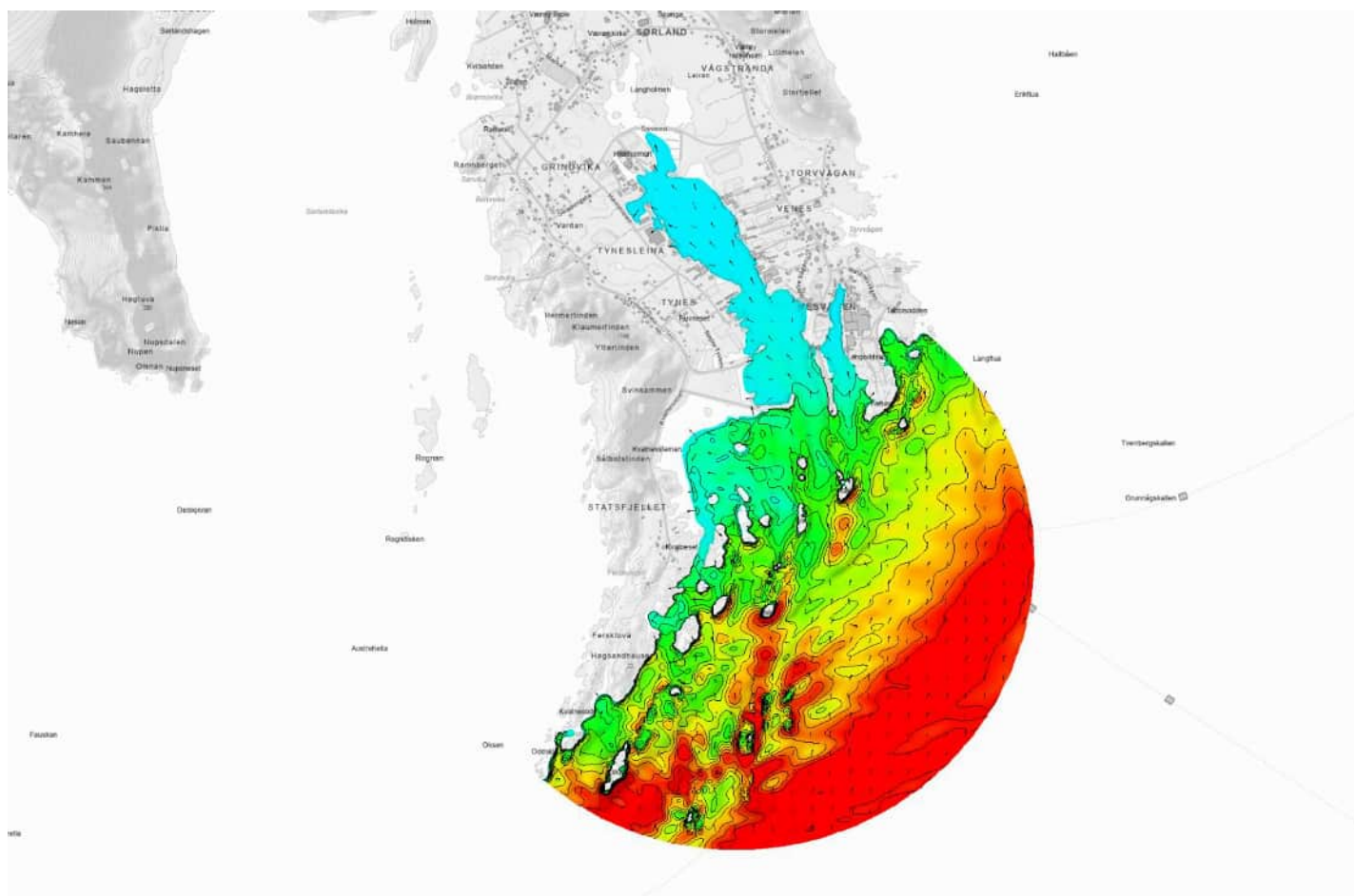


Kystverket

## ► Designvurdering Innseiling Værøy

Oppdragsnr.: 52207515 Dokumentnr.: RIB01 Versjon: J04 Dato: 2023-12-07



Oppdragsgiver: Kystverket  
Oppdragsgivers kontaktperson: Bjørn Konopka  
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim  
Oppdragsleder: Robert Lervik (RobLer)  
Fagansvarlig: Arne Erling Lothe (ArELo)  
Andre nøkkelpersoner:

J04	2023-12-07	Små tillegg av delkapitler og presiseringer	RobLer	ArELo	RobLer
J03	2023-12-07	For bruk	RobLer	ArELo	RobLer
02	2022-12-30	Utkast - Tillegg alternativ 4-6	RobLer		
01	2022-10-22	Utkast	RobLer	ArELo	RobLer
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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 gjennomført en designvurdering av ny og tryggere innseiling til Værøy havn. Dagens situasjon gjør at bølgeforholdene i innseilingen er utfordrende for skipene som anløper og skal forlate havna. I dag er det to løp inn, ett til Røssnesvågen og ett til Sørlandsvågen, avdelt av Sørlandsvågsmoloen.

I dag anløper det ferge og forskjellige fartøy tilknyttet fiskeindustrien til Værøy. Fiskeindustrien er begrenset da større fartøy over 70-80 m reserverer seg mot å gå inn, særlig i dårlig vær på grunn av små marginer. Ved dårlig vær slutter også fergen å gå, og det skyldes i mange tilfeller begrensninger knyttet til innøpet. Det er flere faktorer som gjør dagens innseiling utfordrende, blant annet:

- ❖ Smalt og stedvis grunt.
- ❖ Seiklakkflua i innseilingen ligger på -9 m LAT og gjør det risikabelt å gå over den i dårlig vær med høye bølger og eller lavvann. For båter som har dypgående mindre enn 9.0 m kan flua likevel gi problemer på grunn av brytende bølger og ustabile vannstrømmer.
- ❖ Hekkbølger og samtidig vind krever høy fart for å beholde styring, og det gjør at båter kommer inn i havna med uforholdsmessig høy fart og bruker stor avstand på å stoppe.
- ❖ Smalt med tanke på snuing. Større fartøy må i dag bakke ut fra Røssnesvågen og ut i røffere vær, før de kan snu.

Multiconsult utførte i 2014 et skisseprosjekt med forslag til ny utforming av innseiling. Rapporten konkluderte den gang med at bruk av plastret rausmolo i så værhardt strøk ville bli vanskelig, og at bruk av skuldermolo burde bli utredet.

Norconsult har tatt utgangspunkt i molo i alternativ 3 og mudring i alternativ 1, presentert i Multiconsult-rapporten fra 2014. Disse danner til sammen alternativ 3 i denne rapporten (Figur 1-1). Alternativ 1 og 2 (i denne rapporten) er varianter av alternativ 3 med kortere molo. Moloen i alternativ 3 er lang og går på dypt vann ytterst, noe som gjør løsningen kostbar. Forholdene inne i havna og innseilingen blir gode, men kostnadene blir veldig høye.

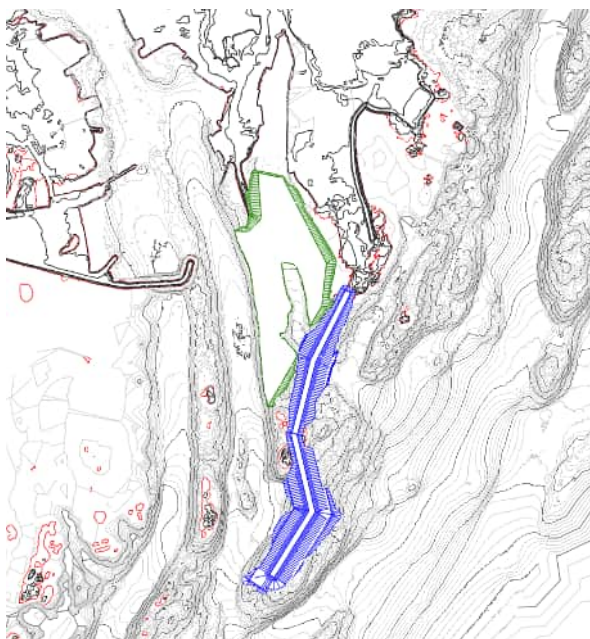
Norconsult utredet derfor tre nye alternative uavhengige løsninger (alternativ 4 til 6). Her ble også alternativ med innseiling fra øst-sørøst utredet, siden den tyngste dønningssjøen kommer fra sør-sørvest. Tilbakemeldingene fra brukerne var at det var mer utfordrende å gjøre innseilingen med vindbølger fra Vestfjorden selv om disse ikke er størst. Det er bedre å entre havna med bølger rett i hekken, enn sidebølger var tilbakemeldingene.

Hovedformålet for tiltaket er å bedre innseilingen, men det er et viktig krav for enkelte lokale aktører at liggeforholdene inne i havnene ikke blir forverret. Alternativ 4 konsentrerer innseilingen i en nord-sør åre inn mot Sørlandsvågen, Figur 1-2. Dette alternativet kom best ut når man vektlegger bølgeforhold i innseiling, liggeforhold ved kai, kostnad og tilbakemelding fra kommune og brukere.

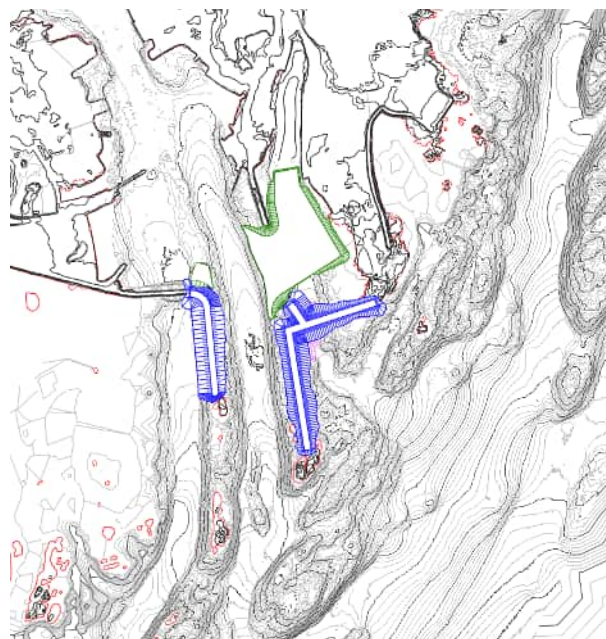
Kostnadsberegningene er utført i fire forskjellige tilfeller a-d, ut fra om det er lokal eller ekstern tilgang på delkomponentene kjernemasse, filtermasse og plastringsblokk. Det ble også utført en undersøkelse rundt hvilke masser det er realistisk å hente lokalt. Rundspørningen antyder at det vil være urealistisk å hente lokal plastringsblokk da steinbruddene tidligere kun har utvunnet ur. Kvaliteten, steinstørrelse og mengden på bruddene tilsier at mengden filtermasse som trengs vanskelig vil kunne leveres lokalt. Mengdeberegninger antyder at prosjektet vil kunne være selvforsynt med kjernemasse. Flyfoto og batymetri antyder lav løsmassemekthet, og dermed at det vil bli nødvendig med utdyping i berg. Med slik utdyping i berg i sjø er det vanskelig å fremskaffe blokk til plastring. Det er derfor mest sannsynlig at plastringsblokk må transporteres på

lekter fra eksternt brudd, noe som vil gi betydelige transportkostnader. Totalkostnaden vil derfor være betydelig høyere enn for vanlige moloprosjekter.

For videre arbeider anbefaler Norconsult at mer detaljerte mengdeberegninger blir utført etter innhenting av grunnboringer som viser dybde til berg. Lokale brukere melder om at det tidvis kan være drag i havna som gjør liggeforhold utfordrende. Det bør gjøres mer detaljerte bølgeanalyser som også undersøker muligheten for resonans i bølgebassenget grunnet langperiodiske bølger.



Figur 1-1: Alternativ 3.



Figur 1-2: Alternativ 4f

I denne rapporten er alternativ 3 bygd opp av *moloen fra alternativ 3* og *mudringen fra alternativ 1* i Multiconsult-rapporten fra 2014. Alternativ 3 her er dermed ikke identisk med alternativ 3 fra Multiconsult.

## Innhold

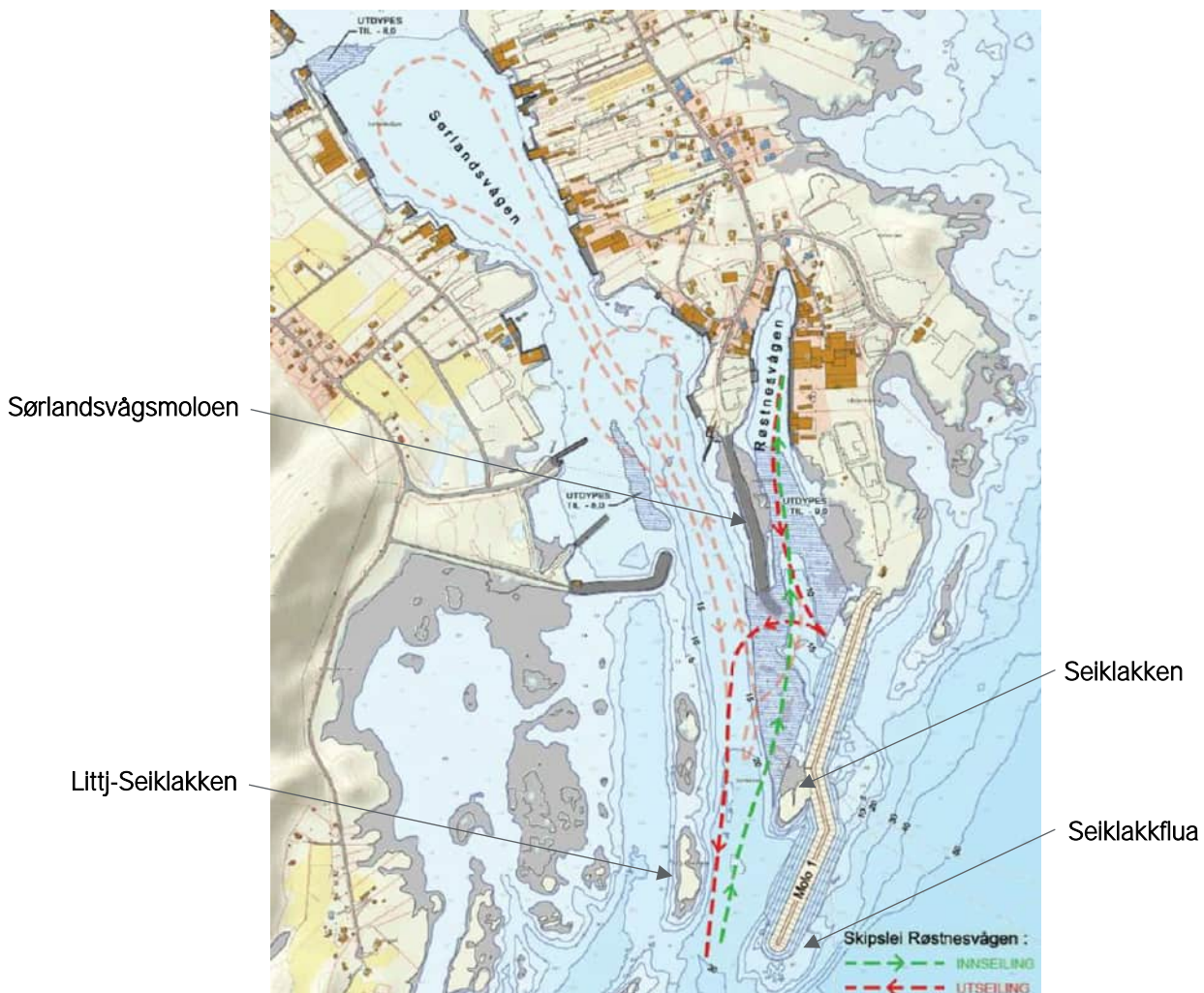
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Underlagsdata</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Metode</b>	<b>10</b>
3.1	Kotekart	10
3.2	Mengdeberegning	10
3.3	Batymetri til bølgemodell	11
3.4	Bølgeanalyse	11
3.4.1	<i>Dønningsbølger</i>	12
3.4.2	<i>Vindsjø</i>	14
<b>4</b>	<b>Belastning</b>	<b>15</b>
4.1	Bølger	15
4.1.1	<i>Tidligere studier</i>	15
4.1.2	<i>Forslag til endelig verdi</i>	15
4.2	Vann-nivå	21
<b>5</b>	<b>Alternativer</b>	<b>22</b>
5.1	Alternativ 0	22
5.2	Alternativ 1 til 3	22
5.2.1	<i>Alternativ 1</i>	23
5.2.2	<i>Alternativ 2</i>	24
5.2.3	<i>Alternativ 3</i>	25
5.2.4	<i>Mudring</i>	26
5.3	Alternativ 4 til 6	27
5.3.1	<i>Alternativ 4f</i>	27
5.3.2	<i>Alternativ 5</i>	29
5.3.3	<i>Alternativ 6</i>	31
<b>6</b>	<b>Resultat</b>	<b>33</b>
6.1	Alternativ 0	34
6.2	Alternativ 1	35
6.3	Alternativ 2	36
6.4	Alternativ 3	37
6.5	Alternativ 4f	38
6.6	Alternativ 5	39
6.7	Alternativ 6	40
6.8	Samlet resultat	41

<b>7</b>	<b>Molodimensjonering</b>	<b>45</b>
7.1	Tverrsnittsutforming	46
7.2	Betongelementer	47
7.3	Alternativ utforming molohode	48
<b>8</b>	<b>Steinbrudd</b>	<b>50</b>
8.1	Lokale brudd	50
8.2	Eksterne brudd	50
8.3	Samferdselsprosjekter	52
<b>9</b>	<b>Volumberegning og Kostnader</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>Anbefalt alternativ</b>	<b>57</b>
<b>11</b>	<b>Videre arbeider</b>	<b>58</b>
<b>12</b>	<b>Referanser</b>	<b>59</b>
	<b>Vedlegg til rapport</b>	<b>1</b>
<b>Vedlegg A</b>	<b>Situasjonsskisse alternativ 4a til 4e</b>	<b>2</b>
A.1	4a	2
A.2	4b	3
A.3	4c	4
A.4	4d	5
A.5	4e	6
<b>Vedlegg B</b>	<b>Ekstra resultater</b>	<b>8</b>
B.1	Bølger fra 210 grader	8
B.2	Bølger fra 150 grader	10

# 1 Innledning

Kystverket skal utrede og planlegge tiltak for å bedre forholdene i innsailing til Værøy havn. Spesielt innsailingen til Røssnesvågen er i dag problematisk. Multiconsult utredet i 2014 en løsning som innebærer etablering av en felles innsailing ved etablering av en ny 700 m lang molo, fjerning av ytterste del av eksisterende molo mellom Sørlandsvågen og Røssnesvågen, i tillegg til utdyping. Dette konseptet lå til grunn for kommunens innspill til Kystverket i 2014, og støttes fortsatt av lokale aktører og kommune.

I kommunestyrevedtaket fra 2014 står det at kommunen skal arbeide med å få en sikrere innsailing til Røssnes- og Sørlandsvågen. Den nye innsailingen skal basere seg på alternativ 3 skissert i Multiconsult-rapporten fra 2014 [1] og [2]. Vedtaket sier også at det skal utføres modellstudier for å bekrefte at valgte alternativ oppfyller den ønskede hensikt med å skape en roligere innsailing særlig til Røssnesvågen, samt skape rolige forhold for skip til kai inne i vågene.



Figur 1-1: Alternativ 3 fra Multiconsult-rapport 2014. Her er også inn- og utsailing til både Sørlands- og Røssnesvågen illustrert.

Alternativ 3 i Multiconsult-rapporten innebærer en lang molo ut til Seiklakkflua, og lite fjerning av dagens Sørlandsvågsmolo. Dette gir fortsatt en lang og smal innseiling til Røssnesvågen med lite manøvreringsrom. Denne rapporten tar utgangspunkt i Multiconsult-rapporten og innstillingen fra kommunen når mest gunstige layout for innseilingen skal undersøkes.

Det legges hovedvekt på følgende forhold når mest gunstige utforming av innseiling skal finnes:

- ❖ Roligere og bedre bølgeforld i innseilingen
- ❖ Like eller bedre liggeforld inne i havna (sammenlignet med dagens situasjon)
- ❖ Økonomi

Multiconsult utredet i 2014 et konvensjonelt molotverrsnitt, som resulterte i at det var behov for svært stor blokk for å motstå de harde bølgeforldene på Værøy. Erfaringsmessig egner konvensjonelle moloer seg dårlig i så værharde strøk, så kun skuldermolo blir vurdert i denne rapporten.

Moloalternativene kostnadsberegnes med ulik tilgang på lokale og eksterne masser for de ulike fraksjonene i moloen. Det er svært begrenset med lokale steinbrudd som vil kunne levere stein til et slikt prosjekt, så byggekostnaden vil i stor grad bli bestemt av masseforbruk, og om det finnes masser lokalt eller eksternt.

## 2 Underlagsdata

Følgende data er benyttet i mengdeberegning og til bølgemodellering:

- Værøy Grunnlagsmåling utført 05.06.2016 mottatt fra Kystverket.
  - o Detaljert punktsky av innsailing med oppløsning 1x1 m
- FKB (Felles KartdataBase) data for aktuelle landdata [3].
- Manglende dybde data som ikke er omfattet av punktskyen ble lastet ned fra Geonorge [4].

