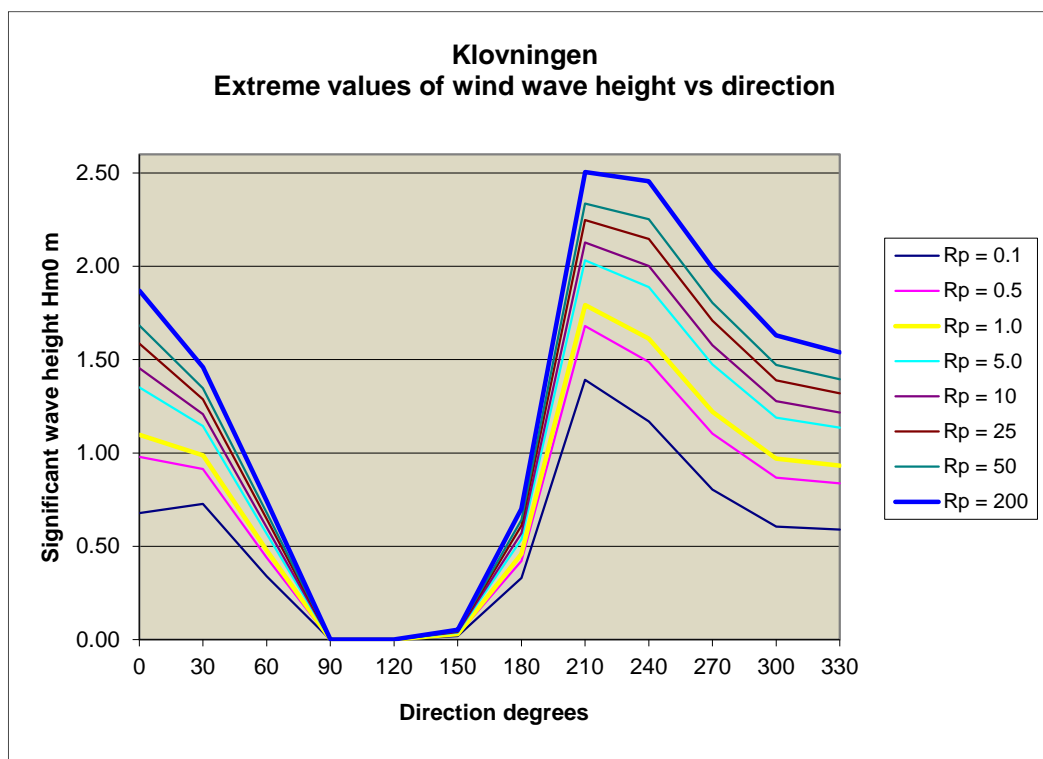
- 1) Lokale vindbølger dannet i bassenget mellom Stad i vest, Kvamsøya og Sandsøya i nord og Gurskøya i øst.
- 2) Dønninger fra åpent hav som kommer inn mellom Stadt og Kvamsøya, og mellom Kvamsøya og Sandsøya.

2.2.1 Vindbølger

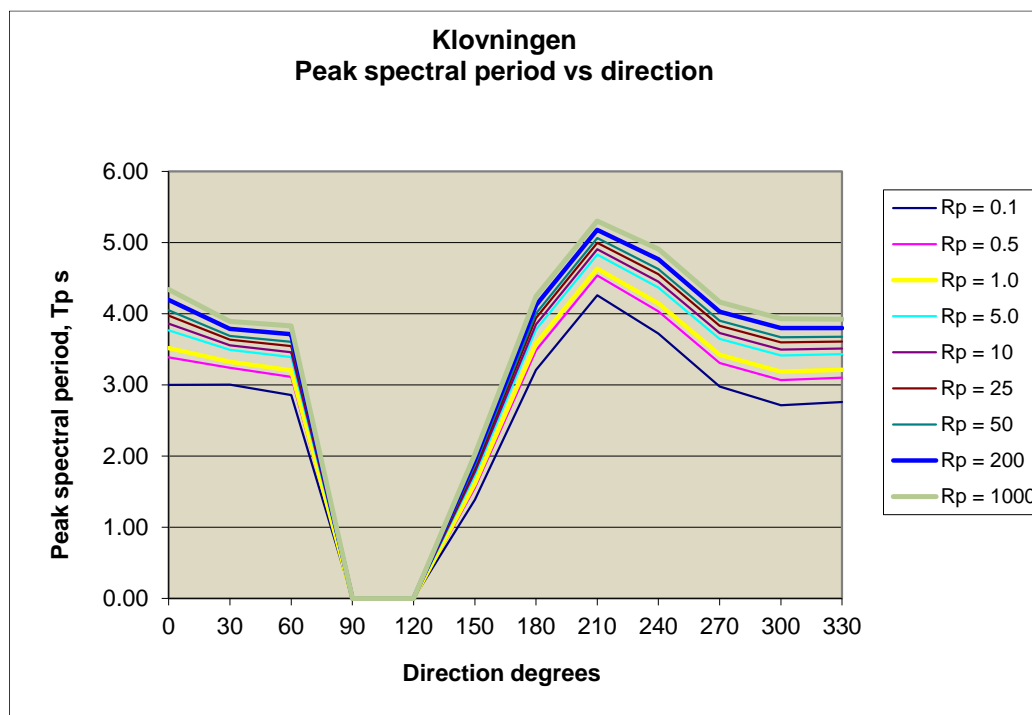
Vindsjø er beregnet ved hjelp av en standard metode som er basert på en beregning av ekstremverdier av vind fra en nærliggende målestasjon, og en beregning av bølgene som kan oppstå ved den beregnede vinden. Vi benytter SINTEFs programvare HSCOMP til bølgeberegningen og bølgene er først beregnet i et punkt 500 m nord for Klovningen. I dette punktet fanger man opp strøklengder mot Leikanger i sørøst og Hallebygda i nordøst. Deretter er det estimert reduksjonsfaktorer i et punkt rett utenfor eksisterende molo. Metoden er basert på at energien er normalfordelt omkring en hovedretning, og at landkonturene skjermer for visse retninger.

I beregningen av vindsjø er det benyttet vinddata fra målestasjonen på Svinøy, som dekker tidsintervallet 1992 – 2011. Det er antatt at vindforholdene ved Klovningen er tilnærmet like.

Figur 4 og Figur 5 viser henholdsvis fordelingen av signifikant bølgehøyde, H_s og spektral topp-periode, T_p dannet av lokal vind. Resultatene viser at de største vindbølgene opptrer ved sørvestlig vind ($210^\circ - 240^\circ$). I tillegg kan man forvente bølgehøyder opp mot 2 m ved nordlige vindretninger (0°).



Figur 4 Fordeling av signifikant bølgehøyde dannet av lokal vind. Rp = returperiode.



Figur 5 Fordeling av spektral topp-periode for vindbølger ved Klovningen. Rp = returperiode.

2.2.2 Havsjø

Havsjø er estimert ved hjelp av programvaren STWAVE. Programvaren er en frekvensmodell og tar hensyn til blant annet brytning, refraksjon og diffraksjon.

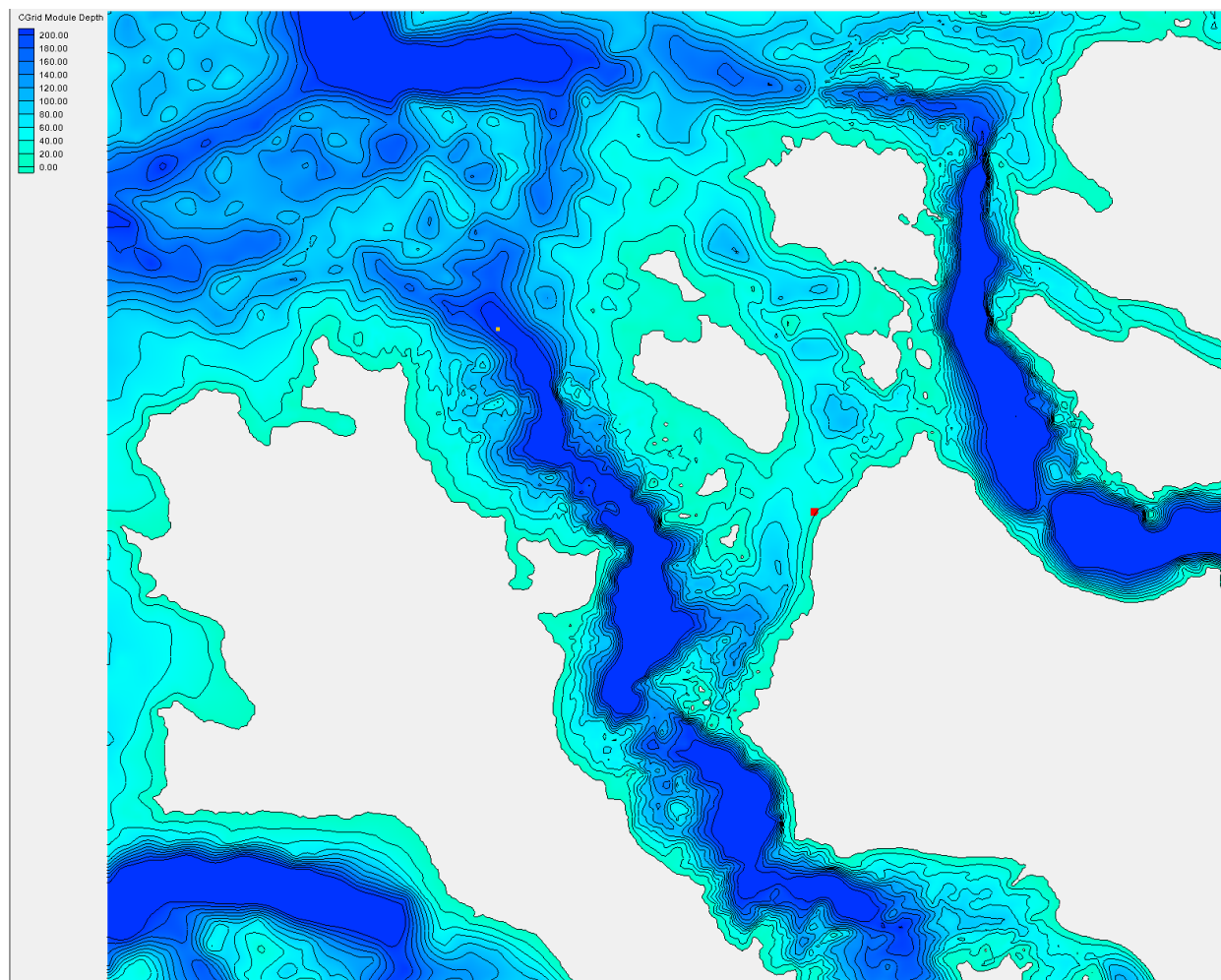
Benyttet dybdemodell er vist i Figur 6. Den er bygget opp av primærdata for området med en oppløsning på 100 x 100 m. I beregningene er det benyttet en vannstand på 2,8 m over middelvann, som tilsvarer flomklasse F2 nivå.

I analysen er det benyttet ekstremverdier utledet fra hindcastdata i punkt 63,1° N og 4,1° Ø. Disse dataene dekker tidsintervallet mellom 1970 og 2004, og 200 års signifikant bølgehøyde, H_s i åpent hav er vist i Tabell 3. Spektral topp-periode, T_p for disse bølgene ligger i intervallet 10 – 18 s.

Tabell 3 200 års signifikant bølgehøyde i hindcastpunkt 63,1° N og 4,1° Ø.

Retning i åpent hav	210°	240°	270°	300°	330°	360°
200 års H_s	11,9 m	15,4 m	14,4 m	14,1 m	13,8 m	13,0 m

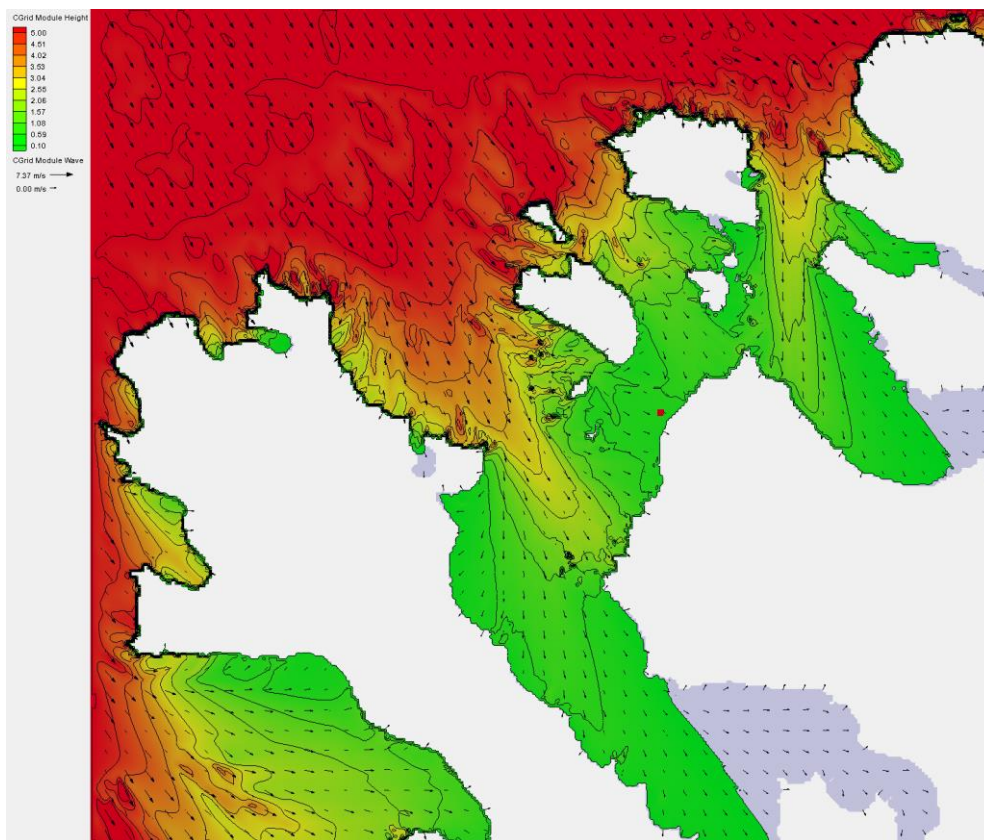
Bølgeanalysen er utført ved at bølgeretningen, Θ og spektral topp-periode, T_p i åpent hav er variert. Innkommende signifikant bølgehøyde, $H_{s,inn}$ er holdt konstant og satt lik 5,0 m for alle retninger for hver kjøring. Vi antar altså at bølgehøyden er lineær, noe som betyr at f.eks. en dobling av bølgehøyden i åpent hav fører til en dobling av bølgehøyden lenger inn mot land. Resultatene fra denne analysen gir oss bølgehøydekoefisienter i det røde punktet vist i Figur 6, som ligger ca. 150 m nordvest for havna. Bølgehøydekoefisientene kombineres så med hindcastdata fra Tabell 3 når vi bestemmer 200 års H_s fra åpent hav ved Klovningen havn.