Disse tre datakildene ble benyttet til å bygge beregningsunderlaget for mengdeberegningen og topografien til bølgemodelleringen.

I tillegg er tidligere rapporter fra Multiconsult benyttet:

- Multiconsult, «712283-TVF-RAP-001 Felles innsailing til havnene på Værøy,» 2014-06-15. [1]
- Multiconsult, «712283-RIMT-RAP-001 Felles innsailing til havnene på Værøy Forprosjekt- Vedlegg 1: Bølgeberegninger,» 2014-06-15. [2]

### 3 Metode

Dataunderlaget fra sjøbunns scanning, Georange og FKB-data er bearbeidet i Autocad Civil 3D med Novapoint 2022 for å lage kotekart og terrengmodell for mengdeberegning og bølgeomodell.

Koordinatsystem: UTM 33N  
Høydedatum: Sjøkartnull (lik LAT)

#### 3.1 Kotekart

Sjøbunns scanningen er komplett for hele det aktuelle området for molo og mudring, som gir tilstrekkelig nøyaktighet for mengdeberegning. Dataene er derimot fra 2016, som var før utforming av nytt molohode på Sørlandsvågsmoloen, samt den nye fyllingen til Lofoten Vikings anlegg ytterst i Røssnesvågen. Kartdataene er derfor utdaterte i enkelte små områder. I de grunne områdene inn mot vågene samt ute på dypt hav utenfor innselling mangler det dybde data som trengs for bølgeomodellen.

Her er dybde data fra Georange supplert utenfor områdene som dekkes av sjøbunns scanningen. Begge dataset har høyder i LAT. Landdata med skjær og kystkontur er lastet ned fra FKB og hevet med 1.73 m for å korrigere mellom NN2000 og LAT.

Landdata er hentet inn som kotekart, mens dybde data er i punktsky. Punktskyene er behandlet i Novapoint for å lage kotekart med 1 m ekvidistanse.

Dette underlaget ligger til grunn for mengdeberegning og batymetri til bølgeomodell.

#### 3.2 Mengdeberegning

Mengdeberegning er gjort i Novapoint terrengmodell og beregnet i tre steg.

1. Underfylling med kjernemasse fra -12 m LAT til sjøbunn (hvor aktuelt)
2. Molo fra molotopp til underfylling eller sjøbunn over -12 m LAT
3. Kjerne og filtermasse innenfor antatt blokklag ned til underfylling / sjøbunn over -12m LAT
4. Etterbehandling og mellomregning i Excel av de forskjellige fraksjonene til molo og utdyping.

Sentrale parametere lagt til grunn i mengdeberegning er listet opp i tabellen under.

Tabell 3-1: Parametere brukt i mengdeberegning

Parameter	Valgt verdi	Kommentar
Helning molo/utfylling	1:1.3	Vanlig rasvinkel for tipping av grove masser uten særlig behov for ekstra mekanisk bearbeiding
Helning mudringskråning, løsmasser	1:1.5	Antatt naturlig rasvinkel for dårligere løsmasser (sand, silt, organisk etc.)
Helning utdyping i berg	10:1	Tilnærmet vertikalt.
Utvidelseskoeffisient berg <sup>a)</sup>	1.4	Kan være litt lav. Er diskutert under tabell.
Utvidelseskoeffisient løsmasser <sup>a)</sup>	1.0	Antar ingen beregningsmessig utvidelse.
Andel berg	30% <sup>b)</sup>	Det er generelt antatt 30% berg i totalt mudringsvolum
<sup>a)</sup> Hentet fra [5]. Se kommentar under.		
<sup>b)</sup> Antar at andelen er større, men 30% er valgt konservativt med tanke på økonomi.		

Utvidelseskoeffisienten for berg og løsmasser ble valgt som erfaringsverdier fra Sikringshåndboka til NVE [5], som igjen referer til verdier fra tabell B.3 i NS3420 og tabell 7.4-1 i Prosesskode 1 – Håndbok R761. Underveis i arbeidet kom det frem at Kystverkets erfaring er at 1.4 i utvidelse er noe lavt. Ved sprengning under vann er usikkerhetene større, og kravet til absolutt minste seilingsdybde gjør at entreprenør gjerne tar godt i. I dette prosjektet er seilingsdybde satt til -9.0 m og det er mengdeberegnet i modellene ned til -9.5 m for å ta høyde for toleranser etc. Det er likevel områder hvor man må forvente flåsprenging av berg som også generer mye mer berg enn beregnet, ettersom man må bore en del dypere enn det som er nødvendig for tynne tykkelser.

Alt i alt ble 1.4 fortsatt brukt for å sørge for samme beregningsforutsetninger for alle alternativer, men 1.4 kan være noe lite konservativt.

### 3.3 Batymetri til bølgemodell

For å unngå at det akkumuleres feil ved gjentatte importeringer og eksporteringer i Civil 3D og Novapoint er de reneste kotekartene benyttet til å generere kart for hele området. Da er kotene fjernet i overlappende områder i følgende prioritert rekkefølge før molo og mudring er lagt inn:

1. Mudring og molo
2. Sjøbunnscanning
3. FKB landdata
4. Geonorge dybde data

Kotekartet er eksportert til punktsky som KOF-fil i Novapoint, og deretter rensket for å få en ren koordinatfil.

Punktskyen er i svært god oppløsning og har punkter mye tettere enn hensiktsmessig eller mulig for bølgemodellen SMS:CGWAVE å benytte. Surfer er benyttet for å hente ut punkter i rutenett på 5x5m fra den komplette punktskyen.

Den nye punktskyen er brukt i SMS:CGWAVE som underlag for de numeriske beregningene.

Dette er gjort for alle alternativer beskrevet i kapittel 5.

### 3.4 Bølgeanalyse

Bølgeanalysene er utført med modell-verktøyet SMS. Sektoren for innkommende bølger mot havna ligger mot sør-sørøst. Den tyngste sjøen kommer ute fra Norskehavet, hvor de store dønningsbølgene kommer fra. Ser man på en stor storm fra storhavet med dønningsbølger antar man at denne er i en fullt utviklet sjøtilstand, og at bølgende derfor ikke kan bli større. Dette er de største bølgene som vil bli dimensjonerende for moloen.

De lokale brukerne og fergekapteinene har gitt tilbakemelding på at innselling kan være mest utfordrende ved tung vindsjø fra sørøst over Vestfjorden. Det er derfor i tillegg gjort numeriske analyser av tilstanden på Værøy ved vindbølger fra sørøst.

Begge tilfellene er analysert med vannstand på Sikkerhetsklasse F2 med klimapåslag som ivaretar stormflo, havnivåstigning og landheving. I tillegg er det kjørt med returperiode på 1 år og 200 år. Totalt fire scenario per alternativ.

### 3.4.1 Dønningsbølger

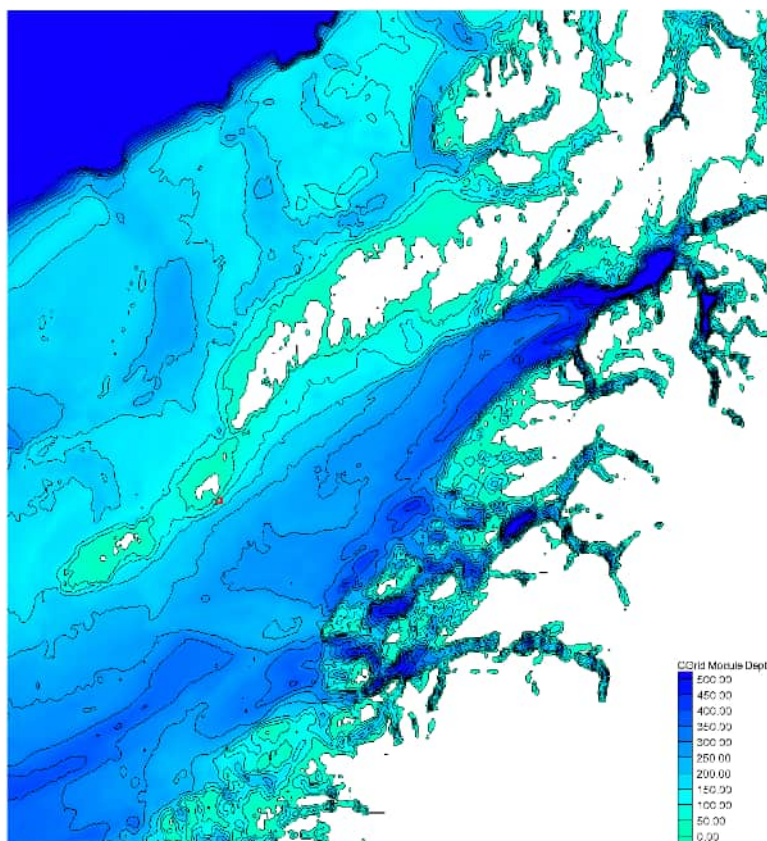
Analysene med dønningsbølger er gjort i en totrinns-prosess.

1. Kjører en spektral bølgemodell som følger bølgene fra et hindcastpunkt sør for Røst/Værøy og inn til et punkt ca. 2 km sør for Sørlandsvågen. Se Figur 3-1. Situasjonen er den som er funnet å gi høyest bølger av alle de undersøkte retninger fra sør til nord-vest for en storm med 200-års og 1-års returperiode. Dette er den situasjonen som vil gi størst bølgepåkjenning og være dimensjonerende for moloen. Spektrene er generert fra følgende innkommende bølger (i åpent hav):

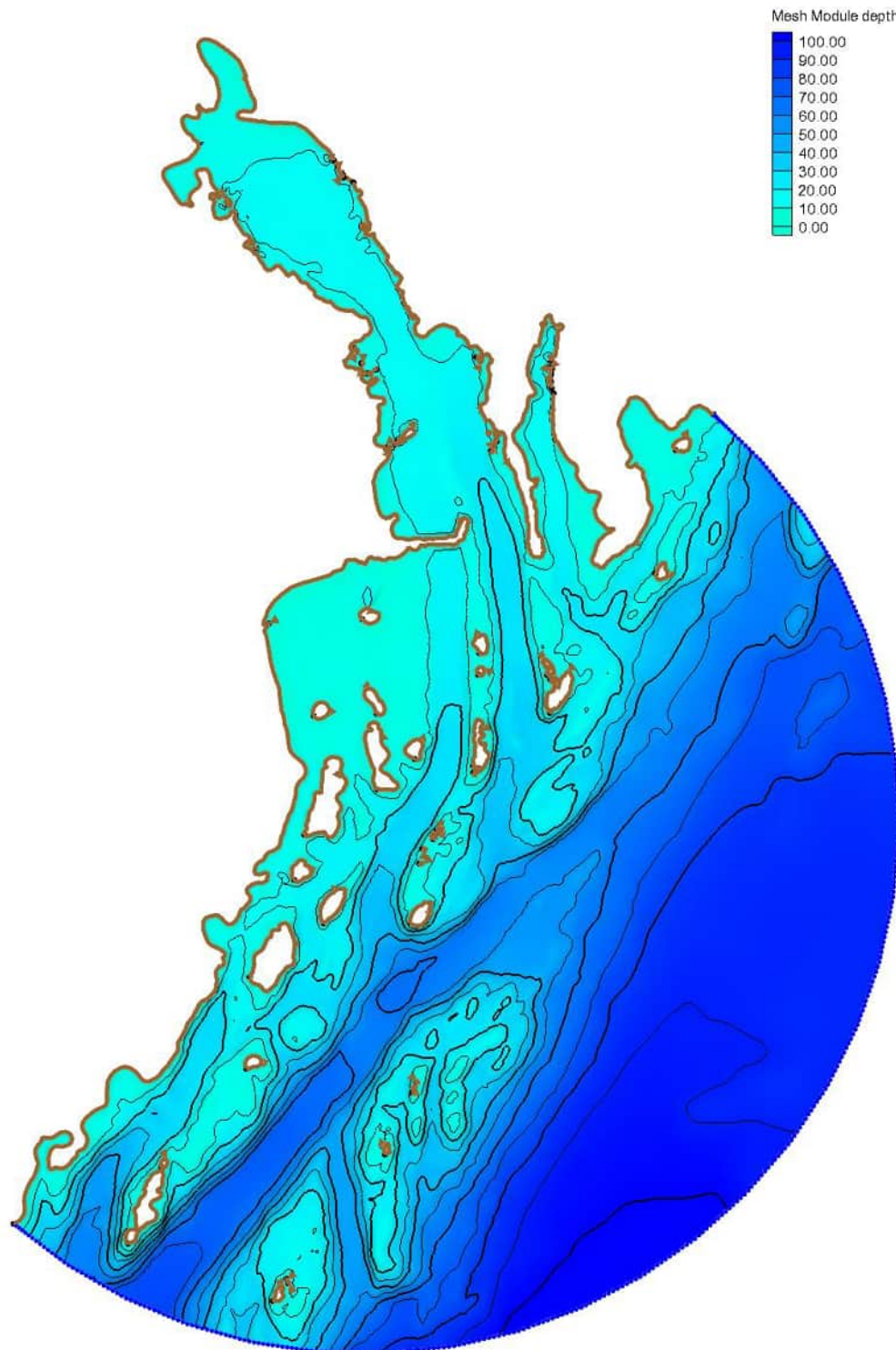
Tabell 3-2: Parametere for bølgespekter i åpent hav

	1-års returperiode	200-års returperiode
Signifikant bølgehøyde, Hs	8.7 m	12.8 m
Retning (i åpent hav)	210°	210°
Spektral topp-periode	14.0 s	16.0 s

2. I det angitte punktet sør for Sørlandsvågen overtas modelleringen av detaljert frekvens-plan modell, der spekteret fra trinn 1 sendes videre inn mot innselling. Bølgehøyden som kan observeres i de aktuelle molostraseene vil nå være den dimensjonerende bølgehøyden på stedet. Se Figur 3-2.



Figur 3-1: Stor havmodell for Lofoten og Vestfjorden (Trinn 1). Innselling Værøy er markert med rød ring



Figur 3-2: Detaljert modell av innselling til Værøy havn, dagens situasjon. Dybdekoter hver 20. meter med tykk strek.

### 3.4.2 Vindsjø

Vindsjø fra Vestfjorden er også kontrollert. Vindbølgene vil kunne bevege seg uhindret over Vestfjorden på dypt vann frem til de treffer Værøy, og det er derfor antatt at et bølgespekter kan bli benyttet direkte på detaljmodellen, trinn 2.

Det er utført en analyse av bølgene som kommer fra sektoren over Vestfjorden, målt ved hindcastpunkt 66.99 N, 11.52 Ø. Disse bølgene viser at den største energien ligger i bølgene med 150°. En ekstremverdiberegning gir følgende underlag for generering av bølgespekter for 1-års og 200-års returperioder.

Tabell 3-3: Vindbølger fra Vestfjorden

	1-års returperiode	200-års returperiode
Signifikant bølgehøyde, Hs	3.4 m	5 m
Retning (i åpent hav)	150°	150°
Spektral topp-periode	12.0 s	14.0 s

Dimensjonerende bølgehøyder er basert på en modell *uten* de planlagte moloene for ekstremtilfellet. Dette gir den beste indikasjonen på de bølgene som treffer moloen, se avsnitt 4.1.2 *Forslag til endelig verdi*.

Situasjonen inne i havna og i innseilingen er modellert for aktuelle konfigurasjoner: dagens situasjon (alternativ 0, ingen molo) og alle alternativer beskrevet i kapittel 5.

## 4 Belastning

### 4.1 Bølger

#### 4.1.1 Tidligere studier

##### 4.1.1.1 Multiconsult 2014

Løsninger for forbedring av innsailing til Værøy er tidligere utredet av Multiconsult i 2014 [1] [2]. Hovedvekten i bølgeberegningene er lagt på estimater på oppnåelig demping av havbølger inne i havnebassenget og i innsailingen.

I rapporten [2] sies det at:

*«grovestimert 100 års bølge på utsiden av moloen: Hs 6.5 m, Tp 8 – 12 sek».*

100 års returperiode var en del brukt på rapport-tidspunktet, selv om man også var begynt å anvende 200 år for å få dimensjoneringen konform med (daværende) regelverk TEK10.

##### 4.1.1.2 SINTEF 2009

SINTEF undersøkte konsekvensene av å fjerne noen grunner i innsailingen til Værøy, men uten å vurdere effekten av eller behovet for moloer [6]. Det ble i denne undersøkelsen ikke gjort vurderinger av (dimensjonerende) bølgehøyder. Beregningene gikk ut på å se på hvilke effekter utdypingen kunne ha for liggeforhold i havna, og det ble benyttet en konstant, antatt typisk 1-års verdi som inngående bølgehøyde.

##### 4.1.1.3 Norconsult 2012

Norconsult har undersøkt forholdene ved AVINORs helikopterlandingsplass som ligger på østsiden av Værøy [7]. Avstanden fra det mulige molostedet til AVINORs anlegg er i størrelse 600 – 700 m, men det er likevel stor forskjell på bølge-eksponeringen.

#### 4.1.2 *Forslag til endelig verdi*

Ingen av de tidligere studiene gir en sikker beregning av dimensjonerende bølgehøyde mot moloene.

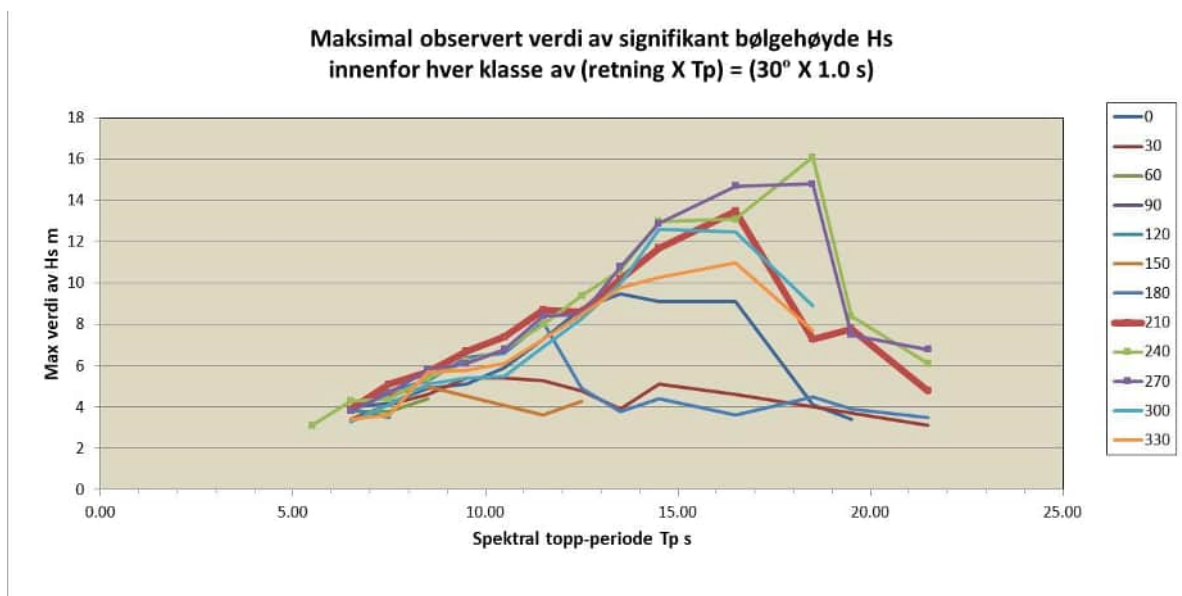
For å kunne foreslå en dimensjonerende verdi for bølger er det derfor gjennomført en ny bølge-analyse basert på nye data. Følgende forutsetninger er lagt til grunn.

1. Havbølger fra SV- sektor utgjør den største belastningen på eventuelle nye moloer. Vindbølger antas å være inkludert i havbølgene under stormer på dimensjonerende nivå.
2. Vi legger til grunn en situasjon med 200 års returperiode, hvilket er i overensstemmelse med TEK17 [8]. Dette regelverket gjelder formelt sett ikke for et slikt anlegg, men alternativet vil være å benytte 100 år returperiode. Forskjellen mellom 100 år og 200 år returperiode er imidlertid i størrelse 5 %, hvilket kan regnes som ubetydelig i denne sammenheng.

Spredningsdiagram (scatterdiagram) for et beregningspunkt rett sør for Røst er vist i Tabell 4-1. Bølger for dette havområdet er undersøkt med en bølgemodell, og modellen viser at de høyeste bølgene ved Værøy nær innsailingen til havna inntreffer ved en bølgeretning i åpent hav på 210°.