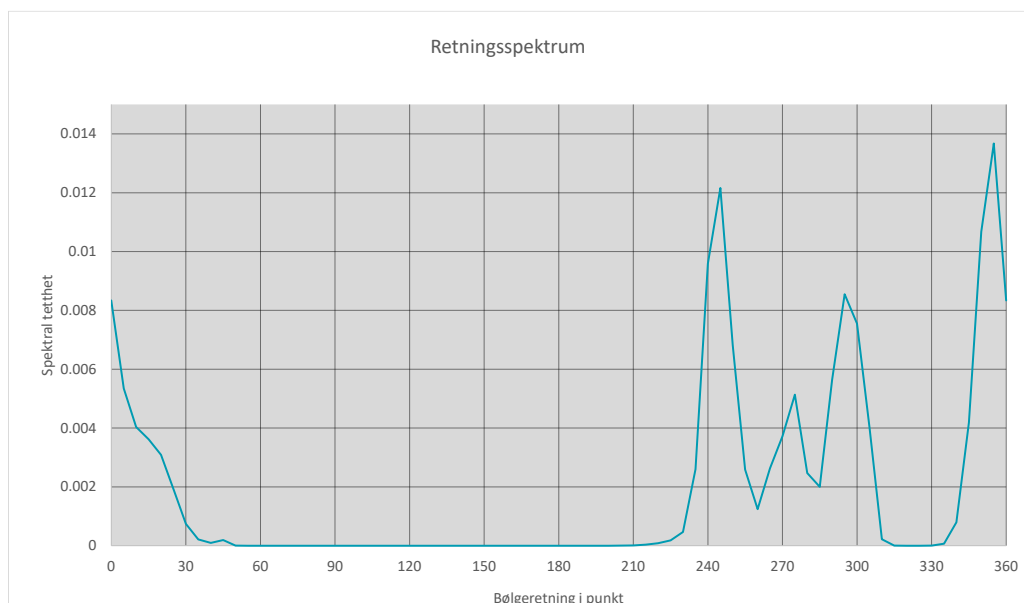
Figur 6 Dybdemodell. Bølgehøydekoefisienter er hentet fra det røde punktet, som ligger ca. 200 m nordvest for Klovningen havn.

Figur 7 viser forplantningen av havsjø fra åpent hav og inn til Klovningen havn i et tilfelle med $H_{s,inn} = 5,0$ m, $T_p = 14$ s og retning i åpent hav lik 330° . Det kommer tydelig frem at Klovningen ligger godt beskyttet av øyene i nord, men at det kommer inn en del havsjø på begge sider av Kvamsøya. Figur 8 viser fordelingen av bølge-energi på retning i det røde punktet i Figur 6 når bølgeretningen i åpent hav er 330° . Dette kalles et retningspektrum. De tre toppene fra 240° til 300° er bølgeenergi som kommer inn fra NV mellom Stadtlandet og Kvamsøya. Den høyeste av disse har retning fra 240° , og det er bølger som kommer inn fra 330° og runder Haugsholmene og kommer deretter inn mot Klovningen fra SV (240°). I akkurat dette tilfellet får vi også et bølge-bidrag fra nordsiden av Kvamsøya (toppen til høyre). Men når bølgeretningen dreier mer mot vest og sørvest, blir bidraget fra sørsiden av Kvamsøya større. Norconsult konkluderer derfor med at det kommer ca. like mye bølgeenergi fra begge sider av Kvamsøya.

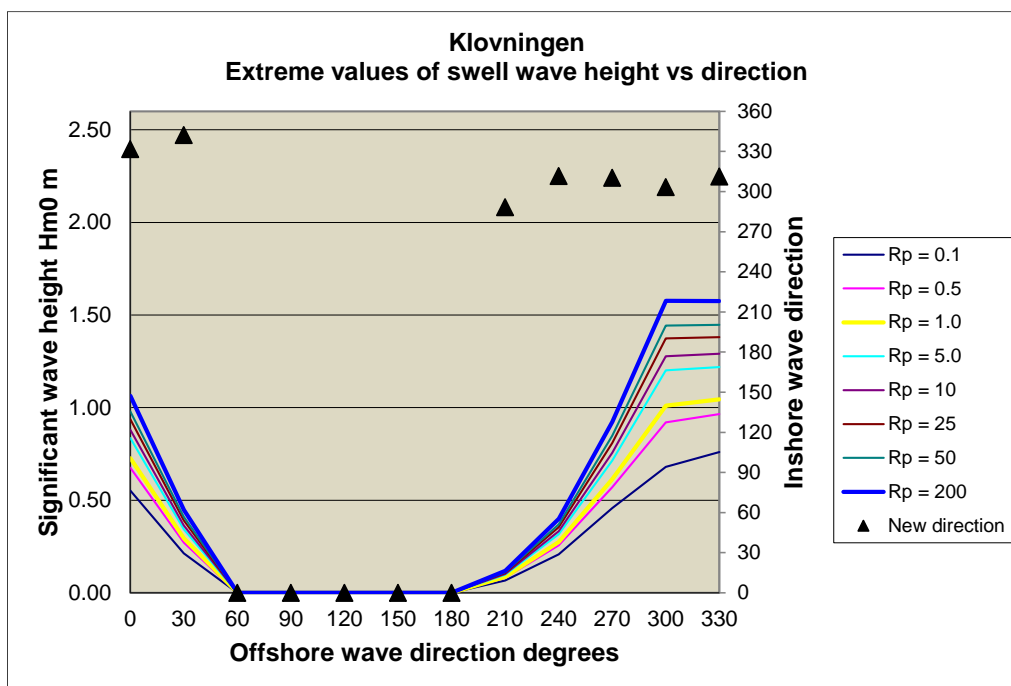
Figur 9 viser fordeling av H_s fra åpent hav i det røde punktet i Figur 6. Resultatene viser at 200 års H_s fra åpent hav ligger rundt 1,6 m når bølgeretningen er $300^\circ - 330^\circ$ i åpent hav. De svarte trekantene viser ny midlet bølgeretning ved Klovningen, som ligger rundt $310^\circ - 330^\circ$, men er tilnærmet uavhengig av retningen i åpent hav.



Figur 7 Viser et tilfelle med $H_{s,inn} = 5,0$ m, $T_p = 14$ s og retning i åpent hav lik 330° .



Figur 8 Retningsspektrum i det røde punktet i Figur 6. Spektrumet gjelder for et tilfelle med $H_{s,inn} = 5,0$ m, $T_p = 16$ s og retning i åpent hav lik 330° .



Figur 9 Fordeling av signifikant bølgehøyde fra åpent hav i det røde punktet i Figur 6. Rp = returperiode.

2.2.3 Dimensjonerende bølgehøyde

Dimensjonerende H_s er funnet ved å summere bidraget fra lokal vindsjø og havsjø med følgende formel:

$$H_{s,kombinert} = \sqrt{H_{s,vindsjø}^2 + H_{s,havsjø}^2}$$

Tabell 4 viser den kombinerte signifikante bølgehøyden, $H_{s,kombinert}$ med 200 års gjentaksintervall. I summeringen er det antatt at retning på dønninger og vindsjø kan avvike med opptil 60°. $H_{s,kombinert}$ er vist med fete bokstaver og radene ovenfor angir hvilke bølgehøyder som er summert for hver retning.