Tabell 4-1: Scatterdiagram for hindcastpunkt N 66.99° / Ø 11.52° 1957 – 2014; signifikant bølgehøyde vs retning

	Hs		vs direction										66.99 / 11.52		09 sep 57		30 juni 2014		Sum	Marg. distr.	Cum. distr.
	Hmo m	345 15	15 45	45 75	75 105	105 135	135 165	165 195	195 225	225 255	255 285	285 315	315 345	Sum	Marg. distr.	Cum. distr.					
< 0.50	305	199	17	4	1	2	44	177	460	387	107	111	1814	0.011	0.011						
1.00	4973	1687	207	49	31	83	481	1677	5780	5184	1344	1843	23339	0.141	0.151						
1.50	6808	1497	411	50	30	198	717	2859	8277	7099	1538	2819	32303	0.195	0.346						
2.00	5155	808	312	11	15	302	811	3092	7239	5564	1192	2638	27139	0.163	0.509						
2.50	3357	363	149	6	13	279	745	2906	5518	4546	932	2104	20918	0.126	0.635						
3.00	2230	161	51		5	156	564	2567	4610	3696	834	1597	16471	0.099	0.735						
3.50	1359	75	17		2	74	422	2087	3758	2962	645	1198	12599	0.076	0.810						
4.00	836	23	4		5	32	244	1657	2933	2163	508	841	9246	0.056	0.866						
4.50	460	15	1			6	146	1227	2210	1513	357	597	6532	0.039	0.906						
5.00	268	11				3	91	916	1700	1102	259	375	4725	0.028	0.934						
5.50	147	7					29	687	1277	842	183	247	3419	0.021	0.955						
6.00	103						24	456	899	559	131	155	2327	0.014	0.969						
6.50	46						5	294	631	440	94	97	1607	0.010	0.978						
7.00	25						3	170	456	341	72	61	1128	0.007	0.985						
7.50	12						1	119	351	234	68	28	813	0.005	0.990						
8.00	8						1	83	229	185	49	25	580	0.003	0.993						
8.50	5						1	52	161	132	35	18	404	0.002	0.996						
9.00	4							25	83	87	25	11	235	0.001	0.997						
9.50	7							10	73	56	13	6	165	0.001	0.998						
10.00								12	37	40	8	4	101	0.001	0.999						
10.50								7	17	24	10	1	59	0.000	0.999						
11.00								3	15	16	4	1	39	0.000	0.999						
11.50								1	14	9	2		26	0.000	1.000						
12.00								1	11	7	3		22	0.000	1.000						
12.50									12	5	3		20	0.000	1.000						
13.00									4	4	1		9	0.000	1.000						
13.50								1	3				4	0.000	1.000						
14.00									1	2			3	0.000	1.000						
14.50										2			2	0.000	1.000						
15.00									1	2			3	0.000	1.000						
15.50													0	0.000	1.000						
16.00													0	0.000	1.000						
16.50									1				1	0.000	1.000						
17.00													0	0.000	1.000						
17.50													0	0.000	1.000						
18.00													0	0.000	1.000						
18.50													0	0.000	1.000						
19.00													0	0.000	1.000						
19.50													0	0.000	1.000						
20.00													0	0.000	1.000						
Sum	26108	4846	1169	120	102	1135	4329	21086	46761	37203	8417	14777	166053								
Marg. distr.	0.157	0.029	0.007	0.001	0.0006	0.007	0.026	0.127	0.282	0.224	0.051	0.089	166053								
Cum. distr.	0.157	0.186	0.193	0.194	0.195	0.202	0.228	0.355	0.636	0.860	0.911	1.000									
Average	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		mean	max.																		
Hm0		2.42	16.10																		



Figur 4-1: Fordeling av de høyeste observerte verdier av signifikant bølgehøyde innenfor hver 30° retningsklasse fordelt på spektral topp-periode

Figur 4-1 viser fordelingen av de høyeste observerte verdier av signifikant bølgehøyde innenfor hver 30° retningsklasse fordelt på spektral topp-periode. I figuren er data for retning 210° vist med tjukk, rød linje. Figuren viser at for denne retninger har den høyeste bølgen ( $H_{m0} = 13.5$  m) en  $T_p$ -verdi på 16 – 17 s.

Figur 4-2 viser en dybdemodell for Lofoten og Vestfjorden. Denne modellen er benyttet til å bestemme bølgetilstanden ved et punkt ca. 2 km sør for innløpet til Røssnesvågen. Modellen er benyttet til å beregne eller fastslå at:

- inngående bølgespektrum i det angitte punktet sør for Røssnesvågen
- de høyeste bølgene i punktet opptrer ved en bølgeretning i åpent hav på 210°;

En analyse av data fra Tabell 4-1 viser at bølgehøyden ved 200 års returperiode fra retning 210° er

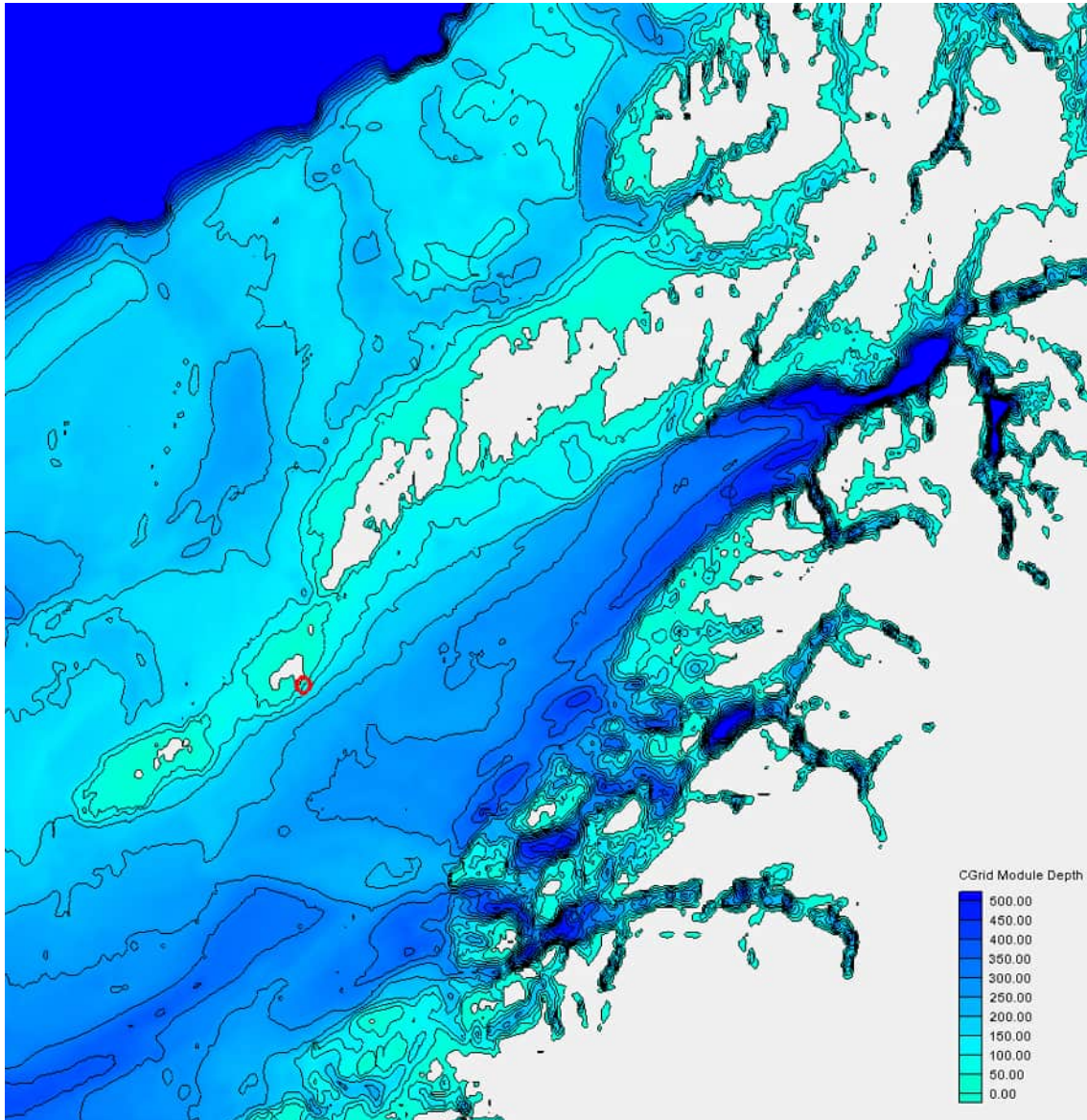
$$H_{m0} = 13.0 \text{ m med antatt periode } T_p = 16.0 - 17.0 \text{ s.}$$

Det bølgespekteret som opptrer i punktet sør for Røssnesvågen når vi sender inn de antatte 200 års bølgene fra retning 210° er så benyttet i den videre analysen av hvordan bølgene når fram til innselling og videre inn i havna.

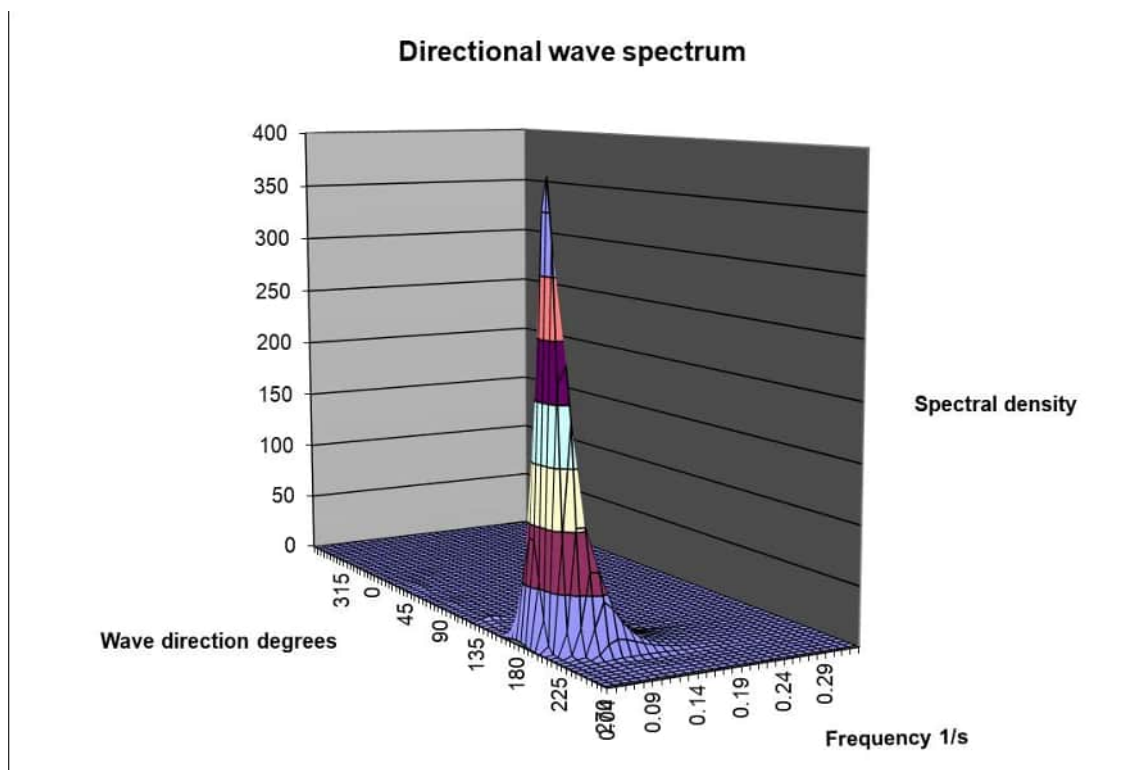
I det angitte punktet er beregnet bølgetilstand:

$$H_{m0} = 9.4 \text{ m med antatt periode } T_p = 16.0 - 17.0 \text{ s med ny hovedretning } 195^\circ.$$

Spekteret er vist i Figur 4-3, og figuren viser et spektrum som er lite endret med unntak av at bølgehøyden er gått noe ned.



Figur 4-2: Dybdemodell for farvannet rundt Lofoten og Vestfjorden. Værøy er markert med rød ring



Figur 4-3: Bølgespektrum ved et punkt ca. 2 km sør for Røssnesvågen; ved inngående bølger i åpent hav med 200 års returperiode fra retning 210°

Figur 4-4 viser utsnitt av en mer detaljert modell som dekker bare innseilingen til havna og havna. Denne figuren viser hvordan bølgene forplanter seg fra det oppgitte punktet sør for Røssnesvågen og inn over de grunne områdene nær innseilingen. I Figur 4-4 er bølgetoppen rød og bølgedal er grønn. Lokal bølgeretning er angitt med piler.

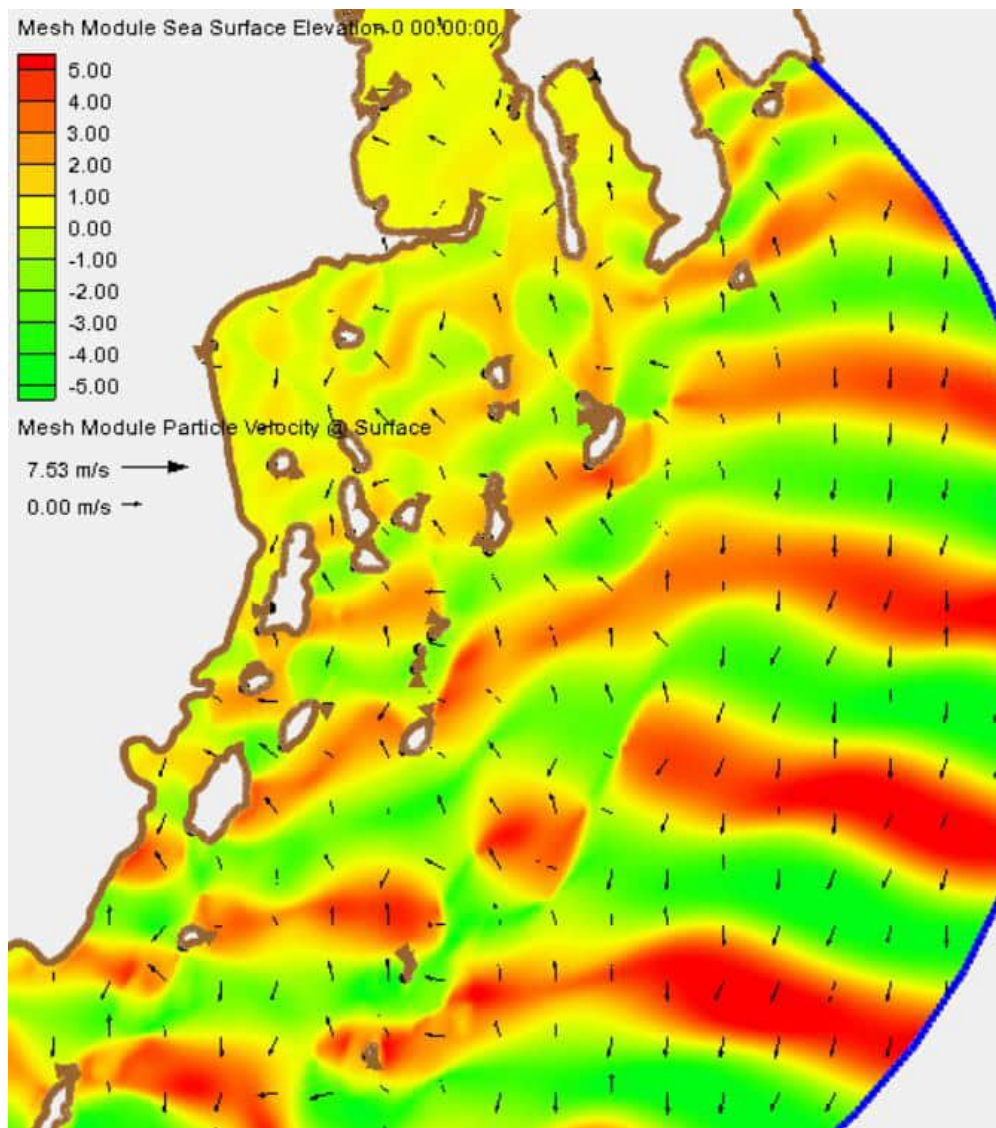
Figur 4-5 viser fordelingen av signifikant bølgehøyde ved de aktuelle molostraséene og inne i havna uten nye moloer (eksisterende situasjon, 200 års returperiode). For vårt formål, som er dimensjonering av moloen, er det mest korrekt å ta hensyn til den bølgehøyden som observeres i en avstand på 100 – 150 m fra moloaksen. I Figur 4-5 viser at bølgehøyden i den ytre (østre) raden av observasjoner varierer mellom ca. 5.0 m og 6.0 m. I den neste raden, nærmere molostraséen, er bølgehøydene rundt 4.5 m. Imellom disse to radene er det noen punkter med større bølgehøyder, men dette er grunner og skaller der bølgene bryter. Slik brytning vil føre til energitap og at bølgehøyden reduseres.

På dette grunnlaget mener vi at det er forsvarlig og konservativt å legge til grunn en dimensjonerende bølgesituasjon som følger:

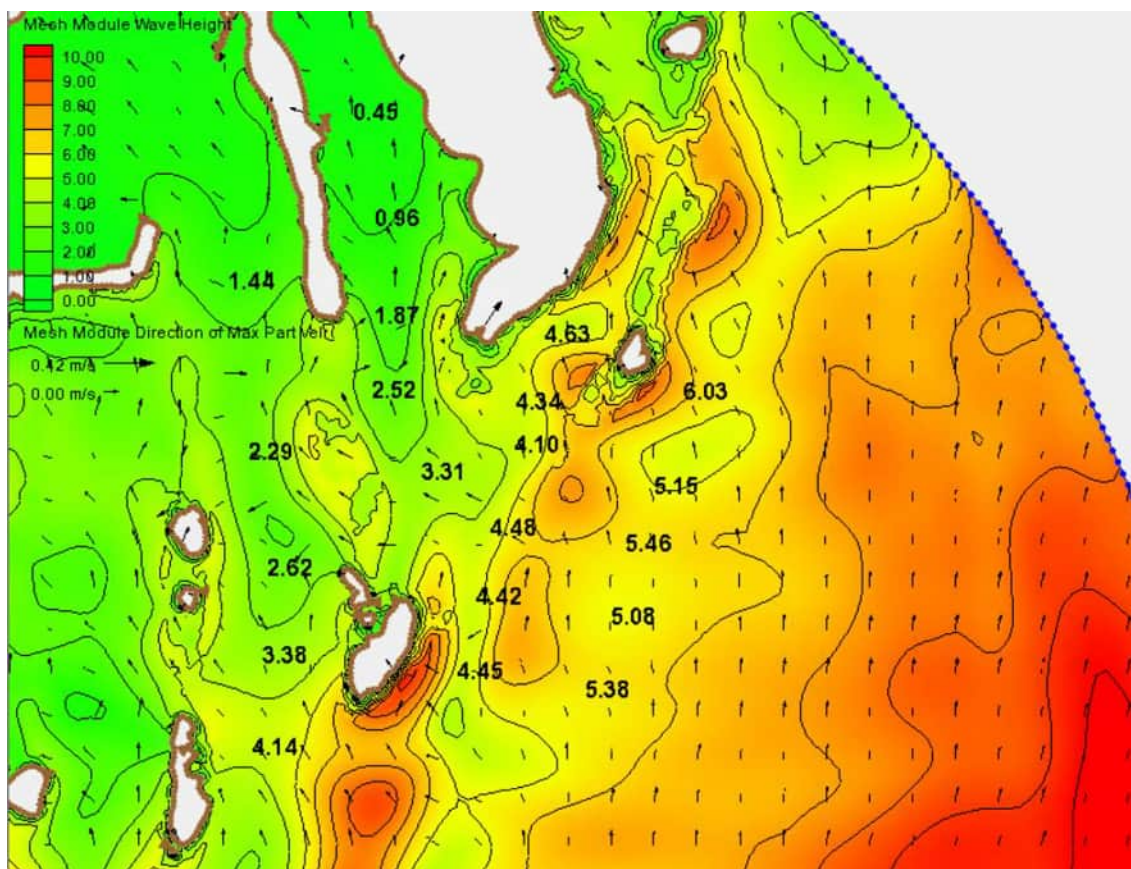
$$H_{m0,200\text{ år}} = 5.0 \text{ m med antatt periode } T_p = 16.0 - 17.0 \text{ s, med ny hovedretning } 120^\circ, \\ \text{antatt perpendikulært på moloaksen.}$$

Dette er lavere bølgehøyde enn det Multiconsult konkluderte med i 2014. Dette skyldes i hovedsak at Multiconsult gjorde et grovestimat, og dermed antagelig var konservative i sine antagelser. I tillegg ligger moloene som nå undersøkes på innsiden av Seiklakken, og strekker seg ikke ut til Seiklakkflua som ligger på mer eksponert vann.

Det er derfor ikke unaturlig at Multiconsult antok en større bølgehøyde i 2014, og at denne kan reduseres på dette stadiet.



Figur 4-4: Øyeblikksbilde av sjøoverflaten ved antatt 200 års sjøtilstand fra 210° i åpent hav



Figur 4-5: Fordeling av signifikant bølgehøyde ved innseilingen til havna i en 200 års tilstand. Tallene viser signifikant bølgehøyde i det angitte punktet.

## 4.2 Vann-nivå

Tabell 4-2: Vannstands nivåer for Værøy kommune, hentet fra Sehavniva.no [9].

Nivå	Nivå over LAT
Sikkerhetsklasse 2 med klimapåslag	+ 482 cm
Høyvann med 50 års gjentakintervall	+ 390 cm
HAT	+ 324 cm
Middel spring høyvann	+ 275 cm
Normalnull 2000	+ 173 cm
LAT / Sjøkartnull	+ 0.0

## 5 Alternativer

I dette kapitlet presenteres alle alternativene som ble analysert i arbeidet. Prosessen var en løpende prosess med en innledende runde med analysering av alternativ 1 til 3, hvor alternativ 3 var tilnærmet likt alternativ 3 fra Multiconsult sitt arbeid.