Resultatene viser at de høyeste bølgene dannes av lokal vind og kommer fra sørvest. Disse bølgene vil traversere tilnærmet parallelt med moloen, som gir begrenset overskylling og bølgebelastning. Vi benytter derfor 2,6 m fra 270° som dimensjonerende bølgehøyde, som tilsvarer en kombinasjon av 2,0 m vindsjø og 1,6 m dønning.

Tabell 4 200 års signifikant bølgehøyde. Verdiene viser den samlede signifikante bølgehøyden og kombinerte bølgehøyder for hver retning ved ulike retninger.

H_s	210°	240°	270°	300°	330°	360°	30°
$H_{s,vindsjø}$	2,5 m	2,5 m	2,0 m	1,6 m	1,6 m	1,9 m	1,5 m
$H_{s,havsjø}$	0,9 m	0,9 m	1,6 m	1,6 m	1,6 m	1,6 m	1,6 m
Retn. i åpent hav.	(270°)	(270°)	(300°)	(300°)	(330°)	(330°)	(330°)
$H_{s,kombinert}$	2,7 m	2,7 m	2,6 m	2,3 m	2,3 m	2,5 m	2,2 m

3 Eksisterende molo

I forbindelse med miljøundersøkelser ble det foretatt en befaring 2022-04-21. Under befaringen ble det tatt bilder av eksisterende molo, som viser at moloen er i god stand.

Figur 10, Figur 11 og Figur 12 viser oppbygningen av dekklaget langs sjøsiden av eksisterende molo. Bildene viser at kortsiden mot sørvest (Figur 10) er bygget opp som et ordnet steinlag med et spekter av små og store blokker. Langs langsiden mot nordvest (Figur 11 og Figur 12) består dekklaget av mer ensgraderte, store blokker lagt i en plastring. Det vises ingen synlige tegn til kritiske skader, og utsiden av moloen vurderes til å være intakt.

Figur 13 og Figur 14 viser lesiden av moloen. Man ser at blokkene/steinene er lagt i god forband, men at de er en del mindre sammenliknet med sjøsiden. Bildene viser ingen tegn på tydelige skader og lesiden vurderes som i god stand. Bildene viser også at det er etablert et brystvern langs sjøsiden, som hever seg ca. 1 m over molodekket.

Basert på bildene vurderer Norconsult at moloen er god nok stand, men at den sannsynligvis er for lav etter dagens anbefalinger.



Figur 10 Foto 1 av moloens kortsida ut fra land mot sjøen. Blokkene er lagt ut som en ordnet raus med et stort spekter av blokkstørrelser. Dekklaget later til å være intakt uten store skader.



Figur 11 Foto 2 av moloens langside mot sjøen tatt ved svingen. Her er blokkene mer ensgradert sammenliknet med kortsiden og lagt i en plastring.



Figur 12 Foto 3 tatt molens langside mot sjøen. Blokkene er lagt i en plastring og dekklaget later til å være intakt.



Figur 13 Foto 4 av moloens kortsida inn mot havna. Blokkene er mindre enn på sjøsiden og skråningen ser fin ut.



Figur 14 Foto 5 av moloens innside tatt fra den innerste trekaia. Baksiden er bygget opp som en plastring og later til å være i god stand. Man ser også at brystvernet mot sjøen hever seg ca. 1 m over molodekket.

4 Havneplan

Bølgeanalysen konkluderte med at det kommer ca. like mye havsjø fra begge sider av Kvamsøya i nord. Dette er vist som 4 topper i retningsspektrumet i Figur 8. De to største toppene i spektrumet viser at den tyngste havsjøen kommer fra 240° (bøyer rundt Haugsholmen) og fra 360° (mellom Kvamsøya og Sandsøya). I tillegg har Norconsult fått opplyst av lokalt kjente at den mest problematiske vindretningen følger land og kommer fra nord / nordøst. Denne vinden kan bygge opp krapp vindsjø, som kan gjøre mye skade for fortøyde småbåter inne i dagens havn. Norconsult får også opplyst at vind fra nordvest sjeldent er et problem ved Klovningen. Nordvestvinden forekommer som oftest når vinden skifter retning fra sørvestlige til nordlige retninger, og at nordvest-vinden sjeldent varer lenge nok til å bygge opp store bølger. Det konkluderes derfor med at man må prioritere å gi havna beskyttelse fra vest og fra nord. Foreslått havneplan er vist i Figur 15.

4.1 Innseiling

Næringsarealet benyttes av lasteskip med lengde opp til ca. 70 m, se Tabell 1. Disse skipene er for lange til å kunne snu inne i havna og må seile rett inn og bakke ut. Innseilingen er derfor lagt mot nordvest for å unngå at lasteskip må utføre større manøvrer inne i selve havna. Innseilingsbredden er satt til 50 m, som tilsvarer ca. 0,7 x skipets lengde. Innseilingsbredden er definert fra -7 m NN2000, som tilsvarer ca. -5,7 m sjøkartnull.

4.2 Vendesirkel

PIANC [3] anbefaler at minste vendesirkel for større fritidsbåter med gode manøvreringsegenskaper kan settes til 1,3 x fartøyets lengde. De største fritidsbåtene inne i havna er opp til 60 m lange. Minste tillatte vendesirkel er da 80 m. Dette forutsetter at lasteskipene bakker ut av havna og kun benytter kaia sporadisk.