Etter dette arbeidet, og samtaler med lokale aktører på Værøy, ble det utvidet til å undersøke alternativ 4 til 6. Alternativ 4 viste seg å gi mest lovende resultater med hensyn til kostnad mot virkning, og tilbakemeldinger fra lokale brukere. Deretter ble det utført en iterativ prosess på alternativ 4b til 4f for å optimalisere design mot flere brukere samt sammenligne forhold i havna. I denne oversikten presenteres kun alternativ 4f. Ettersom det er til dels små forskjeller mellom alternativ 4a til 4f er skisse av alternativ 4a til 4e vist i vedlegg.

### 5.1 Alternativ 0

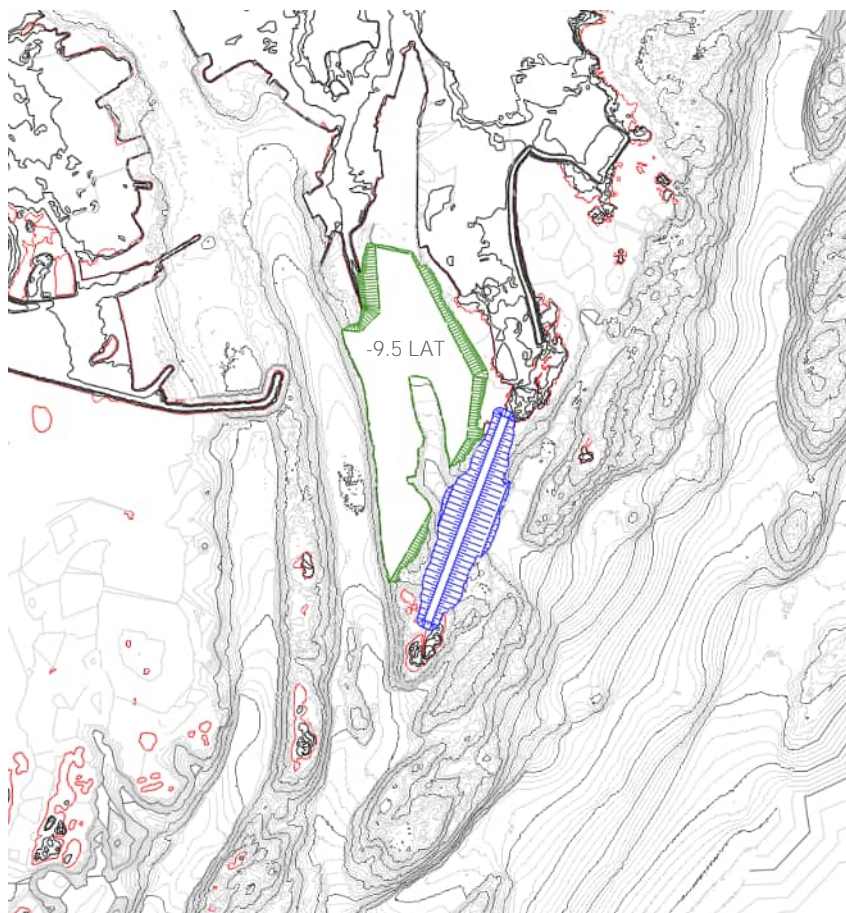
«Nullalternativet» er ingen molo eller mudring, altså dagens situasjon. Dette tilfellet er sammenligningsgrunnlaget for å estimere hvor mye effekt på forholdene hvert av moloalternativene gir.

### 5.2 Alternativ 1 til 3

Alternativ 1 til 3, er alle basert på utformingen av moloene fra Multiconsultrapporten. Alle disse alternativene har et likt mudringsområde/volum som er presentert i avsnitt 5.2.4.

### 5.2.1 Alternativ 1

Alternativ 1 har en rett molo fra fastland ut til Seiklakken på omtrent 340m. Dette alternativet utnytter ikke batymetrien, men er den korteste moloen i lengde. Masseforbruket sammenlignet med alternativ 2 er noe større på grunn av dybden midt på moloen. Mudring er diskutert i delkapittel 5.2.4.



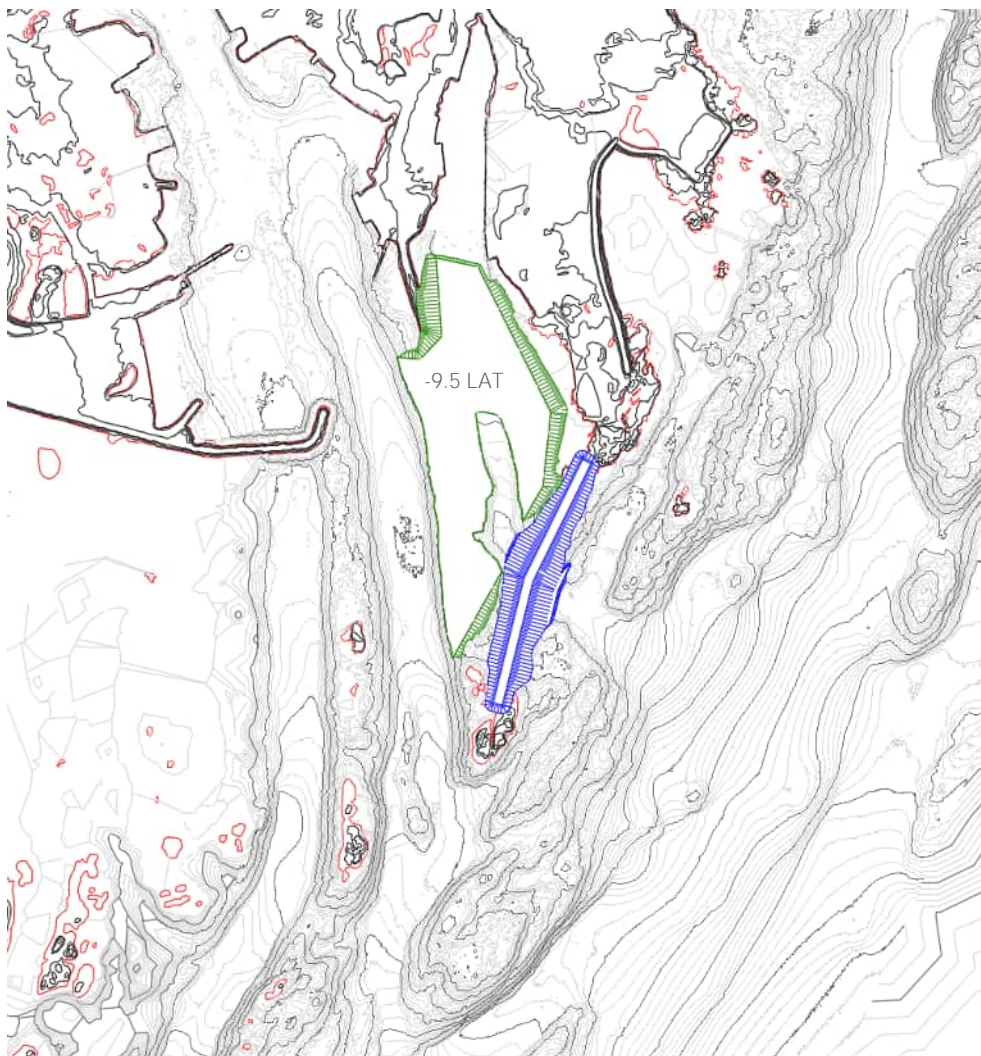
Figur 5-1: Oversiktsplan alternativ 1. Mudring til -9.5m LAT i grønt. Røde streker er +0.0 LAT.

Tabell 5-1: Masseberegning alternativ 1.

	Blokk [ $m^3$ ]	Filter [ $m^3$ ]	Kjernemasse [ $m^3$ ]	Total masse [ $m^3$ ]
Alternativ 1	134 000	10 300	104 000	248 300

### 5.2.2 Alternativ 2

Alternativ 2 har en knekk på moloen for å utnytte grunnere forhold lengre inn mot Røssnesvågen med tanke på masseforbruk. Knekket på moloen er begrenset av mudringsfeltet og nødvendig plass i innsellinga til Røssnesvågen. Lengden på moloen er kun noen få meter kortere, men har mindre masseforbruk enn alternativ 1 på grunn av topografien. Mudring er diskutert i delkapittel 5.2.4.



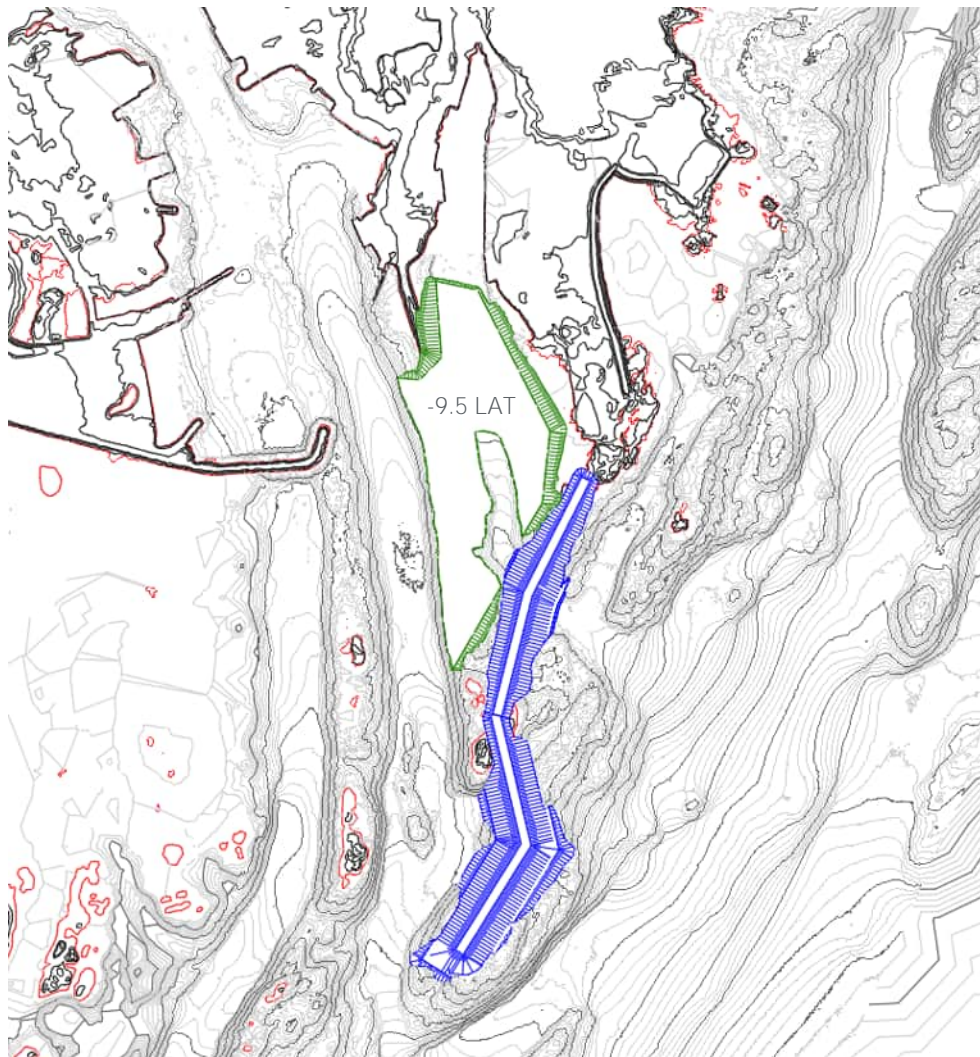
Figur 5-2: Oversiktsplan alternativ 2. Mudring til -9.5m LAT i grønt. Røde streker er +0.0 LAT.

Tabell 5-2: Masseberegning alternativ 2.

	Blokk [ $m^3$ ]	Filter [ $m^3$ ]	Kjernemasse [ $m^3$ ]	Total masse [ $m^3$ ]
Alternativ 2	123 000	10 250	105 000	238 250

### 5.2.3 Alternativ 3

Alternativ 3 har lik molo som alternativ 2 frem til Seiklakken, men har en fortsettelse helt ut til Seiklakkflua. Det er generelt dypere forhold ut til Seiklakkflua, og kombinert med at forlengelsen er omtrent 10 meter lengre (350m) gir forlengelsen et masseforbruk på 67% mer enn moloen ut til Seiklakken. Dette ligner på alternativ 1 fra Multivonsult-rapporten men moloen er lagt slik at den utnytter batymetrien optimalt for å redusere masseforbruk.



Figur 5-3: Oversiktsplan alternativ 3. Indre molo lik alternativ 2 pluss forlengelse ut til Seiklakkflua. Mudring til -9.5m LAT i grønt. Røde streker er +0.0 LAT.

Tabell 5-3: Masseberegning alternativ 3

	Blokk [m <sup>3</sup> ]	Filter [m <sup>3</sup> ]	Kjernemasse [m <sup>3</sup> ]	Total masse [m <sup>3</sup> ]
Alternativ 3 (total)	289 000	24 000	323 000	636 000
(Hvorav forlengelse)	(166 000)	(13 750)	(218 000)	(397 750)

#### 5.2.4 Mudring

Mudring for alternativ 1 til 3 er som i Multiconsult-rapporten [1] alternativ 1. Innselling i ytre del av Røssnesvågen mudres til -9.5m. Dette inkluderer fjerning av ytre del av dagens molo.

Det antas at massene fra dagens molo kan gjenbrukes. Hele moloen ligger på det som ser ut som en naturlig rygg, som kan antas å være berg. Det er derfor antatt at molofoten ligger på rundt -4.5m LAT. Dette gir ca. 72 000 m<sup>3</sup> med masse som kan gjenbrukes.

Fra øvrige mudringsmasser er det antatt 30% berg som kan brukes i ny molo.

Tabell 5-4: Masseberegning mudring ytre Røssnesvågen.

Mudring	[m <sup>3</sup> ]
Mudring total	284 000
Mudring eksisterende molo over -4.5m LAT	72 000
Øvrig mudring ned til -9.5m LAT	212 000
Andel berg i øvrig mudring, 30%. Faste masser	63 000
Berg anbrakte masser, 1.4 utvidelseskoeffisient	88 000

Massene fra mudring må undersøkes før de benyttes som eventuell kjernemasse i ny molo. Totalt estimert volum på gjenbrukbar masse til ny molo er: 72 000 + 88 000 = 160 000m<sup>3</sup>.

Anslaget om 30% berg i mudring kan være forsiktig, og om andelen berg er større vil det føre til større masseoverskudd for alternativ 1 og 2. Dette masseoverskuddet kan håndteres ved å lage moloen bredere, for å bruke mer kjernemasse. Om de ekstra massene skal deponeres må det påregnes en betydelig tilleggssum for dette for alternativ 1 og 2. For alternativ 3 er moloen i masseunderskudd av kjernemasse, som vil kunne resultere i en besparelse, selv om denne vil være marginal.

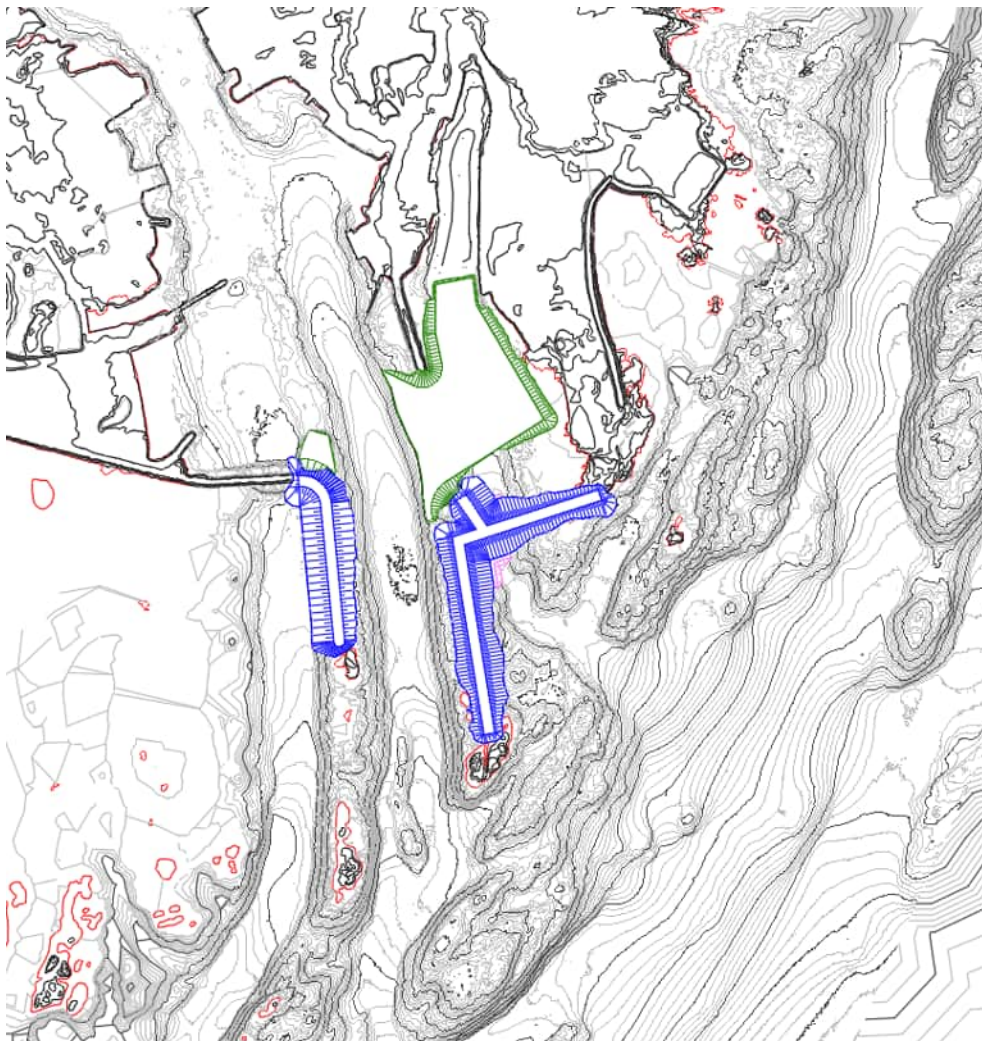
Mot slutten av arbeidet med rapporten ble det foretatt sedimentprøver på sjøbunn. Dette arbeidet omtales i egen rapport fra RIM [10]. Generelt er det påvist forurensede masser i hele mudringsområdet. Siden det også er påvist relativ lav løsmassemekthet kan det antas at all løsmasse må behandles som forurenset. Dette må derimot behandles nærmere i videre arbeider, og behandlingen, mengden og kostnaden av de forurensede massene må tas inn i mer detaljert kostnadsberegninger.

### 5.3 Alternativ 4 til 6

Alternativ 4 til 6 er moloalternativer som er konstruert uten binding til det som var presentert i rapporten fra Multiconsult, og som har vært behandlet politisk tidligere. Dette er gjort for å undersøke om det finnes andre alternativer som gir en bedre innselling og forhold inne i vågene, alternativt innenfor en mer økonomisk ramme. Her er alternativ 4f presentert. Skisse av alternativ 4a til 4e er vist i vedlegg. Resultatene for mengdeberegning og bølgeforhold i havna er relativt like, så det anses ikke som hensiktsmessig å presentere alle her.

#### 5.3.1 Alternativ 4f

Alternativ 4f ønsker å beholde dagens innselling fra sør, men fjerne indre del av Sørlandsvågsmoloen. I tidligere folkemøte på Værøy har det vært advart mot å fjerne dagens molo. Man må ikke undervurdere de bølgene som kommer fra vest sørvest på tvers av dagens innselling, og som stoppes av dagens Sørlandsvågsmolo. Dette er ivare tatt ved å bygge en nord-sør gående molo vest for innselling. Samtidig bygges en molo i øst, med rettere vinkler for å utnytte dagens molohode på Sørlandsvågsmoloen, samt utnytte batymetrien til å minske masseforbruket.



Figur 5-4: Oversiktsplan alternativ 4. Fjerning av indre Sørlandsvågsmolo. Mudring til -9.5 LAT i grønt.