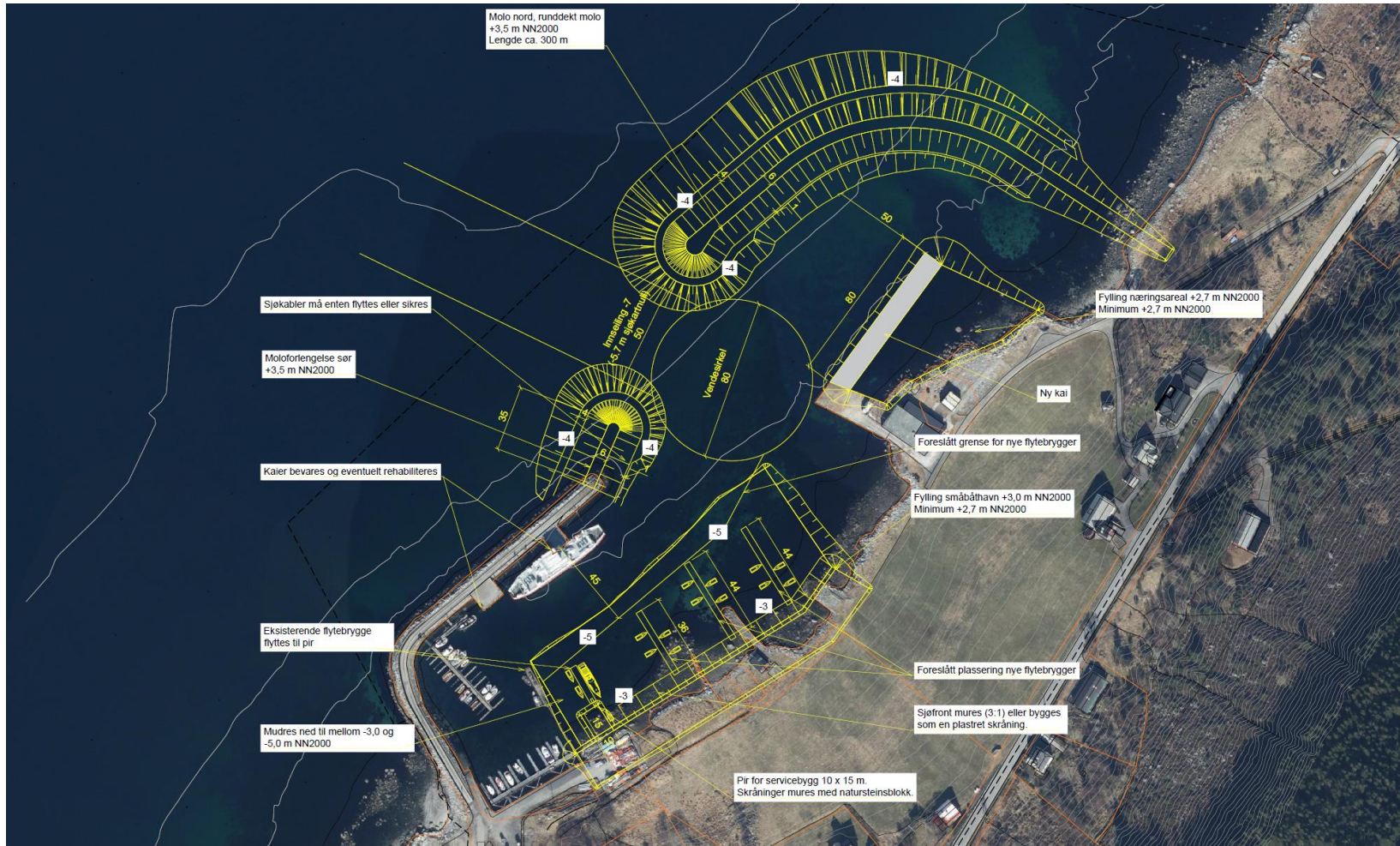
4.3 Mudring

For å oppnå flere båtplasser må det mudres ned til tilstrekkelig dybde. Nødvendig dybde avhenger av hvilke fartøy som skal benytte liggeplassene. Typisk kan det mudres litt grunnere innerst mot land hvor mindre båter ligger, og dypere lengre ut i bassenget for større fartøy. Som utgangspunkt bør det mudres minimum 0,5 – 1,0 m dypere enn dimensjonerende båt dybde (kjøl) ved sjøkartnull. For fritidsbåter med lengde opp til ca. 5,5 m bør det mudres ned til -3,0 m NN2000 (1,7 m under sjøkartnull), og ned til -5,0 m NN2000 (-3,7 m sjøkartnull) for sjarker og seilbåter opp til 15 m. I havneplanen er det foreslått at det mudres ned til -3,0 m NN2000 nærmest land og ned til -5,0 m NN2000 lenger ut i bassenget. Nødvendig mudringsareal og dybder bør optimaliseres i detaljprosjektering når sjøbunn er målt inn og båtstørrelser bestemt.

4.4 Antall nye båtplasser

Den foreslåtte havneplanen viser et forslag til utlegging av flytebrygger for å gi et estimat på ca. antall nye liggeplasser. Ved å anta at hver liggeplass er ca. 4 m bred får man ca. 50 – 60 nye båtplasser inne i havna. Endelig plassering og dimensjoner på flytebrygger bør gjøres i samråd med leverandør av marinasystemer.

Ved toveis trafikk anbefaler PIANC [3] at farledsbredden inne i havna er 1,5 x L, hvor L er lengden på lengste fartøy. Dette tilsvarer en bredde på 90 m når man tar hensyn til fergen. Anbefalingen gjelder typisk for havner hvor skip må snu ved til- eller fralegging. I dette tilfellet er fergen, som ligger i Klovningen, en pendelferge og kan seile like godt framover og bakover. 90 m farledsbredde vurderes derfor som høyt, og Norconsult anbefaler at man setter av ca. 45 m mellom eksisterende kai langs moloen og ytterkant av nye flytebrygger. Dette tilsvarer ca. 0,75 x fergens lengde eller ca. 4 x fergens bredde, og forutsetter at fergen og den 37 m lange fritidsbåten bakker ut småbåtanlegget og eventuelt vender i markert vendesirkel.



Figur 15 Forslag til havneplan.

4.4.1 Fyllingene

Det er planlagt to utfyllinger. En ved næringsarealet og en inne i småbåthavna. Inne i småbåthavna er det planlagt rorbuer og naust, og det antas at disse vil benyttes som fritidsboliger. På næringsarealet skal det legges til rette for nye bygning(er). Nye bygninger innenfor planområdet faller da under TEK 17 § 7-2 sikkerhetsklasse F2.

Det er ikke gjort detaljerte analyser på forplantning av bølger inn i havna, men det antas at moloene gir god skjerming mot dominerende retninger. Det vurderes derfor som tilstrekkelig at overkant fyllinger legges på minimum +2,7 m NN2000. Dersom man opplever stor bølgepågang mot naustene og småbåtanlegget, kan man i framtiden skifte ut den nordligste flytebryggen i Figur 15 med en fast molokonstruksjon / skjørtekai for å dempe bølger ytterligere. Den bør i så fall starte i nordenden av utfyllt område og peke rett ut fra land mot nordvest (ca. 300°).

Fyllingskråninger må erosjonssikres eventuelt mures. En muret fyllingsfront er typisk 3:1 og krever gode og faste grunnforhold. Alternativt kan man oppnå en vertikal sjøfront ved å bygge en brygge langs fyllingsfronten. Et eksempel fra Edholmen er vist i Figur 16. Her ligger fyllingen på et flomsikkert nivå mens bryggen ligger noe lavere. Brygga må tåle oversvømmelse.

På sørsiden av ny fylling i småbåthavna er det planlagt en mindre pir med servicebygg (15 x 10 m). Bygget må enten legges på en betongkai eller en fylling med murede skråninger for å gi liggeplass til båter. Det følger da at skråningen videre nordover må mures eller trekkes lenger inn for å gi nok plass til fortøyde båter.