Tabell 5-5: Masseberegning alternativ 4f

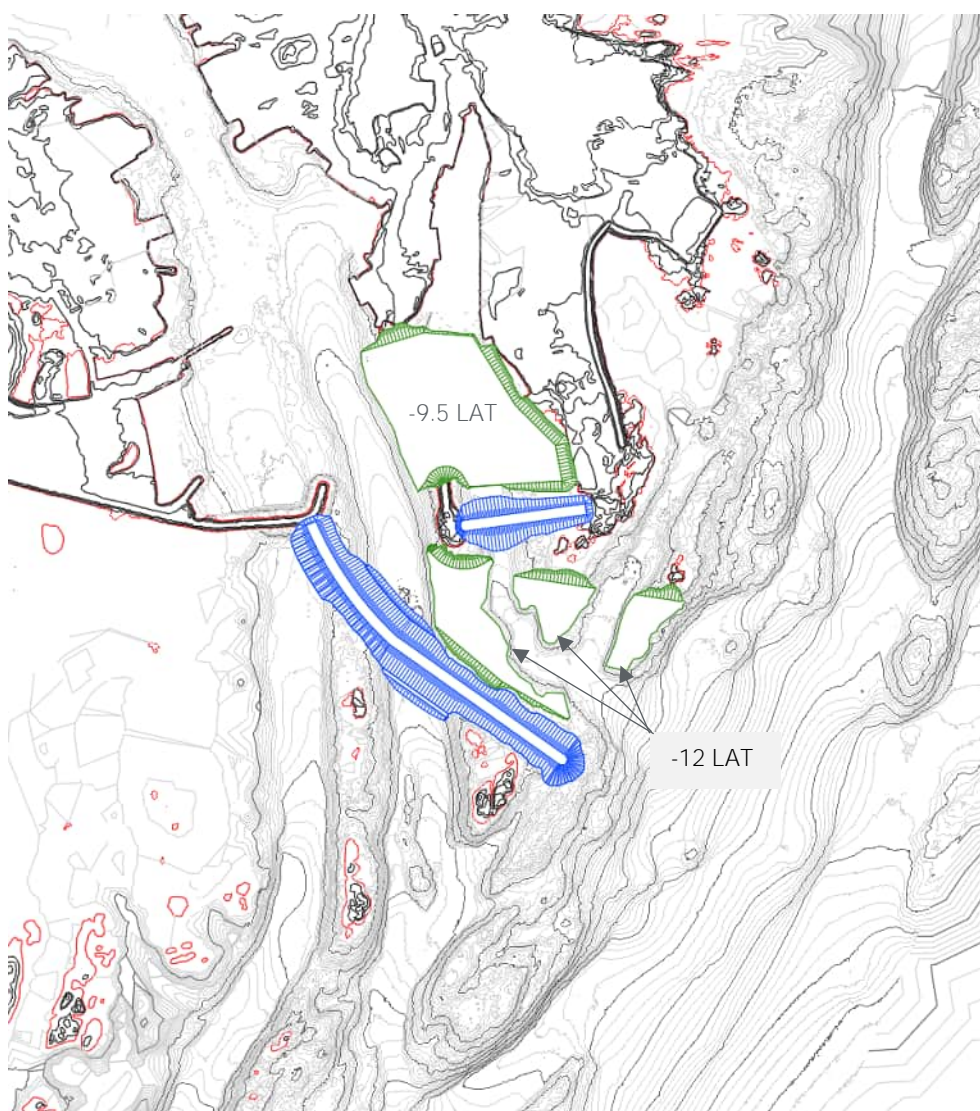
	Blokk [ $m^3$ ]	Filter [ $m^3$ ]	Kjernemasse [ $m^3$ ]	Total masse [ $m^3$ ]
Molo øst	150 000	14 000	115 000	279 000
Molo vest	28 000	8 000	50 000	86 000
Alternativ 4f, total	178 000	22 000	165 000	365 000

Tabell 5-6: Oversikt beregnede mudringsmasser, og antatt fordeling alternativ 4f

Mudring	[ $m^3$ ]
Mudring total, pfm <sup>3</sup>	207 000
<i>Hovedmudring øst under -5 LAT. Antar 30% berg, pfm<sup>3</sup></i>	<i>110 700</i>
<i>Hovedmudring over -5 LAT i dagens molo. Antar 100% berg, pfm<sup>3</sup></i>	<i>63 300</i>
<i>Mudring Seiklakkflua til -14 m LAT antar berg, pfm<sup>3</sup></i>	<i>23 000</i>
<i>Mudring del av eksist. molo vest, pfm<sup>3</sup></i>	<i>10 000</i>
Total berg, antar 30% berg i øvrig masse, 1.4 utvidelse, pam <sup>3</sup>	180 000
<i>Antar 5% av berg kan brukes som plastring, pam<sup>3</sup></i>	<i>22 000</i>
Øvrige løsmasser (vrakmasser til deponering), pam <sup>3</sup>	80 000

### 5.3.2 Alternativ 5

Alternativ 5 har innselling fra øst. Her stenges dagens sørlige innselling av med en lang molo ut til Seiklakken. En mindre molo går fra lykta ute på Langodden og ut til dagens sørlandsvågsmolo. Innenfor mudres det til opprinnelig -9.5 m LAT mens det i innsellinga må mudres noe dypere. I denne modellen er det mudret til -12 m LAT.



Figur 5-5: Oversiktsplan alternativ 5, innselling fra øst. Mudring til -9.5 LAT i indre del, og -12 LAT i innselling.

Tabell 5-7: Mengdeberegning og antatt fordeling alternativ 5

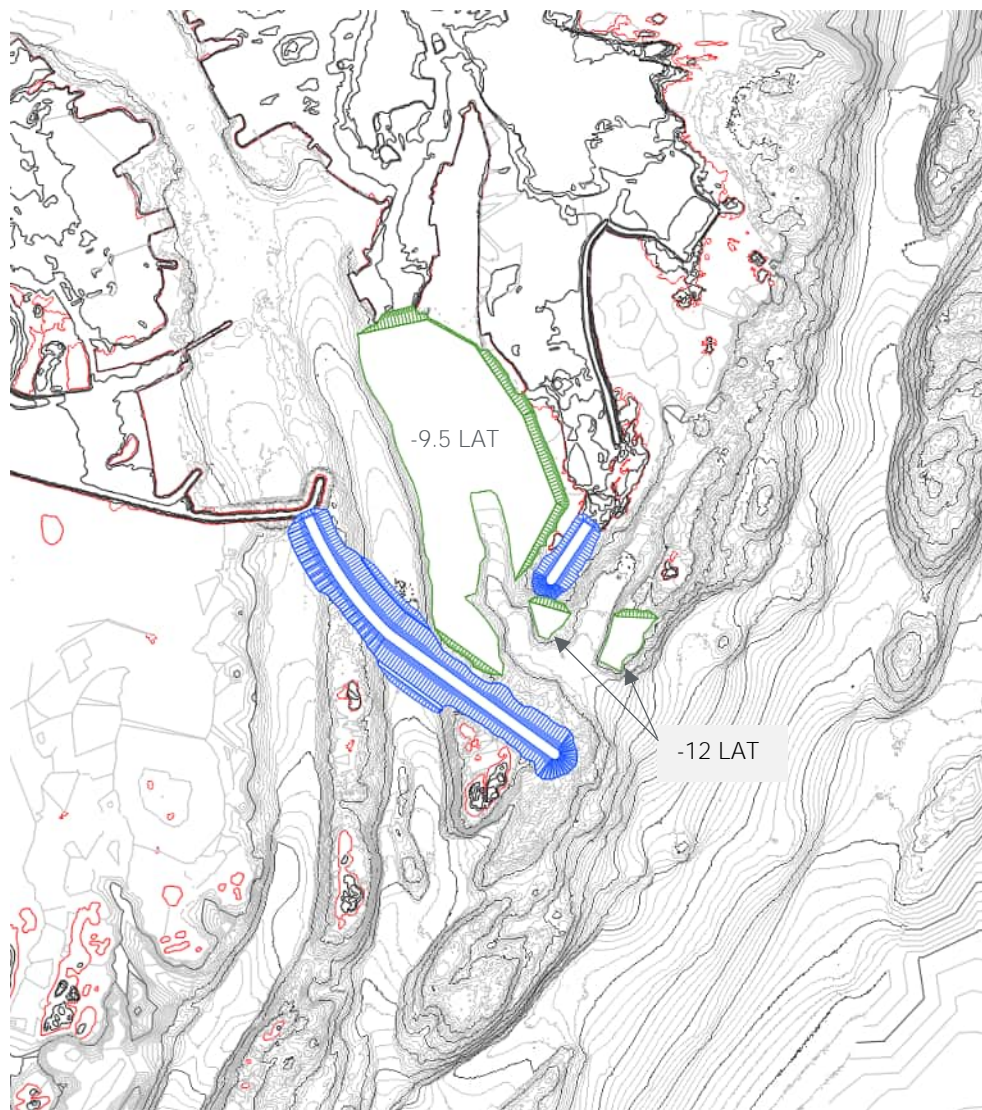
	Blokk [ $m^3$ ]	Filter [ $m^3$ ]	Kjernemasse [ $m^3$ ]	Total masse [ $m^3$ ]
Hovedmolo vest	170 000	23 000	240 000	433 000
Molo øst	50 000	5 000	40 000	95 000
Alternativ 5, total	220 000	28 000	280 000	528 000

Tabell 5-8: Oversikt beregnet mudringsmasser, og antatt fordeling alternativ 5

Mudring	[ $m^3$ ]
Mudring total	390 000
<i>Mudring til -9.5 m LAT</i>	<i>258 000</i>
<i>Mudring til -12 m LAT</i>	<i>132 000</i>
Antar 5% gjenbruk av blokk av indre mudring	13 000
Antar 30% berg i øvrig masse, faste masser	113 000
<i>Berg anbrakte masser, 1.4 utvidelseskoeffisient (til kjernemasse)</i>	<i>158 000</i>
Øvrige løsmasser (vrakmasser til deponering)	264 00

### 5.3.3 Alternativ 6

Alternativ 6 er mye lik alternativ 5, men identisk molo ut til Seiklakken, mens den mindre moloen er vridd. I dette alternativet fjernes hele Sørlandsvågsmoloen for å skape bedre plass i innsellinga. Her er det også mudret til -9.5 m LAT i indre del, og -12 m LAT i ytre del av innsellinga.



Figur 5-6: Oversiktsplan alternativ 6, innselling fra øst. Mudring til -9.5 LAT i indre innselling og -12 LAT i ytre innselling.

Tabell 5-9: Mengdeberegning og antatt fordeling alternativ 6

	Blokk [ $m^3$ ]	Filter [ $m^3$ ]	Kjernemasse [ $m^3$ ]	Total masse [ $m^3$ ]
Hovedmolo vest	170 000	23 000	240 000	433 000
Molo øst	26 500	1 000	5 000	32 500
Alternativ 6, total	196 500	24 000	245 000	465 500

Tabell 5-10: Oversikt beregne mudringsmasser, og antatt fordeling alternativ 6

Mudring	[ $m^3$ ]
Mudring total	407 500
<i>Mudring til -9.5 m LAT</i>	<i>387 500</i>
<i>Mudring til -12 m LAT</i>	<i>20 000</i>
Antar 5% gjenbruk av blokk av indre mudring	19 000
Antar 30% berg i øvrig masse, faste masser	116 500
<i>Berg anbrakte masser, 1.4 utvidelseskoeffisient (til kjernemasse)</i>	<i>163 000</i>
Øvrige løsmasser (vrakmasser til deponering)	272 000

## 6 Resultat

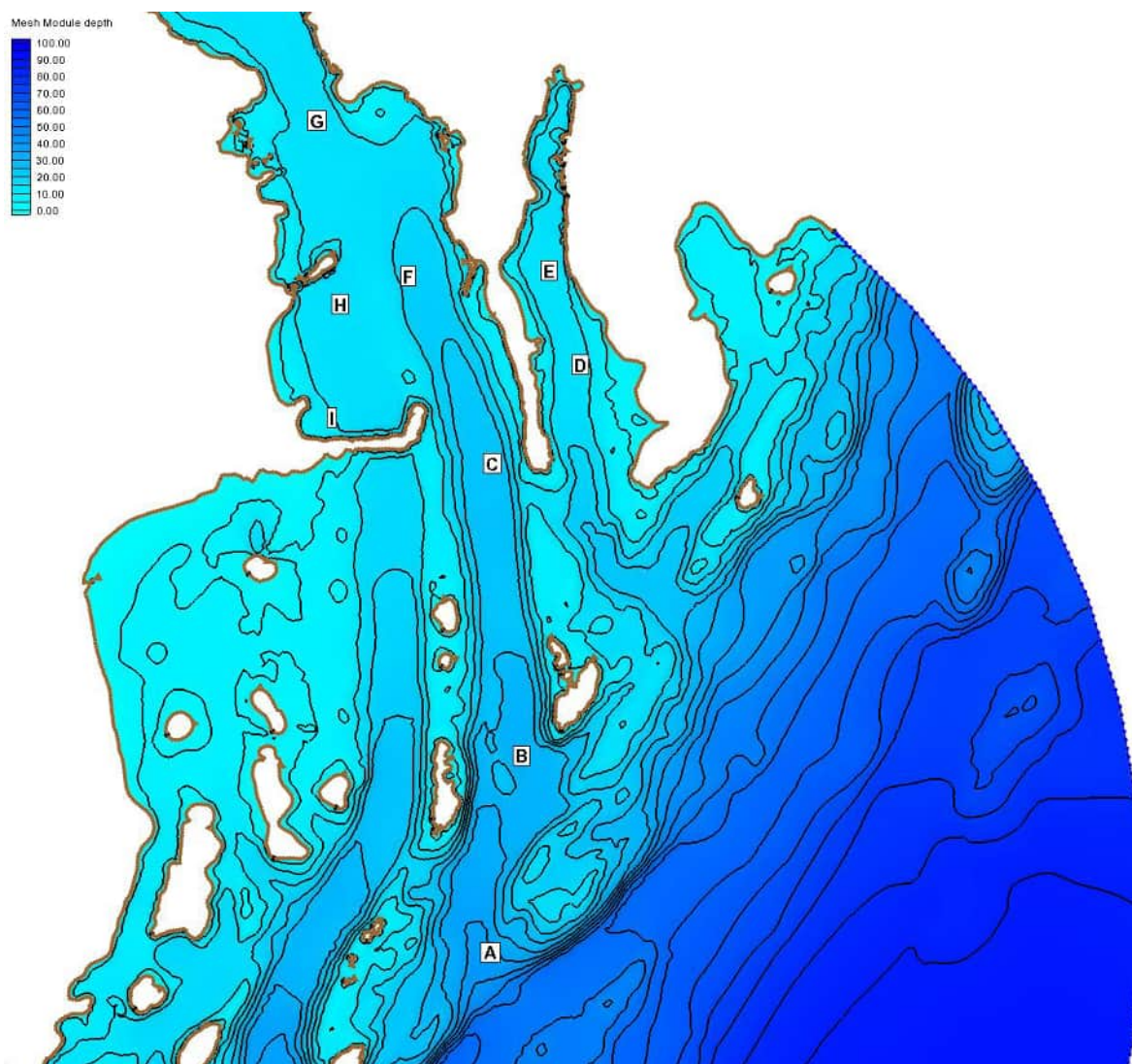
I dette kapitlet vises hvilken effekt man vil få av hvert moloalternativ. Effekten måles i oppnådd bølgehøyde ved ulike punkter inn i havna. Punktene, A til I, der bølgehøyden observeres er vist i Figur 6-1.

I Figur 6-2 til Figur 6-15 er hvert alternativ vist med en bølgetilstand tilsvarende 1 års returperiode. Bølgebelastningen i havna som opptrer hvert 200. år er betydelig høyere, men denne er hovedsakelig brukt til å dimensjonere moloene. De numeriske resultatene for 200 års tilstanden er vurdert i siste avsnitt.

Alle fargeskalavisninger er samme for alle figurer.

Signifikant bølgehøyde på 0 = grønn.

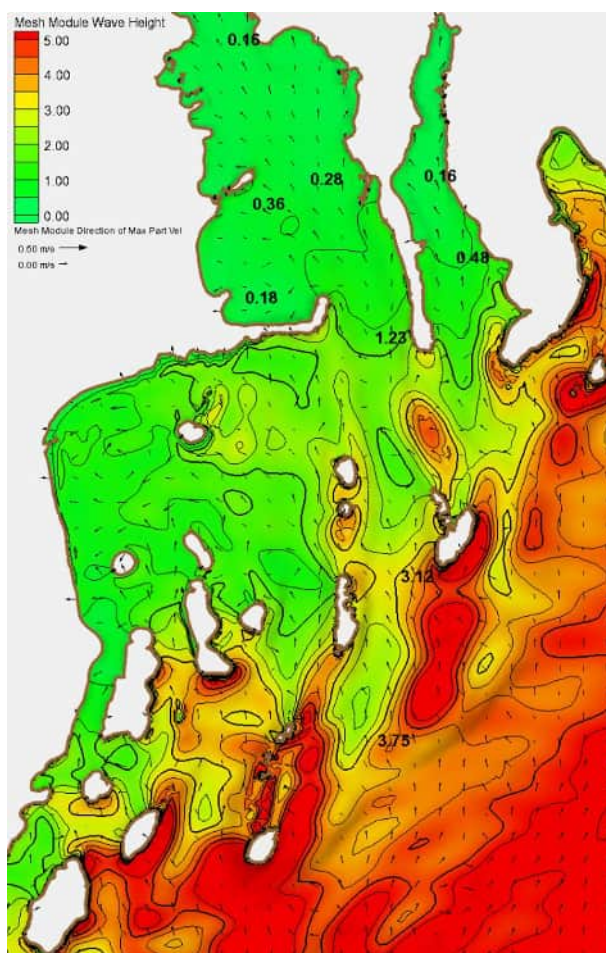
Signifikant bølgehøyde > 5 m = rød.



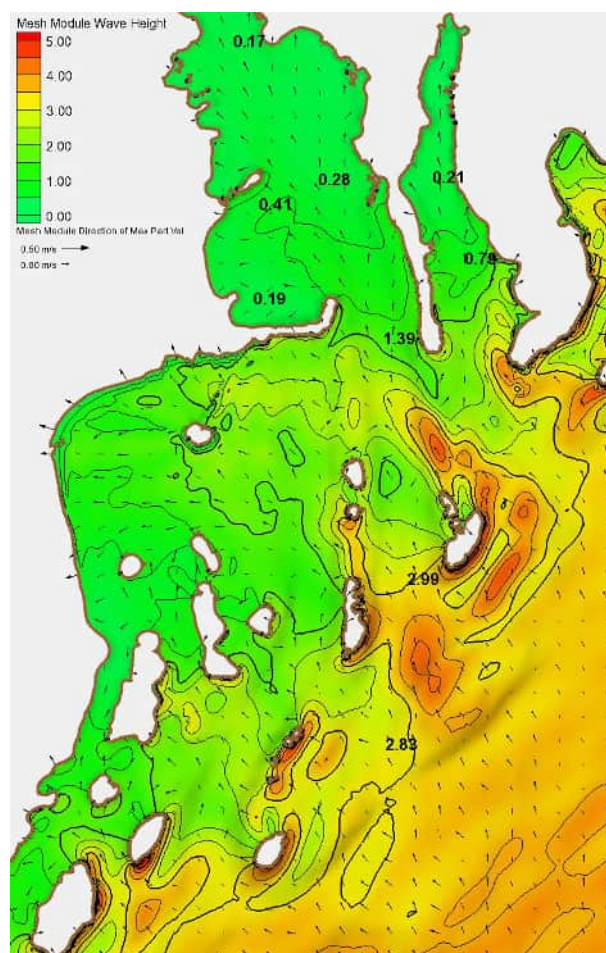
Figur 6-1: Punkter der bølgehøyden er observert for å se effekten av molotiltakene. Punktene A og B ligger i dagens innselling.

## 6.1 Alternativ 0

Alternativ 0 er referanse-situasjonen, og oppnådd effekt av alternativene som følger måles i relativ endring i signifikant bølgehøyde relativt til dagens situasjon (alternativ 0).



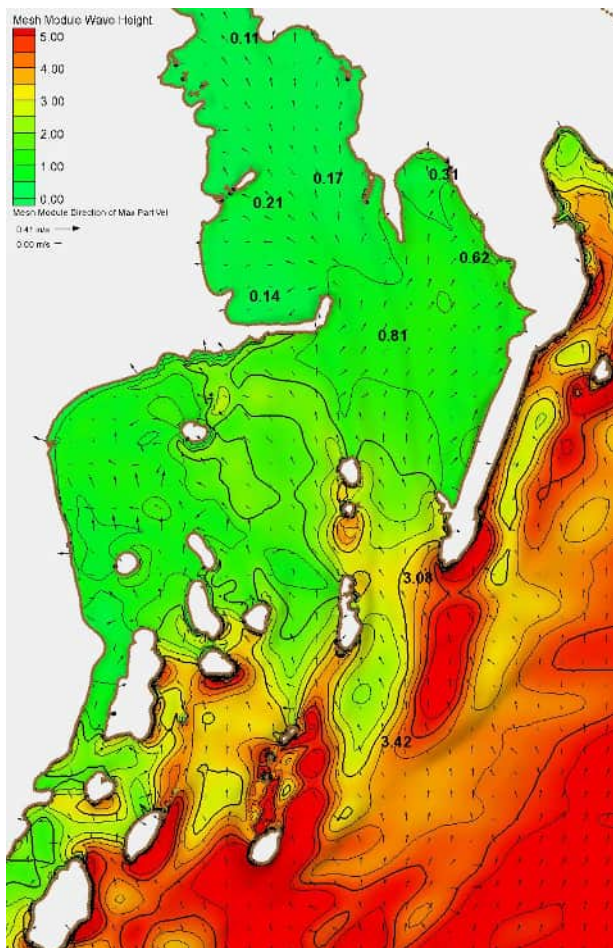
Figur 6-2: 1 år RP med bølger fra 210 grader



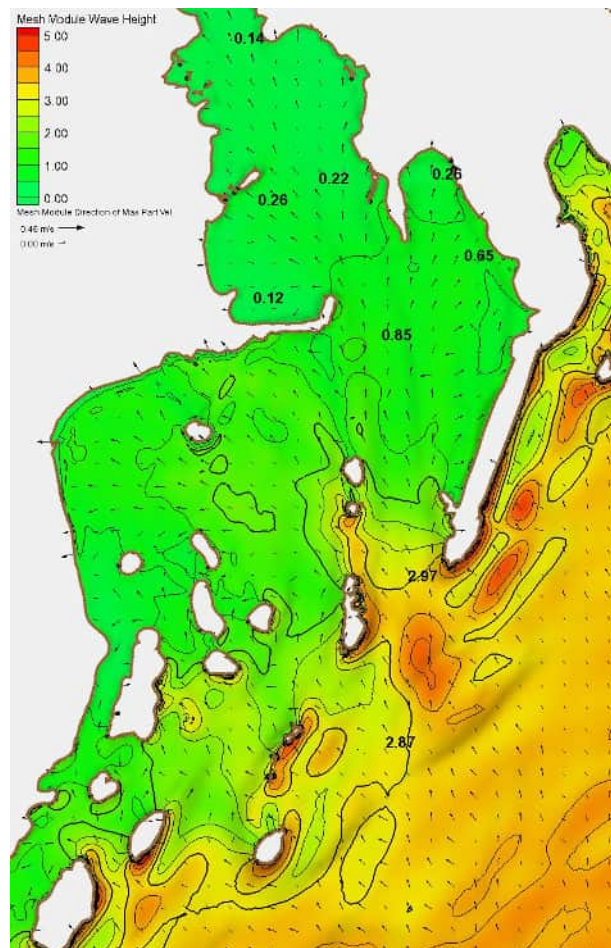
Figur 6-3: 1 år RP med bølger fra 150 grader

## 6.2 Alternativ 1

Alternativ 1 er en kort, rett molo ut til Seiklakken.