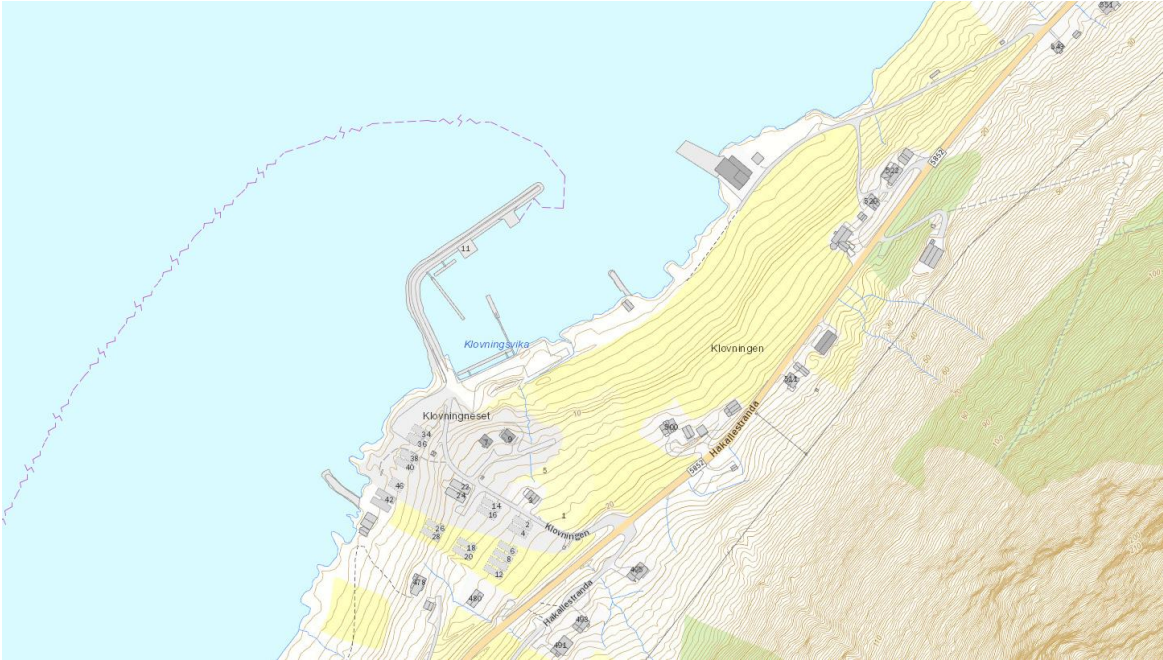
Ved næringsarealet må det undersøkes hvor nærme man kan fylle inntil eksisterende i detaljfasen.



Figur 16 Eksempel på nedsenket brygge med vertikal sjøfront ved Edholmen. Fyllingen (til venstre) ligger på flomsikkert nivå mens bryggen kan oversvømmes under stormflo. Foto: Norconsult

4.5 Ledninger og kabler

Figur 17 viser at det går en sjøkabel ut fra havna. Denne kablen må enten flyttes eller sikres ved en moloforlengelse.



Figur 17 Kartet viser at det går en kabel ut fra havna. Denne kabelen må enten flyttes eller sikres ved en moloforlengelse.

5 Molodimensjoner

Dimensjoner på den nordre moloen er funnet ved hjelp av formler og anbefalinger i utgitt Kystverkets Molohåndbok [4] og EurOtop Manual [5]. Det er antatt at den nordre moloen bygges som en runddekt molo uten gangveg. Det vil si at den ikke tilrettelegges for persontrafikk.

Forlengelsen av den sørlige moloen kan bygges opp på samme måte som eksisterende molo selv om moloen er for lav. Det begrunnes i at forlengelsen er forholdsvis kort og at det ikke skal legges til rette for fortøyde båter. Det forutsetter at moloen stenges av for fotgjengere før stormer inntreffer. Alternativt må hele den sørlige moloen heves til et trygt nivå.

5.1 Overskylling

Overskylling er definert som gjennomsnittsverdien av vann som skyller over en konstruksjon under bølgeangrep i liter per sekund per meter (l/(sm)). Hvor mye overskylling som tillates avhenger av hva som skal beskyttes. Normalt bør man ikke tillate mer enn ca. 10 l/(sm) mot områder beregnet for bygninger og / eller personopphold. For runddekte moloer uten gangveg, kan overskyllingen økes til ca. 50 l/s/m i en dimensjonerende situasjon.

5.1.1 Molohøyde og -bredde

Beregninger for overskylling viser at dagens molo er for lav iht. dagens anbefalinger og forventet havnivåstigning. Det følger da at den ikke er trygg å ferdes på under storm, og moloen må stenges av ved lavvann før stormer inntreffer. Det bør også settes opp varselskilt ved moloroten.

Etter samtaler med kommunen er det ikke ønskelig å heve dagens molo, da moloen er i god strukturell stand, se avsnitt 3. Konsekvensen er at overskyllingen vil øke i takt med havnivåstigningen. Høy overskylling kan gi skader på fortøyde båter og fotgjengere på moloen.

Det er tatt utgangspunkt i at den nye moloen runddekkes uten gangveg. Man kan da tillate opp til 50 l/(sm) i en dimensjonerende situasjon. Tabell 5 viser kombinasjoner av nødvendig molohøyde og bredde på overkant plastring for å overholde 50 l/(sm) overskylling.

Tabell 5 Kombinasjoner av nødvendig høyde og overkant plastret bredde for å overholde kravet på 50 l/s/m overskylling i en 200 års situasjon i 2090.

Høyde i m over NN2000	Bredde overkant plastring
+5,0 m NN2000	0 m
+4,3 m NN2000	4 m
+3,9 m NN2000	5 m
+3,5 m NN2000	6 m

Det følger restrisiko ved å ikke heve dagens molo. Det vil ikke være trygt å ferdes på moloforlengelsen under større stormer. Fritidsbåter uten overbygning, som ligger fortøyd på moloens leside, kan havarere under store stormer kombinert med høy flo.

5.2 Stabile steinstørrelser

Skråningshelninger og eventuelle tiltak for å stabilisere grunnen skal være iht. geoteknisk prosjektering.

Tabell 6 viser et sammendrag med stabile steinstørrelser for moloene. Se også prinsippkissene i Figur 18 for den nordre moloen. Krav til materiale og utlegging skal være iht. Kystverkets Molohåndbok [4].

Stabile steinstørrelser i dekklaget på moloene er funnet ved hjelp av formelverk av van der Meer. I beregningene er det antatt at blokkens egenvekt er $2,7 \text{ tonn/m}^3$ og at skråningen plastres med en helning på 1:1,3 eller slakere. Beregningene gir nødvendig median blokkvekt, $W_{50} = 4,5 \text{ tonn}$. Fra beregnet W_{50} finner vi minste tillatte steinstørrelse, $W_{min} = 3,2 \text{ tonn}$ og at 5% av blokkene skal være større enn $W_{5\%} = 5,3 \text{ tonn}$. Lagtykkelse 2,2 m.

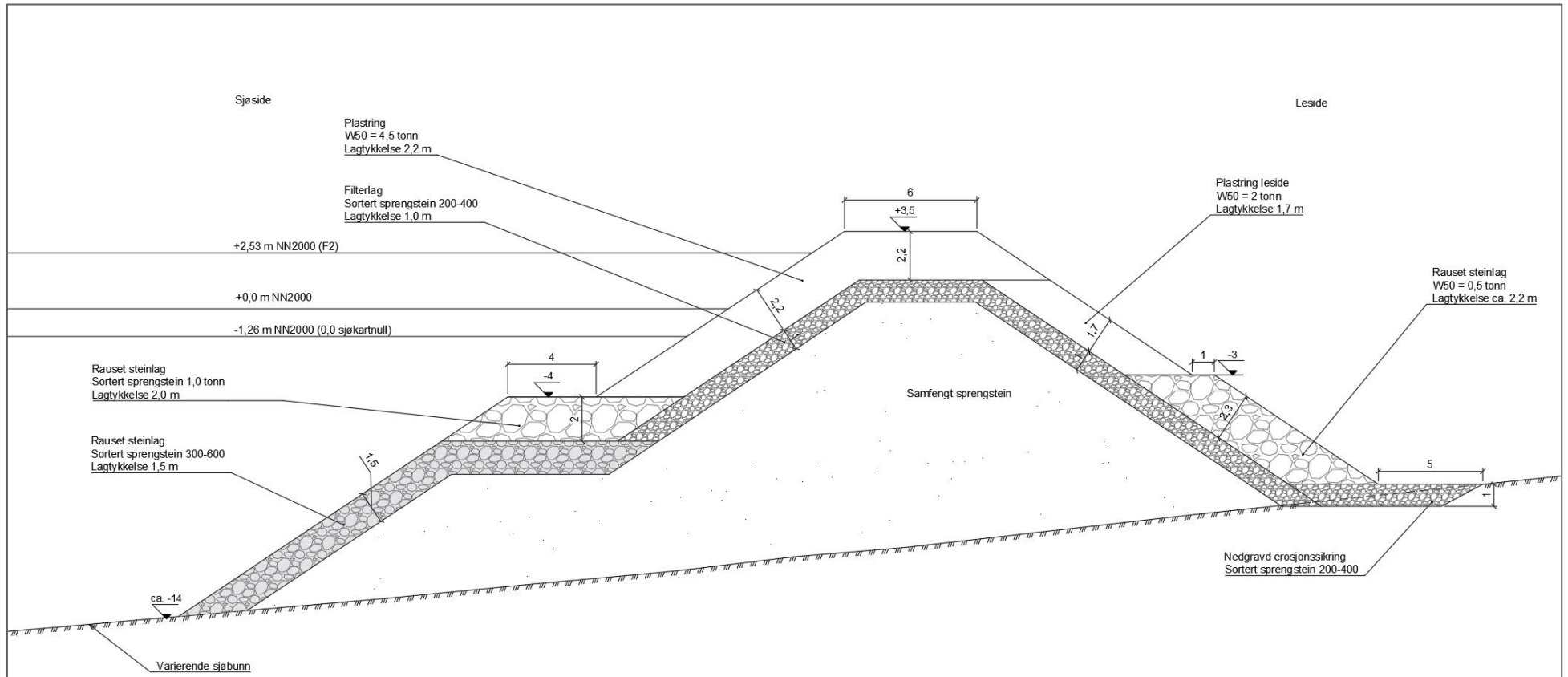
Mellom kjernemassene og dekklaget må det legges ut et filterlag. Beregningen viser at filterlaget skal ha en $d_{50} = 270 \text{ mm}$ i moloen og næringsarealet, og 160 mm i fyllingen inne i småbåthavna. Fraksjonen 200/400 eller tilsvarende tilfredsstillende dette kravet. Lagtykkelsen på filterlaget settes til $1 \text{ m} \pm 0,25 \text{ m}$.

Lesiden av moloen må plastres for å tåle høy overskylling og sikres mot propellstrøm i nedre sjikt. Ned til -3 m NN2000 skal lesiden plastres med $W_{50} = 2 \text{ tonn}$. Fra -3 m NN2000 og ned til sjøbunn kan steinstørrelsen reduseres til $W_{50} = 0,5 \text{ tonn}$.

Skråningshelninger og eventuelle tiltak for å stabilisere grunnen skal være iht. geoteknisk prosjektering.

Tabell 6 Sammendrag stabile steinstørrelser for molo.

Komponent	Verdi
Molo	
Plastring sjøside molo og næringsareal Fra molotopp og ned til -4,0 m NN2000	$W_{min} = 3,2 \text{ tonn}$ $W_{50} = 4,5 \text{ tonn}$ $W_{5\%} = 5,3 \text{ tonn}$ Lagtykkelse 2,2 m
Rauset tåfylling sjøside molo Fra -4,0 og ned til -6,0 m NN2000	$W_{min} = 0,7 \text{ tonn}$ $W_{50} = 1,0 \text{ tonn}$ $W_{5\%} = 1,4 \text{ tonn}$ Lagtykkelse 2,0 m
Rauset steinlag sjøside molo Fra -6 m NN2000 og ned til sjøbunn	Sortert sprengstein 300/600 Lagtykkelse 1,5 m
Filterlag	Sortert sprengstein 200/400 Lagtykkelse $1,0 \text{ m} \pm 0,25 \text{ m}$
Plastring leside Fra molotopp og ned til -3 m NN2000	$W_{min} = 1,4 \text{ tonn}$ $W_{50} = 2,0 \text{ tonn}$ $W_{5\%} = 2,8 \text{ tonn}$ Lagtykkelse 1,7 m
Rauset erosjonssikring leside Fra -3 og ned til sjøbunn	$W_{min} = 0,3 \text{ tonn}$ $W_{50} = 0,5 \text{ tonn}$ $W_{5\%} = 0,5 \text{ tonn}$ Lagtykkelse 2,3 m
Erosjonssikring sjøbunn leside	Sortert sprengstein 200/400 Lagtykkelse $1,0 \text{ m} \pm 0,25 \text{ m}$



Figur 18 Prinsippsnitt oppbygning molo nord i Figur 15. Forutsetter faste masser i grunnen og geoteknisk stabilitet.

6 Mengdeberegning

Det er utført en grov mengdeberegning av foreslått havneplan i Figur 15, og det er antatt at moloene plastres ned til -4 m NN2000. Erosjonssikring under -4 m NN2000 er ikke inkludert i tallene for plastring. Estimatenes er basert på mengder utregnet i Novapoint terreng og tilgjengelig dybdekart. Det følger usikkerhet i beregningene og man må regne med at verdiene kan avvike med $\pm 20\%$. Tabell 7 viser estimerte mengder for utfylling og mudring som vist i havneplanen i Figur 15. Totale fyllingsmasser er ca. 190 000 m³.

Tabell 7 Estimerte volum og areal plastring / muring.

Komponent	Verdi
Molo sør (forlengelse)	
Totalt volum	17 000 m ³
Plastring	1 500 m ²
Molo nord	
Totalt volum	135 000 m ³
Plastring	8 900 m ²
Næringsareal	
Totalt volum	19 000 m ³
Plastring	2 500 m ²
Fylling småbåthavn	
Totalt volum	15 500 m ³
Plastring / muring	2 900 m ²
Mudring småbåthavn	
Mudringsvolum	30 000 m ³