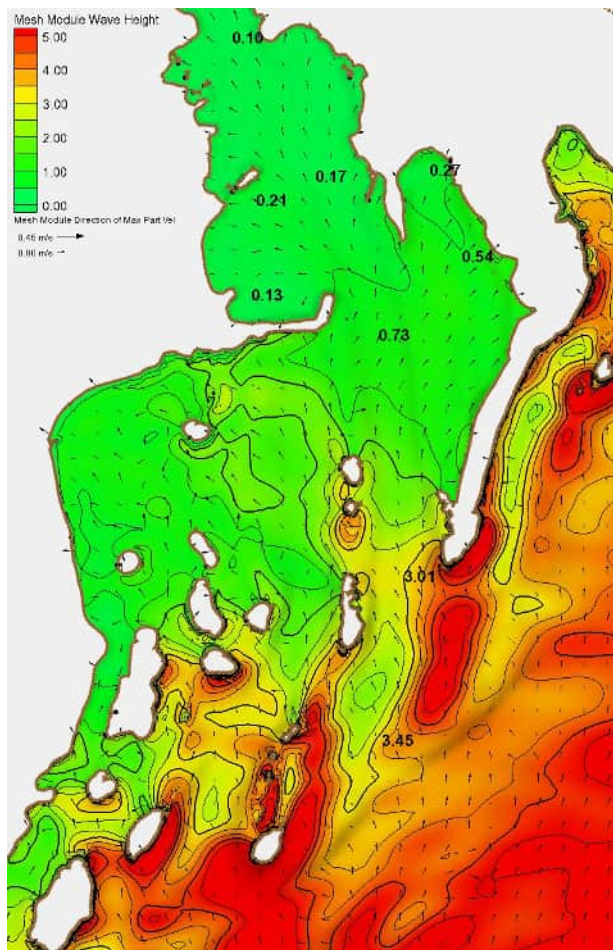
Figur 6-4: 1 år RP med bølger fra 210 grader



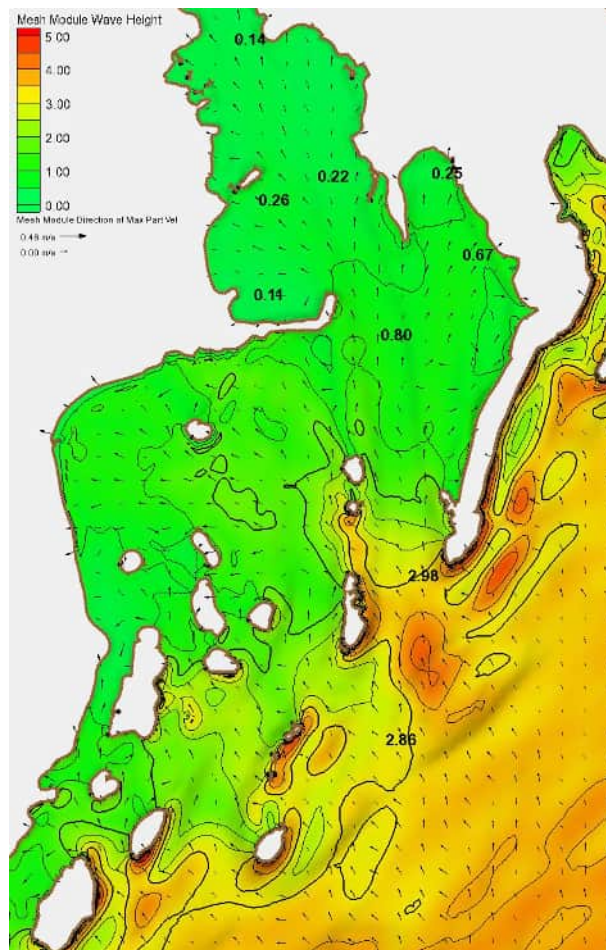
Figur 6-5: 1 år RP med bølger fra 150 grader

### 6.3 Alternativ 2

Alternativ 2 er en variant av Alternativ 1, men der moloen er lagt over grunnere partier for å spare volum.



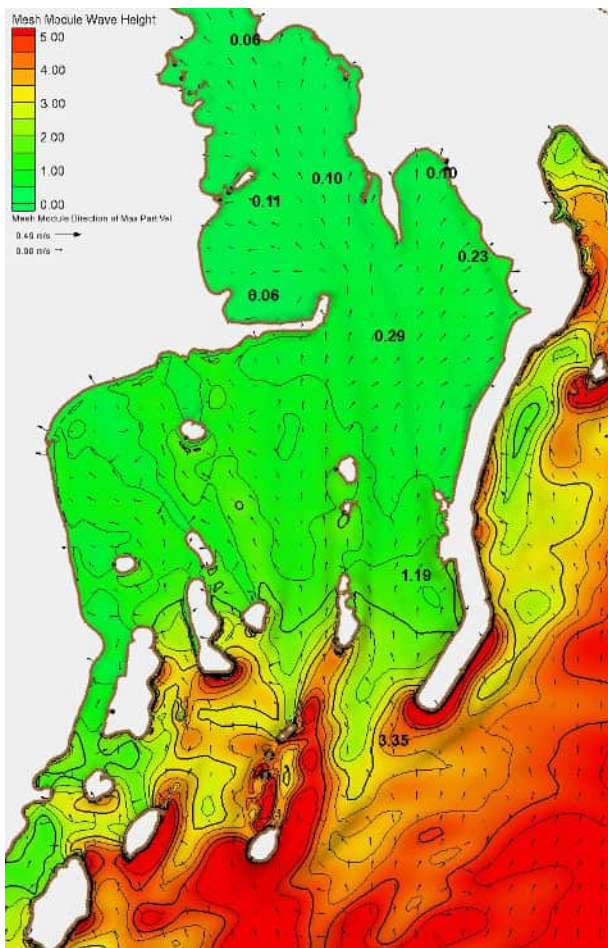
Figur 6-6: 1 år RP med bølger fra 210 grader



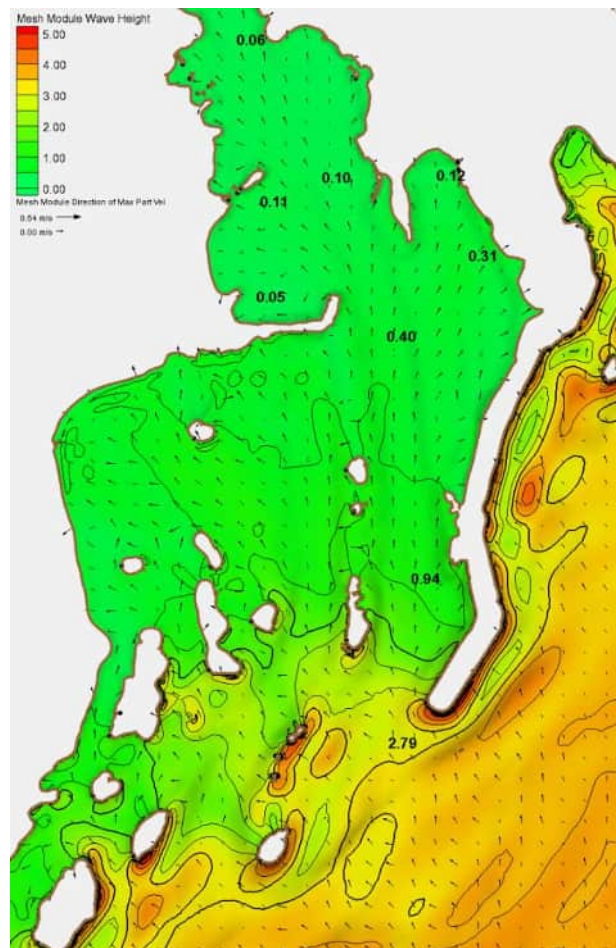
Figur 6-7: 1 år RP med bølger fra 150 grader

## 6.4 Alternativ 3

Alternativ 3 er den lengste og mest omfattende moloen.



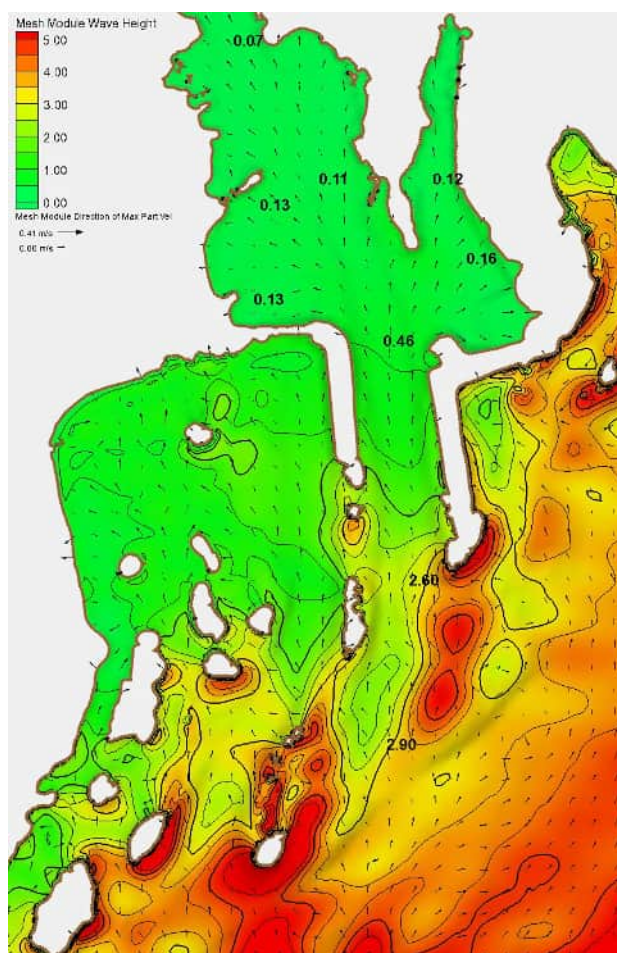
Figur 6-8: 1 år RP med bølger fra 210 grader



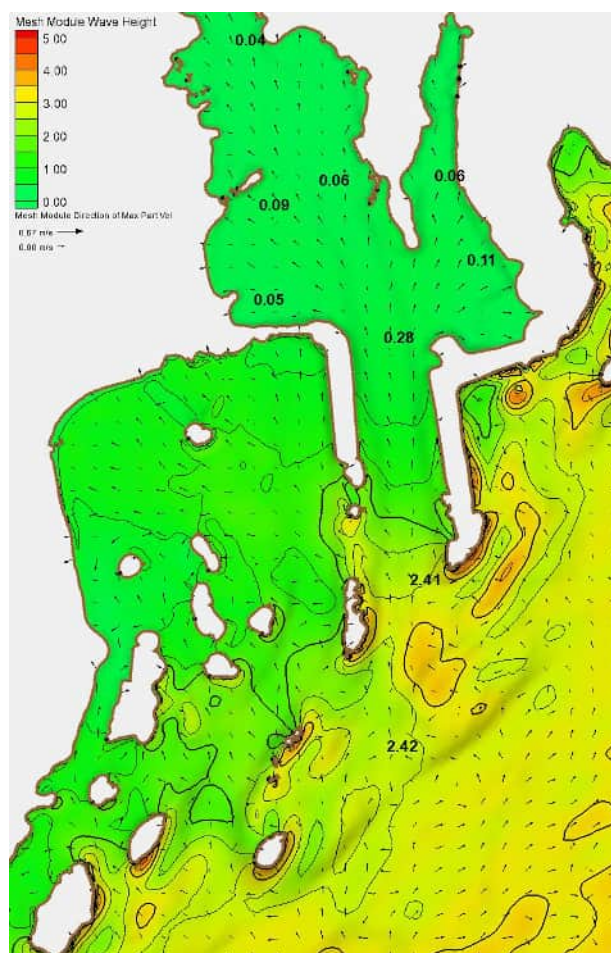
Figur 6-9: 1 år RP med bølger fra 150 grader

## 6.5 Alternativ 4f

Alternativ 4f består av en rett kanal som vender mot sør, men der inngangen for bølger fra SØ og SV er sperret. Moloen mellom Sørvågen og Røssnesvågen er fjernet og mudring er utført som i tidligere alternativer.



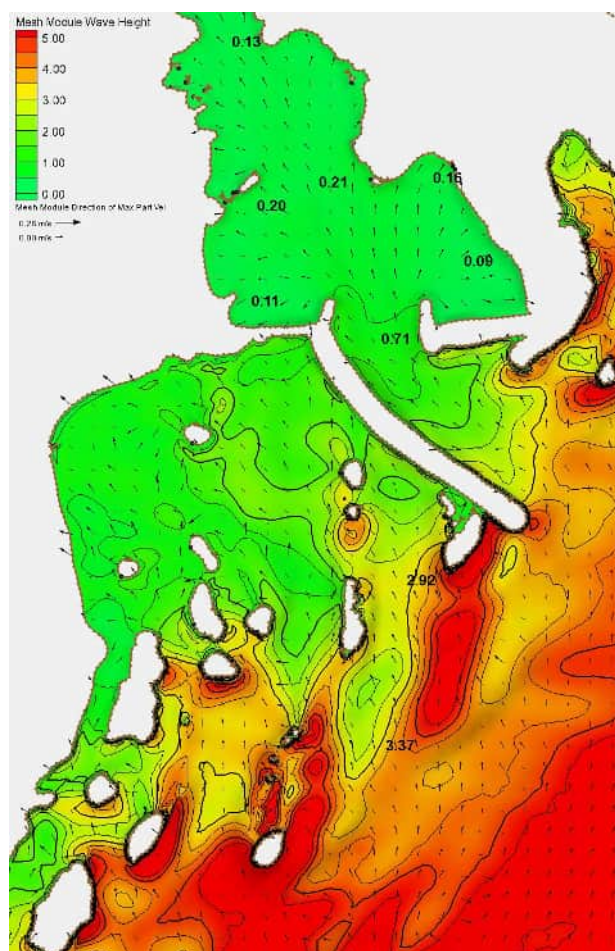
Figur 6-10: 1 år PR med bølger fra 210 grader



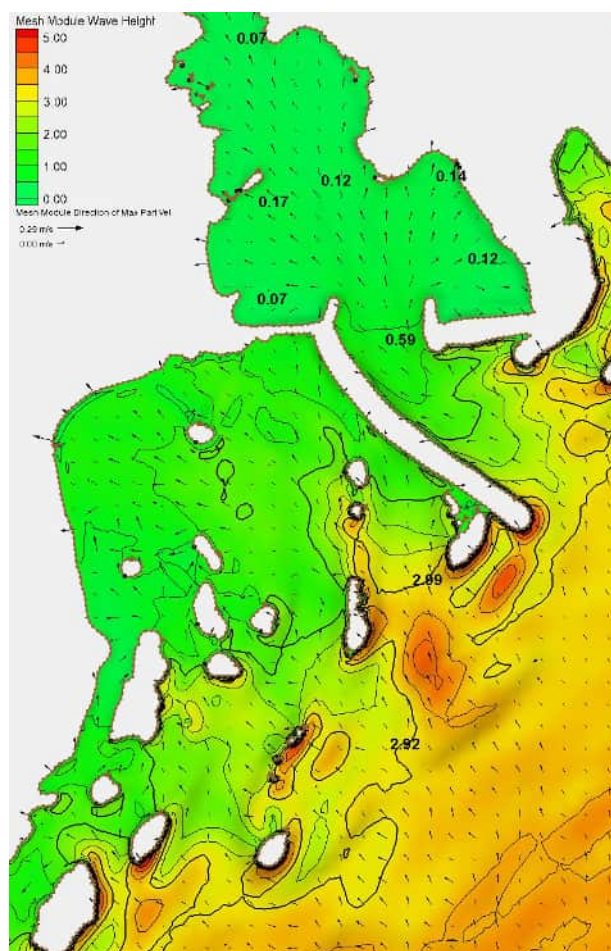
Figur 6-11: 1 år RP med bølger fra 150 grader

## 6.6 Alternativ 5

I Alternativ 5 er det laget en ny innselling som vender mot SØ, og de tidligere innsellingene til de to vågene er sperret.



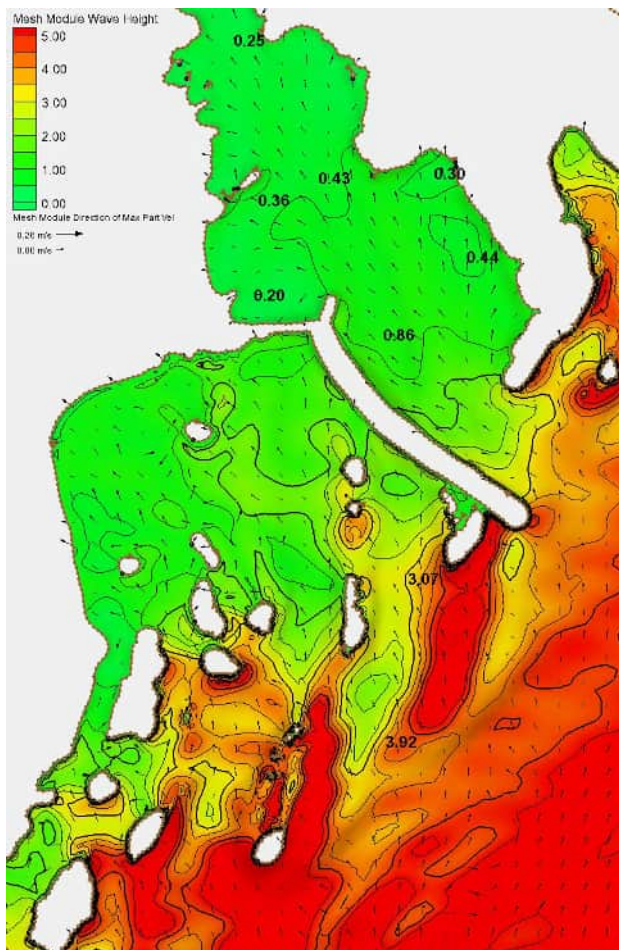
Figur 6-12: 1 år PR med bølger fra 210 grader



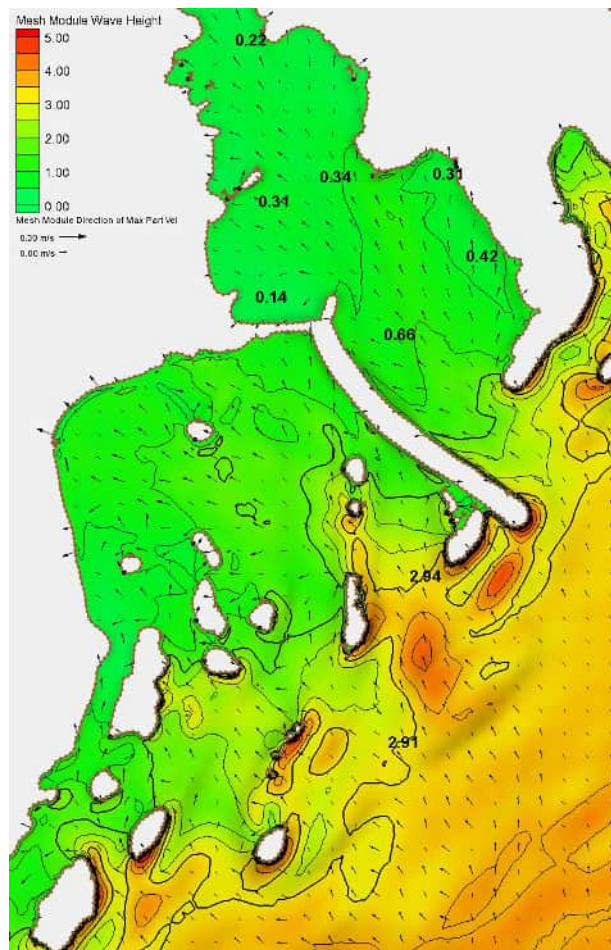
Figur 6-13: 1 år RP med bølger fra 150 grader

## 6.7 Alternativ 6

Alternativ 6 er en redusert variant av Alternativ 5, der den gamle innseilingen til Røssnesvågen er holdt åpen.



Figur 6-14: 1 år PR med bølger fra 210 grader



Figur 6-15: 1 år RP med bølger fra 150 grader

## 6.8 Samlet resultat

Det samlede resultat for alle alternativer er vist i Figur 6-17. Her er den *relative endringen* for bølgehøyder i Punktene A – I vist med tilstanden i eksisterende situasjon som referanse (= 1.0). Beregningen er basert på de bølgehøydene som er vist i Figur 6-2 til Figur 6-15 for en ett-års storm. Disse verdiene er ikke representative for bruksforhold, da man kan anta at aktivitet og skipstrafikk opphører i en slik storm.