7 Faresone flom H320

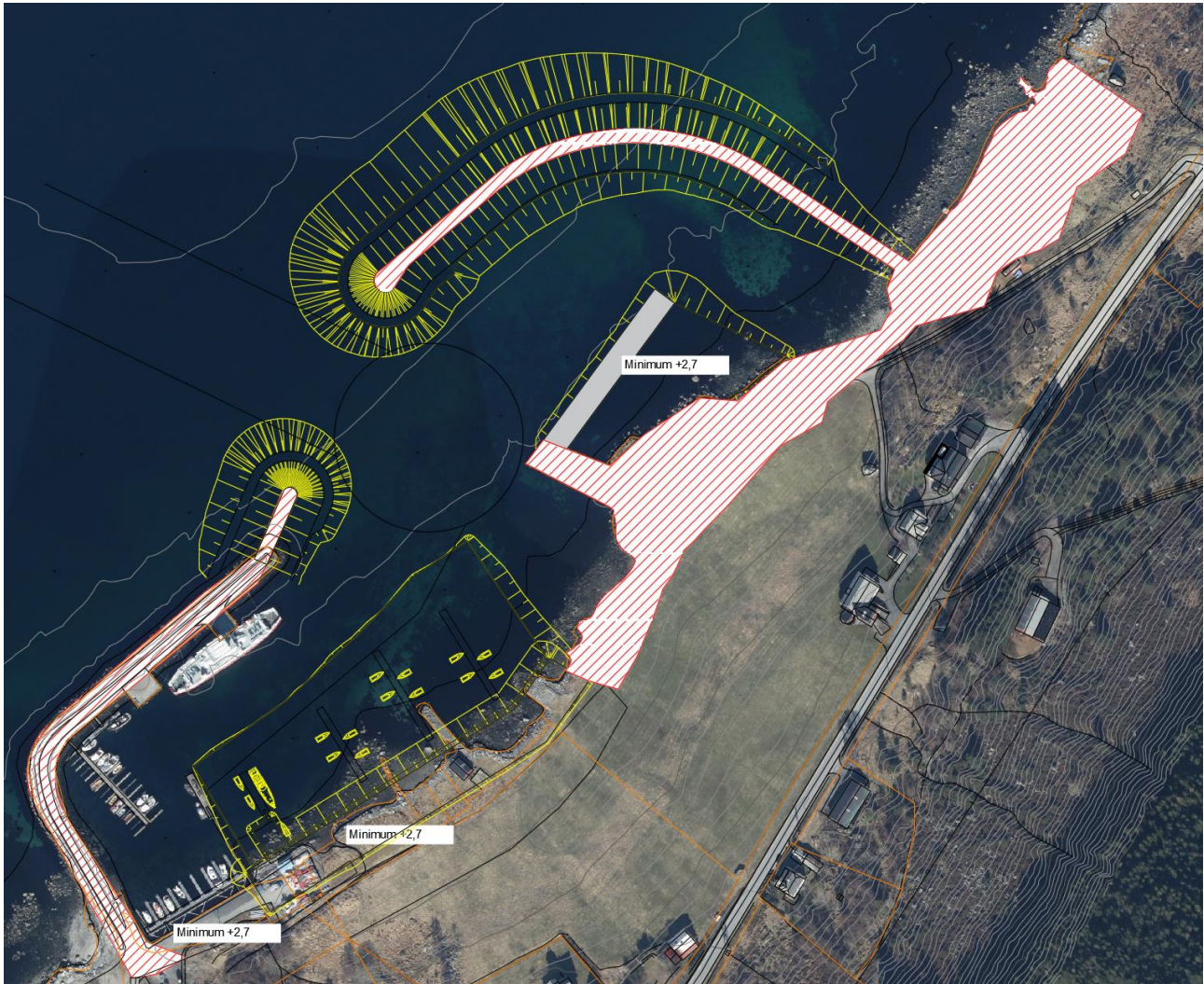
Som en del av reguleringsplanen er det utarbeidet en faresone for stormflo og bølger H320 iht. TEK 17 § 7-2 sikkerhetsklasse F2, se Figur 19. Faresonen er vist i Figur 19 og forutsetter at moloene bygges som vist i Figur 15. Eksisterende næringsareal ligger under dimensjonerende stormfloverdi og er dermed skravert. Dette området vil bli flomsikkert dersom terrenget heves til minimum +2,7 m NN2000.

Det er ikke utført nøyaktige beregninger av bølgehøyder inne i havna, men det er vurdert at moloene gir god skjerming mot dominerende retninger (vest og nord). Bølgeanalysen viser også at havsjø-energien er fordelt utover ulike retninger, noe som vil bidra til å spre bølgene utover i havna. For eksempel vil næringsarealet være godt skjermet av andelen bølger med lokal retning fra nord utenfor havna (energitoppen til høyre i Figur 8), og mindre skjermet mot toppene til venstre i figuren.

Tilstrekkelig sikring mot bølger oppnås ved å legge oppfylt terreng på minimum +2,7 m NN200 kombinert med å legge nye bygninger minimum 4 m fra fyllingsfronten (ikke kai- eller bryggefront). Laveste gulvhøyde er satt til +3,0 m NN2000, og bygninger nær sjøen bør etableres på en grunnmur som hever seg 20 – 30 cm over terrenget.

Nord for den nordre moloen er det ikke planlagt nytt anlegg. Her er faresonen funnet ved å benytte formelverk for overskylling utgitt i EurOtop Manual [5]. Det er benyttet formelverk for slake diker med ruhetsfaktor = 0,85. Fra beregningene finner vi at bølger i en 200 års situasjon kan skylle opp til ca. +6,5 m NN2000.

I alle tilfeller må det påses at vann fra bølger, nedbør osv. dreneres vekk og ikke magasinere inntil nye eller eksisterende bygninger.



Figur 19 Faresone H320 i hvit og rød skravur for planområdet.

8 Referanser

- [1] Kystverket, «Kystdatahuset,» [Internett]. Available: <https://kystdatahuset.no/>.
- [2] Kartverket, «Se havnivå,» [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>.
- [3] PIANC, «PIANC report N 134 - Design and Operational Guidelines for Superyacht Facilities,» 2013.
- [4] Kystverket, Molohåndboka, 2018.
- [5] T. Pullen, W. Allsop, T. Bruce, A. Kortenhaus, H. Schüttrumpf og J. van der Meer, EurOtop Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual, 2007.

9 Vedlegg

Tegning X106-B02 – Oversiktstegning Molo og utdypning

Molo nord, runddekt molo
+3,5 m NN2000
Lengde ca. 300 m

Sjøkabler må enten flyttes eller sikres

Moloforlengelse sør
+3,5 m NN2000

Kaier bevares og eventuelt rehabiliteres

Eksisterende flytebrygge
flyttes til pir

Mudres ned til mellom -3,0 og
-5,0 m NN2000

Pir for servicebygg 10 x 15 m.
Skråniger mures med natursteinsblokk.

Fylling næringsareal +2,7 m NN2000
Minimum +2,7 m NN2000

Fylling småbåthavn +3,0 m NN2000
Minimum +2,7 m NN2000

Foreslått plassering nye flytebrygger

Sjøfront mures (3:1) eller bygges
som en plastret skrånning.

Foreslått grense for nye flytebrygger

Ny kai

Tegningsnummer	Revisjon
X106	B02

B02	2022-09-06	Til regulering	MagBac	PaMyk	PerLer
B01	2022-08-05	Diskusjonsgrunnlag	MagBac		
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Vanylven kommune Målestokk (gjelder A1)
1:1000

Klovningen havn
Reguleringsfase

Oversiktstegning Alternativ 6
Molo og utdypning

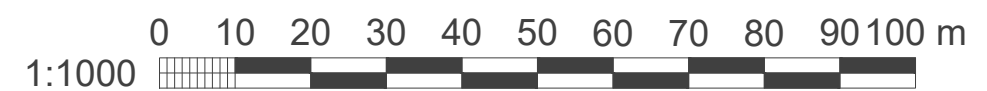
Norconsult	Oppdragsnummer 52108992	Tegningsnummer X106	Revisjon B02
------------	----------------------------	------------------------	-----------------

Koordinatsystem UTM 32
Høydesystem m NN2000

Tegningen viser kun forslag til utplassering av flytebrygger og kaier. Endelig plassering av brygger, bryggefingre og fortøyning av bryggene må gjøres i samråd med leverandør av marina systemer. Plassering og nødvendig dimensjoner på kaier utarbeides i detaljprosjektering.

Det forutsettes at geoteknisk stabilitet er ivarettatt.

Det er forutsatt at lasteskip benytter sørsiden av eksisterende kai ved næringsarelaet, og at lasteskipene seiler rett inn og bakker ut. Vendesirkel er satt til 80. Dette tilsvarer ca. 1.3 x fergens lengde, som er 60 m.



*X:\nor\oppdrag\Alesund\21521\08152\108992\BIM\Havn\A\fil\X106.dwg - MagBac - Plottet: 2022-09-06 15:05:57 - XREF = Alternativ_6_SOSI_import_0ybor_LAI_SOSI_import