Man kan imidlertid utlede hvor stor forbedringen blir sammenlignet med dagens situasjon, og dette er vist i Figur 6-17 og Figur 6-18 for henholdsvis 210° og 150°. Det er en rimelig tilnærming å at bølgeforholdene er lineære slik at bruksforholdene slik sett blir representert ved en relativ sammenligning. Dette støttes om man sammenligner diagram for 1-års og 200-års storm fra samme retning. Her er forskjellen innenfor det man kan tilskrive små forskjeller i modellering, avlesingstoleranser etc. Observerte verdier er vist i Tabell 6-1 til Tabell 6-4.

Det kan sees på som noe overraskende at forverringen i Punkt E (hele indre del av Røssnesvågen) er såpas stor for Alternativene 1 og 2. Dette må skyldes at bølge-energien som kommer inn hit i dominerende grad kommer rett fra sør i dagens innseiling mellom Seiklakken og Littj-Seiklakken, og vil derfor ikke fanges opp av moloene 1 og 2 som sperrer for bølge-energi fra øst. Fjerningen av dagens Sørlandsvågsmolo forverrer dermed situasjonen mer enn moloen forbedrer for alternativ 1 og 2.

Alternativ 3, 4f og 5 utpeker seg som de beste alternativene. Alternativ 5 er ikke i utgangspunktet ønsket av de lokale, da tilbakemeldingene går på at det er bølgene fra øst som gir størst utfordring ved innseilingen. Alternativ 4f presterer best for bølger fra 150 grader, og alternativ 3 presterer noe bedre for bølger fra 210 grader.

Forskjellene for bølgevirkning mellom 4f og 3 er relativt små, mens anleggskostnaden er vesentlig større for alternativ 3. Fergekapteinene har også uttrykt at man ikke ønsker å dekke til Seiklakkflua, da man heller vil gå rett over og direkte inn i innseilingen med bølgene i hekken.

## 6.9 Traktforming og energikanalisering

Alternativ 4 lager en parallell innseiling som går tilnærmet rett nord/sør, og møter storbølgene fra sør. Dette kan med det samme virke kanalisering for bølgeenergien som blir ledet rett inn i havna. Dette vil derimot ikke være tilfelle ettersom mye bølgeenergi vil bli dratt av langs innseilingen. Bølger som kommer fra dypt vann blir vridd ved hjelp av friksjon, slik at de alltid søker å angripe land 90° på kystlinjen. Effekten kalles refraksjon i bølge teori. Det samme vil skje i innseilingen. Bølgene vil dras til hver sin side og mye energi dras av i friksjon mot plastringen til de parallelle moloene. Friksjonseffekten på bølger er veldokumentert, og enkle analyser kan utføres for å sammenligne virkningen av en parallell moloer kontra tverrgående moloer som kun skaper defraksjon.

## 6.10 Mudring av seiklakkflua

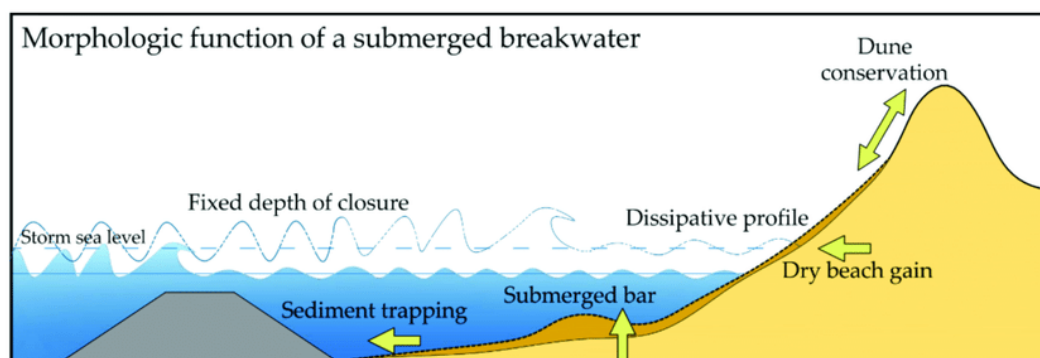
Mens alternativ 4b lå som siste forslag ble det gjort en undersøkelse på om mudring av Seiklakkflua ville slippe mer energi inn i innsellinga. Alternativ 4c ble modellert som en lik variant av 4b men med Seiklakkflua mudret til -14 m LAT.

Deretter ble fire verdier av signifikant bølgehøyde over Seiklakkflua og i innsellinga sammenlignet.

- Alternativ 4b med og uten brytningskriterium
- Alternativ 4c med og uten brytningskriterium

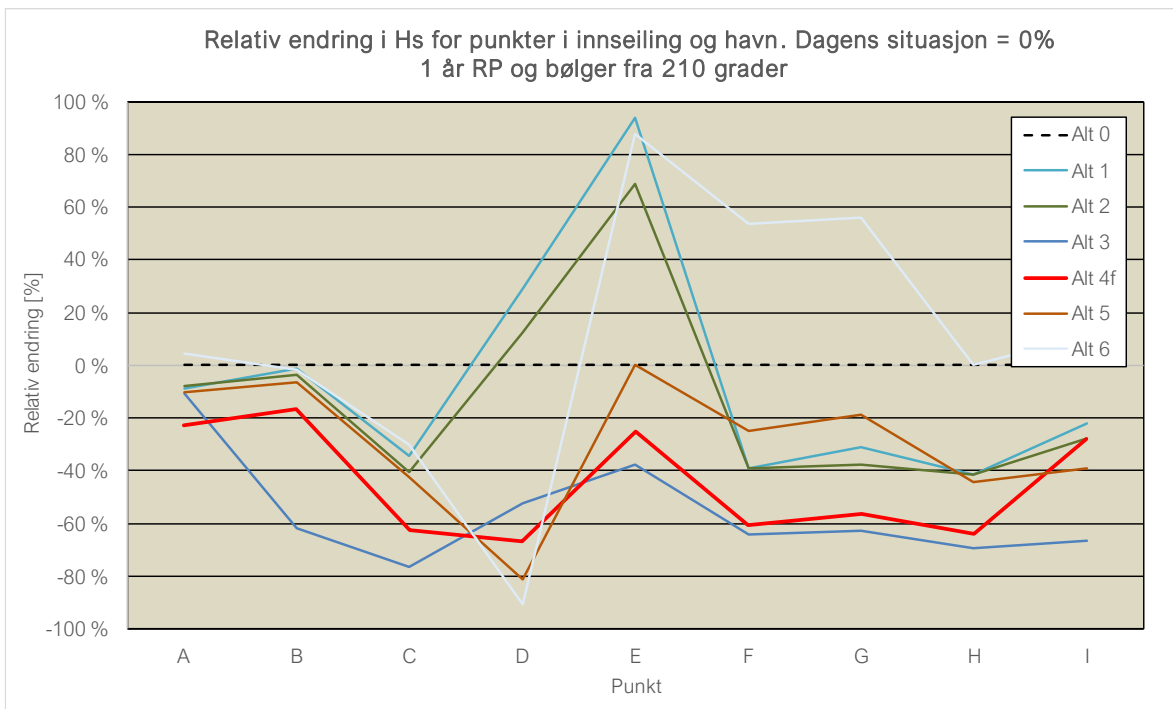
Brytningskriterium er når vanddybden blir så lav og presser vannsøylen sammen så bølgebrattheten blir høy, og bølgen bryter. Da mister bølgen energi, og mindre energi strømmer videre inn. Dette er det virkningsprinsippet som en nedsenket molo benytter, vist på Figur 6-16. Øverste blå strek indikerer bølgetransformasjon på stormflo som går tilnærmet upåvirket over molo uten å bryte. Nederste vannstand viser bølger som bryter over molo og mister energi.

For sammenligningen på Seiklakkflua ble alle de signifikante bølgehøydene for 4b og 4c med og uten brytningskriterium funnet å være tilnærmet helt lik. Dette skyldes at kombinasjon av vanddybde og bølgehøyde og -periode ikke får bølgene til å bryte selv før mudring.

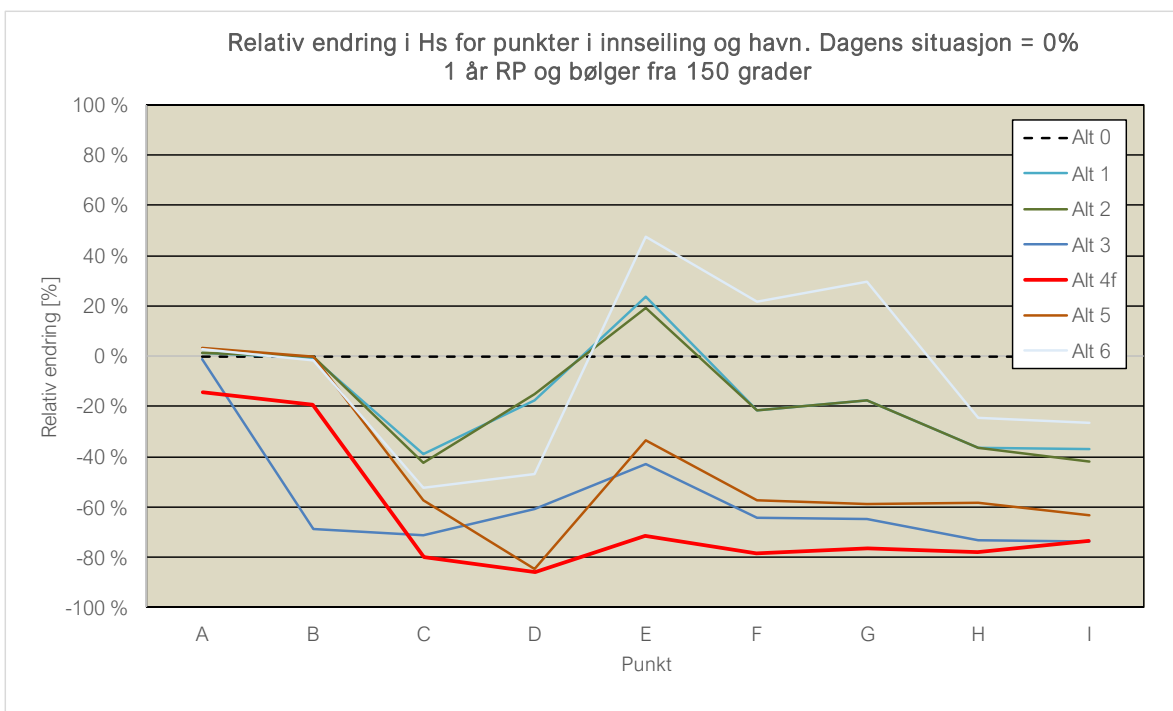


Figur 6-16: Virkning av nedsenket molo, for lavvann og stormflo.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kilde: «[https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-the-morphological-function-of-a-submerged-breakwater\\_fig1\\_348846726](https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-the-morphological-function-of-a-submerged-breakwater_fig1_348846726)», 2024-01-03.



Figur 6-17: Relativ endring for bølgehøyder (Hs) i Punktene A – I relativt til dagens situasjon (= 0%). 1 års returperiode med bølger fra 210°.



Figur 6-18: Relativ endring for bølgehøyder (Hs) i Punktene A – I relativt til dagens situasjon (= 0%). 1 års returperiode og bølger fra 150°.

Tabell 6-1: Observerte verdier av signifikant bølgehøyde ( $H_s$  i [m]) i punkt A – I i en 1 års storm fra 210°

Punkt	Alt 0	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4f	Alt 5	Alt 6
A	3.75	3.42	3.45	3.35	2.9	3.37	3.92
B	3.12	3.08	3.01	1.19	2.6	2.92	3.07
C	1.23	0.81	0.73	0.29	0.46	0.71	0.86
D	0.48	0.62	0.54	0.23	0.16	0.09	0.044
E	0.16	0.31	0.27	0.1	0.12	0.16	0.3
F	0.28	0.17	0.17	0.1	0.11	0.21	0.43
G	0.16	0.11	0.1	0.06	0.07	0.13	0.25
H	0.36	0.21	0.21	0.11	0.13	0.2	0.36
I	0.18	0.14	0.13	0.06	0.13	0.11	0.2

Tabell 6-2: Observerte verdier av signifikant bølgehøyde ( $H_s$  i [m]) i punkt A – I i en 200 års storm fra 210°

Punkt	Alt 0	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4f	Alt 5	Alt 6
A	5.39	4.92	4.99	4.83	4.17	4.77	5.56
B	4.43	4.42	4.3	1.69	3.71	4.22	4.41
C	1.66	1.14	1.04	0.4	0.65	1.03	1.25
D	0.68	0.86	0.76	0.33	0.23	0.13	0.63
E	0.24	0.42	0.38	0.14	0.17	0.23	0.43
F	0.41	0.24	0.24	0.14	0.16	0.3	0.61
G	0.23	0.15	0.14	0.08	0.1	0.19	0.36
H	0.49	0.31	0.3	0.16	0.2	0.29	0.53
I	0.25	0.19	0.18	0.08	0.18	0.16	0.27

Tabell 6-3: Observerte verdier av signifikant bølgehøyde ( $H_s$  i [m]) i punkt A – I i en 1 års storm fra 150°

Punkt	Alt 0	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4f	Alt 5	Alt 6
A	2.83	2.87	2.86	2.79	2.42	2.92	2.91
B	2.99	2.97	2.98	0.94	2.41	2.99	2.94
C	1.39	0.85	0.8	0.4	0.28	0.59	0.66
D	0.79	0.65	0.67	0.31	0.11	0.12	0.42
E	0.21	0.26	0.25	0.12	0.06	0.14	0.31
F	0.28	0.22	0.22	0.1	0.06	0.12	0.34
G	0.17	0.14	0.14	0.06	0.04	0.07	0.22
H	0.41	0.26	0.26	0.11	0.09	0.17	0.31
I	0.19	0.12	0.11	0.05	0.05	0.07	0.14

Tabell 6-4: Observerte verdier av signifikant bølgehøyde ( $H_s$  i [m]) i punkt A – I i en 200 års storm fra 150°

Punkt	Alt 0	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4f	Alt 5	Alt 6
A	4.05	4.04	4.03	3.91	3.31	4.11	4.06
B	4.39	4.34	4.3	1.31	3.47	4.41	4.34
C	2.36	1.33	1.22	0.6	0.45	1.16	1.24
D	1.21	0.93	0.91	0.45	0.18	0.18	0.68
E	0.34	0.41	0.39	0.17	0.11	0.21	0.47
F	0.43	0.33	0.32	0.15	0.11	0.29	0.6
G	0.27	0.2	0.19	0.09	0.07	0.18	0.35
H	0.54	0.37	0.36	0.17	0.14	0.3	0.5
I	0.26	0.17	0.15	0.07	0.1	0.15	0.26

## 7 Molodimensjonering

Molodimensjoneringen er gjort etter veiledning i Molohåndboka [11] og Design and Construction of Berm Breakwaters [12]. Dimensjoneringsforutsetninger er gitt i Tabell 7-1. Kravet til overskylling er satt til 100 l/s pr. m siden det ikke er noe på innsiden av moloen som må skjermes. Det er heller ikke lagt opp til at personer skal ferdes ute på moloen. Molodimensjoneringen er kun på forprosjektnivå og moloen må detaljprosjekteres før utførelse.

Tabell 7-1: Input parametere til molodimensjonering

Parameter	Verdi
Signifikant bølgehøyde, $H_{m0}$	5.0 m
Topp periode, $T_p$	16 s
Krav overskylling, $q_{max}$	100 l/s pr. m
Bølgenes angrepsvinkel på molo, $\alpha^2$	0°
Egenvekt plastringsstein, $\rho_s$	2 700 kg/m <sup>3</sup>
Egenvekt sjøvann, $\rho_s$	1 025 kg/m <sup>3</sup>
Stabilitetstall, $H_0$	1.9

Moloen er beregnet som en statisk stabil molo, med stabilitetstall  $H_0 = 1.9$ . Stabilitetstall er valgt i henhold til Tabell 7-2 for en *hardly reshaping* molo som er vanlig for moloer bygd i Norge.

Tabell 7-2: Klassifisering av molo etter Sigurdarson og van der Meer [12].

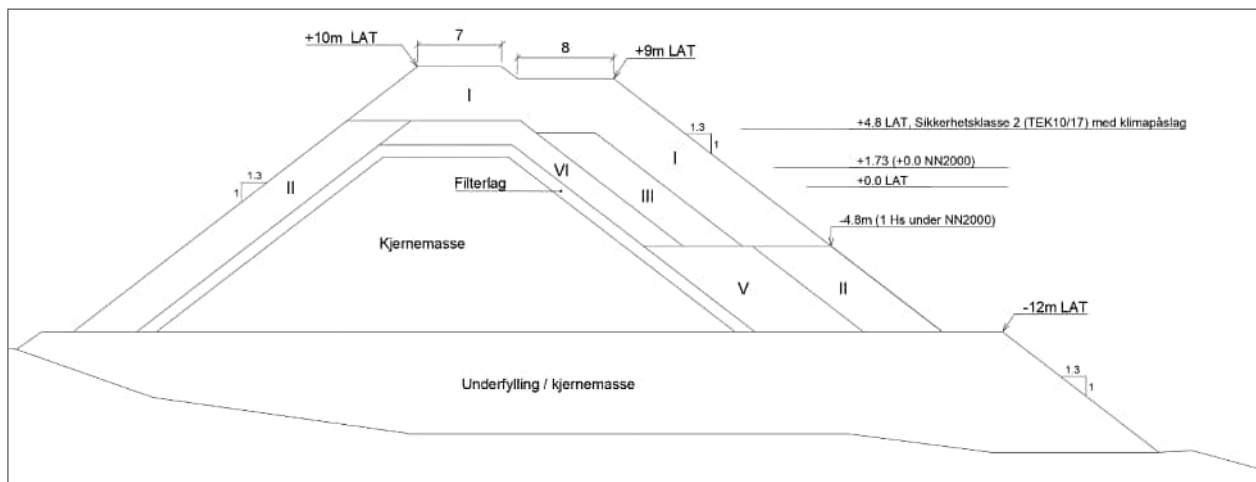
	Kode	H0	Sd	Rec/D50
Hardly reshaping	HR-IC	1.7 - 2.0	2 - 8	0.5 - 2
Partly reshaping	PR-IC	2.0 - 2.5	10 - 20	1 - 5
Partly reshaping mass armor	PR-MA	2.0 - 2.5	10 - 20	1 - 5
Reshaping mass armored	FR-MA	2.5 - 3.0	--	3 - 10

<sup>2</sup> 0° er her definert som vinkelrett på moloens lengderetning

## 7.1 Tverrsnittsutforming

Molotverrsnittet er utformet som en skuldermolo med fem forskjellig steinklasser. Skuldermoloens utforming gjør at mye av bølgeenergien blir tatt opp i hulrommene i steinlagene som utformer den brede skuldra. Skisse av tverrsnitt for moloen på Værøy er vist i Figur 7-1. Steinklassene er vist i Tabell 7-3, men her er klasse IV og V ikke definert. Dette skyldes at disse klassene vil være mindre blokk, og at det på dette stadiet ikke er hensiktsmessig å definere størrelsen. Sammensetningen av steinlagene i moloen vil også være avhengig av tilgjengelig blokk i bruddet eller bruddene det vil være aktuelt å hente stein i fra.

Filterlaget vil være i fremkanten av moloen være av fraksjon 120-300 (mot blokk klasse VI og V), mens en noe grovere filtermasse i fraksjon 300-600 må forventes mot blokk av klasse II på lesiden av moloen. Filterlaget tykkelse vil være rundt 1 m.



Figur 7-1: Typisk snitt av planlagt skuldermolo

Tabell 7-3: Nødvendig steinstørrelse i de forskjellige lagene. Hver klasse av blokk vil ha en medianvekt ( $W_{50}$ ) og et tillatt variasjonsområde

Steinklasse	$W_{50}$ [t]	Tykkelse [m]
I	12	4.5
II	6	3.5
III	3	3
IV	-	-
V	-	-

## 7.2 Betongelementer

Det ytterste plastringslaget må være av store blokker, som må fraktes langveis i fra på grunn av manglende ressurser lokalt. Et alternativ til steinplastring er betongblokker, som kan levers i forskjellige former. I Norge finnes det to moloer utført med tetrapoder; Berlevåg og Ferkingstad. På grunn av generelt god tilgang på stein og transportmuligheter i Norge, vil det svært sjeldent lønne seg med betongblokker. På grunn av betongblokkenes form vil det ved stabling oppnås en låsingeffekt som gjør at betongblokkene kan være noe lettere enn vektbehovet for blokk. For Værøy vil det likevel ikke lønne seg med betongblokker.

Det er ingen betongstasjon på Værøy, så en midlertidig betongstasjon må etableres. I tillegg trengs det støpeformer, armering og midlertidig mellomlagringsplass. Med et *forsiktig* anslag på en total betongkostand på 6000 kr/m<sup>3</sup> for blokkene vil dette være langt høyere enn kostanden på stein fraktet fra fastlandet. Betongblokker er derfor ikke videre undersøkt eller vurdert.

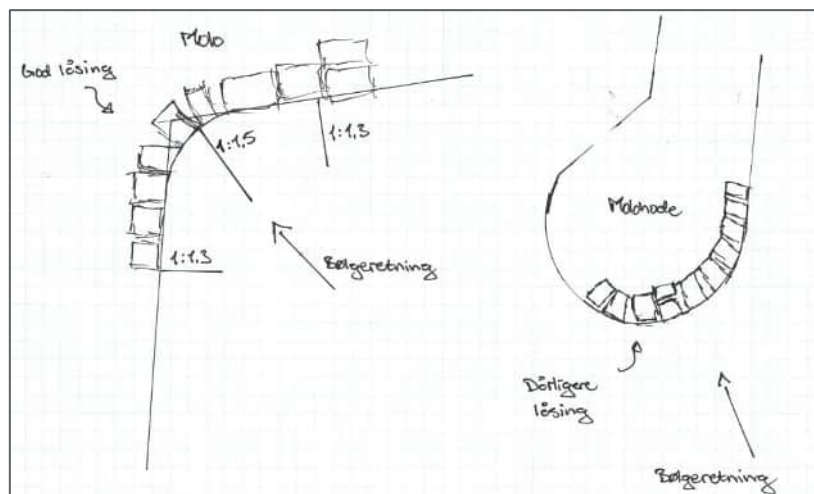
## 7.3 Utforming hjørner

Noen av moloutformingene, blant annet 4f, har en utforming hvor molo knekker over i en skarp sving. Dette skjer omtrent midt i den gamle innseilingen til Røssnesvågen. Det være en energikonsentrasjon i slike innerhjørner, men generelt vil det ikke være problematisk om man utformer hjørnet med noen forsterkninger.

Innerhjørner skaper naturlig bedre låsing mellom naboblokker kontra yttersvinger (eks. molohode). Det er noe av grunnen til at molohodet som regel utformes med en bredere svingradius enn moloen for øvrig.

Radius på innersving kan justeres for å gjøre hjørnet mer robust, samtidig som skråningshelning kan slakes ut ytterligere som antydnet på Figur 7-2, fra 1:1.3 til 1:1.5 og tilbake. Om overskylling anses som et problem, kan man lokalt øke høyden på molo, lage brystningsvern eller lignende.

Generelt er det bedre å lage moloutformingene med avrundede hjørner og ikke skarpe kanter. Da er det vanskeligere for bølgene å fjerne blokker fra laget.



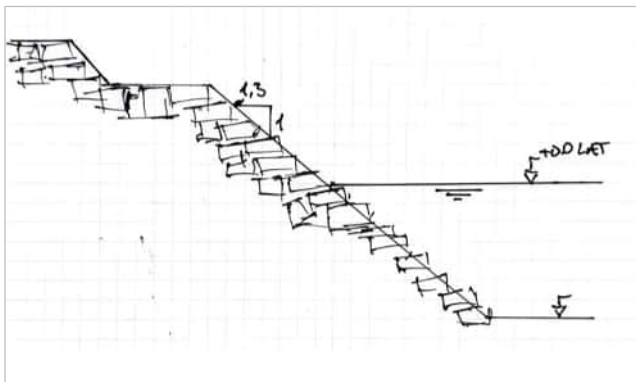
Figur 7-2: Eksempel utforming molohode og hjørner (planskisse)

#### 7.4 Alternativ utforming molohode

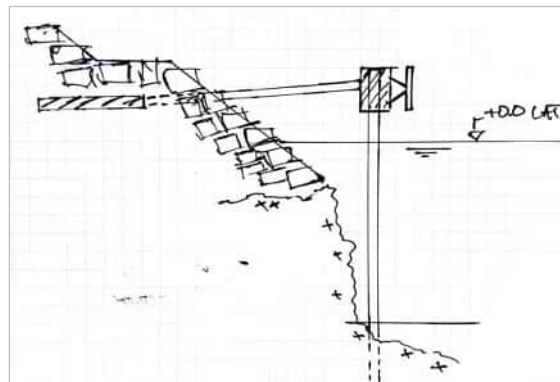
Forholdene i innseilingen til Røssnesvågen begrenser i dag større fartøy å gå inn. Det er lokale ønsker om å få tatt inn større båter, men samtidig ikke åpne og eksponere Røssnesvågen for mere sjø enn det som kommer i dag. I dette arbeidet er det forsøkt funnet et minnelig kompromiss hvor så store båter som mulig kan gå inn, samtidig som mye av dagens Sørlandsvågsmolo beholdes for skjerming.

I tiden mens hovedarbeidet på rapporten er utført har ikke geotekniske grunnboringer vært tilgjengelig, men ble utført etter hvert, og bekrefter antagelsen om at Sørlandsvågsmoloen ligger på en bergrygg. Det tegnede alternativet med moloskråning (1:1.3) helt ned til -9.5 m er konservativt med tanke på plassbehov, se illustrasjon på Figur 7-3.

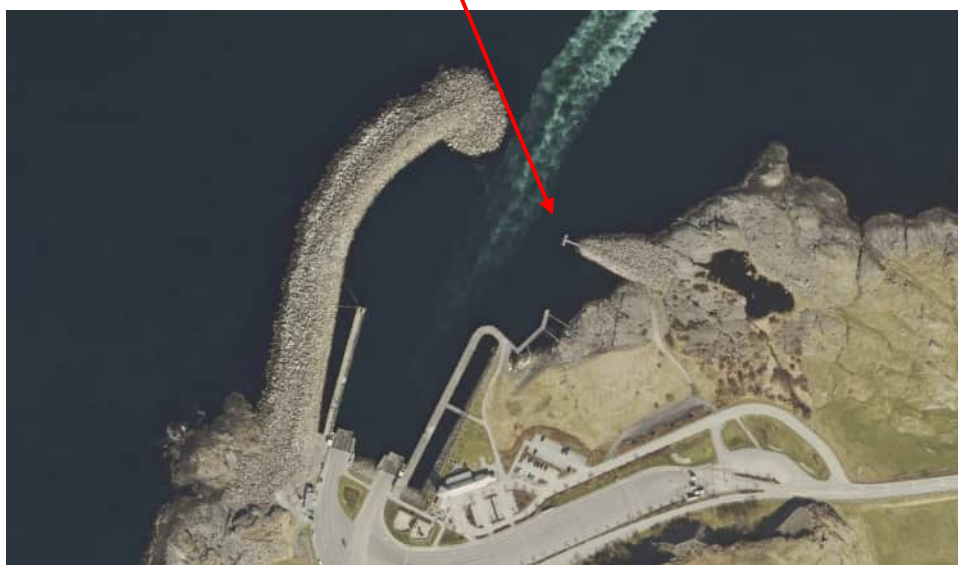
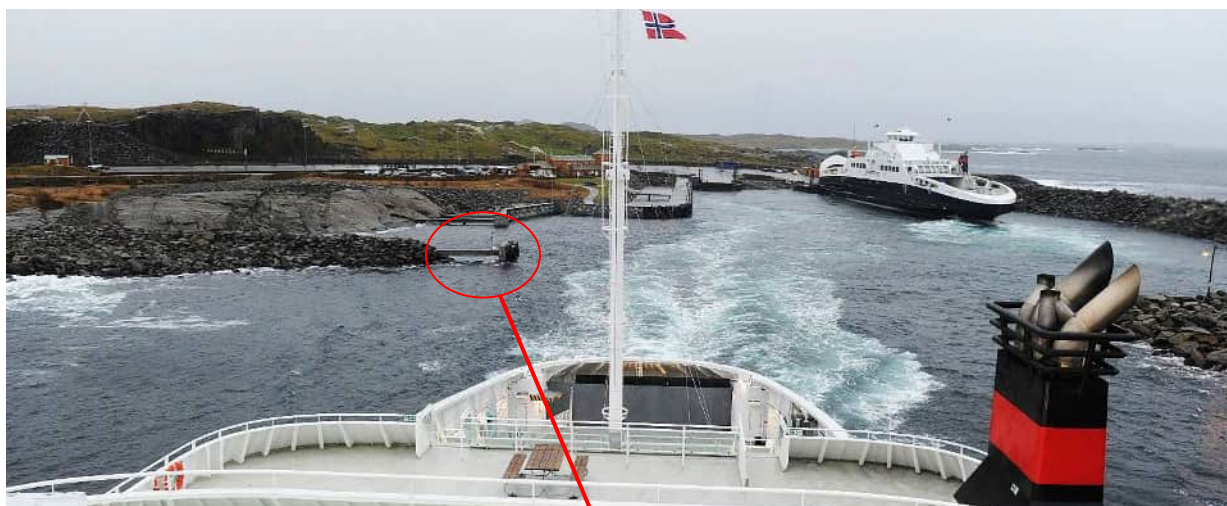
En kan i detaljprosjekteringen se på en alternativ utforming av molohodet. Om berget utdypes bratt blir skjermingen med dagens molo beholdt samtidig som større plass under vannskorpa beholdes. En bør da kombinere dette med en slags dykdalbøsning med fendring slik at det er tydelig for skipene hvor nære de kan gå. En slik løsning vil også gjøre at skipene vil være villige til å gå betydelig nærmere konstruksjonen enn en vanlig molo, da sikkerhetsmarginen er synlige. Dette kan utformes som mange varianter, på Figur 7-4 illustrert med bratt utdyping i berg under vann, vanlig plastring for energioptak i skvalpesonen og etablering av en dykdalbskonstruksjon med fendring foran.



Figur 7-3: Vanlig molohode med blokklag ned til sjøbunn/mudringsområde. Som vist på alternativene over.



Figur 7-4: Forslag til alternativ utforming av molohode. Her vist med både sprenging av berg (xx) og dykdalbløsning med fending.



Figur 7-5: Påkjørselsvern sekundærmolo Mortavika

## 8 Steinbrudd

Det er utfordrende å fremskaffe så store mengder stein som trengs til et moloprojekt ute på Værøy. Det er gjort innledende undersøkelser for å kartlegge mulighetsrommet både lokalt og eksternt.

I kapittel 9 er mengdene og mengdeberegningene presentert, og flere ulike kostnadsalternativer ut ifra ulik tilgang på kjernemasse, filtermasse og plastringsstein lokalt og eksternt.

Det er utformet et eget notat «52207515-RIB03 Orientering Steinbrudd» med ytterligere kommentarer og referat fra samtaler med lokale personer på Værøy og aktuelle eksterne brudd for levering av masser. Det henvises til notatet for mer inngående diskusjon og kommentarer rundt de enkelte stedene.

### 8.1 Lokale brudd

Det er to lokale gamle brudd på Værøy som i dag er nedlagte. Gjerdbakkan og Tverrberget.

Tidligere driftere av bruddet på Gjerdbakkan tror ikke det vil være mulig å hente noe filterlag ettersom det har vært drevet uttak av ur som er relativt fin, selv før knusing. Filterlaget bak såpas grov plastringsblokk som trengs er relativt grov. Uttak av plastringsblokk anses som usannsynlig. Kjernemasse kan hentes, men prosjektet ser ut til å være selvforsynt med kjernemasse. Det er dessuten ikke vært drevet i bruddet med tillatelse på rundt 10 år. Ny oppstart med tillatelse må derfor på plass før evt. uttak av mer masse kan skje.

Bruddet på Tverrberget fremstår som usikker med tanke på overliggende terreng. Bruddet har i følge lokale dårlige masser og begrenset volum. Det anses ikke som aktuelt å ta ut masser i bruddet for noen fraksjoner.

### 8.2 Eksterne brudd

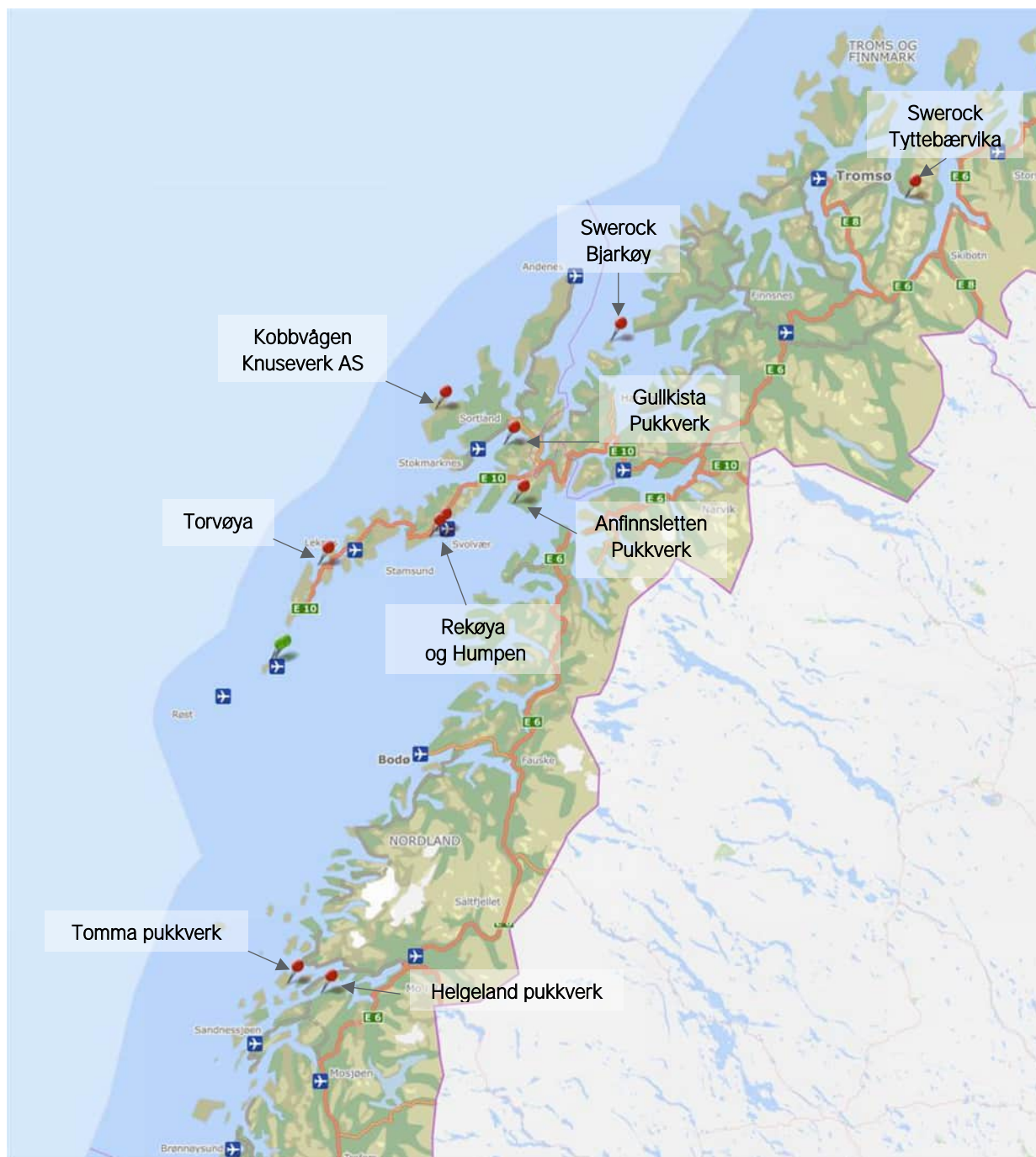
Det er gjort korte telefonintervjuer med eksterne leverandører som ligger i rimelig avstand til Værøy. Sørligste er på Helgeland, Tomma pukkverk og nordligste er Swerock sitt verk i Tyttebærvika, se Figur 8-1 og Tabell 8-1. Densitet og steintype er hentet fra NGUs pukkverksdatabase<sup>3</sup>. Densitet er tatt som et «nedre gjennomsnitt».

Gullkista har veldig oppsprukket berg i bruddet, og egner seg derfor ikke til produksjon av plastringsstein. Torvøya brudd er i drift og Norconsult har vært i kontakt med grunneier. Det har ikke lyktes å komme i kontakt med driverne av bruddet, og bruddet finnes ikke i NGUs pukkdatabase. Det er ukjent tilstand på kai og om den er i bruk.

De øvrige bruddene produserer plastringsblokk og stiller seg generelt positiv til å kunne levere til et slikt prosjekt som planlagt på Værøy.

---

<sup>3</sup> [https://geo.ngu.no/kart/grus\\_pukk\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/)



Figur 8-1: Oversikt mulig relevante eksterne steinbrudd

Tabell 8-1: Oversikt aktuelle eksterne pukkverk

Navn	Driver	Stein	Densitet	Kai	Avstand
<a href="#">Tyttebærvika</a>	Swerock AS	Gabbro	3.0	Ja	440 km
<a href="#">Bjarkøy Pukkverk</a>	Swerock AS	Gabbro	3.0	Ja	250 km
<a href="#">Gullkista</a>	Gunnar Holth Grusforretning AS	Gneis	2.7	Ja	165 km
<a href="#">Kobbvågen</a>	Kobbvågen Knuseverk AS	Gabbro	2.8	Ja	160 km
<a href="#">Anfinnslett Pukkverk</a>	Swerock AS	Monzonitt	2.7	Ja	140 km
<a href="#">Humpen</a>	Gerhard Svenning AS	Mangeritt	2.7	Plastret kaifront	100 km
<a href="#">Rekøya Pukkverk</a>	Lofotpukk AS	Mangeritt	2.75	Ja	100 km
Torvøya	Rasmussen Anlegg AS	Ukjent	Ukjent	Ukjent	55 km
<a href="#">Tomma Pukkverk</a>	Gabbro Nor AS	Gabbro	2.8	Ja	170 km
<a href="#">Helgeland Pukkverk</a>	Gabbro Nor AS	Granitt	2.7	Ja	185 km

### 8.3 Samferdselsprosjekter

Det er en rekke samferdselsprosjekter i Lofoten som er planlagt i årene fremover. Prosjekter som tunell og rassikring genererer erfaringsmessig mye overskuddsmasser som kan benyttes i moloprojekt. Moloen på Værøy kan, avhengig av utforming, være selvforsynt med kjernemasse, og det største behovet for eksterne masser vil være i filter og blokk. Fra tunelldriving vil det sannsynligvis ikke være mye blokk å hente, og det må knuses og siktes for å oppnå filterlaget. Det er derfor usikkert hvor relevant det er å vurdere overskuddsmasser fra samferdselsprosjekter til prosjektet på Værøy.

## 9 Volumberegning og Kostnader

Volumberegningene er utført som beskrevet i kapittel 3.2. I dette kapittelet oppsummeres og sammenlignes mengdeberegningene. Tabell 3-1 angir koeffisienter brukt i mengdeberegningen.

I Tabell 9-1 er kostnadssammenligningen mellom de ulike alternativene. Alternativ 1 og 2 er nesten identiske i lengde og utforming, bortsett fra at alternativ 2 har en liten knekk. Dette gir en teoretisk ekstra lengde på senterlinje til molo på 2-5 meter, men gir over 10 000 m<sup>3</sup> besparelse i blokk. Alternativ 2 viser derfor at det kan ligge store besparelser i å optimalisere moloens utforming og trasé. I en detaljprosjekteringsfase vil det kanskje være mulig å optimalisere moloens plassering og utforming.

En ser også at det er overskudd av kjernemasse i alternativ 1 og 2. Denne overskuddsmassen kan brukes ved å lage en bredere tå (underfylling) eller legge mer masse i kjernen, forutsatt at massen ikke inneholder forurenset materiale. Sistnevnte vil føre til en liten økning i bruk av blokk ettersom molotoppen blir bredere, men dette vil kunne forsvares ved å slippe deponeringskostnader.

I kolonnen til høyre i Tabell 9-1 vises mudringsmasser (som ikke er antatt å være berg), som er antatt å være ubrukbare masser (leire, silt organisk materiale etc.), og som ikke kan brukes som fyll i ny molo. Disse massene kan, som tidligere nevnt, være forurenset og må dermed bli deponert som avfall i godkjent deponi. Det kan lages et lokalt godkjent deponi i prosjektet, som vil gjøre prisen for deponering mye lavere enn transport og levering til eksternt deponi. Er forurensningsgraden på massene kategorisert som farlig avfall må massene leveres til eksternt godkjent mottak uansett, hvilket vil være svært kostbart. De innledende prøvesvarene fra sedimentprøvene antyder forurensede masser, men ikke i kategorien farlig avfall. I kostnadsberegningen er alle ubrukbare løsmasser antatt å være forurenset, og er dermed blitt kostnadsberegnet med en lokal deponikostnad. Dette er en konservativ antagelse. Det antas at faktiske masser til deponering er mindre enn antatt, men kostnaden for deponering som er valgt gjenspeiler deponering lokalt (men er usikker). Dersom det må fraktes lengre og til eksternt deponi, er ikke kostnader for dette medregnet.

Tabell 9-1: Oversikt massebalanse for de forskjellige alternativene. Alle verdier i 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>.

	Blokk [10 <sup>3</sup> pam <sup>3</sup> ] <sup>a)</sup>	Filter [10 <sup>3</sup> pam <sup>3</sup> ]	Kjernemasse [10 <sup>3</sup> pam <sup>3</sup> ]	Total mudring [10 <sup>3</sup> pfm <sup>3</sup> ] <sup>b)</sup>	Overskudd kjernemasse [10 <sup>3</sup> pam <sup>3</sup> ]	Deponering løsmasser [10 <sup>3</sup> pam <sup>3</sup> ]
Alternativ 1	134	10.3	104	284	44	150
Alternativ 2	123	10.25	105	284	42	150
Alternativ 3 (Forlengelse)	289 (166)	24 (13.75)	323 (218)	284	0	150
Alternativ 4f	177	22	187	208 <sup>c)</sup>	0	78
Alternativ 5	220	28	280	390	0	264
Alternativ 6	196.5	24	245	407.5	0	272
a) pa = prosjektert anbrakt (masser etter utlegging med nødvendig bearbeiding og komprimering) [5]						
b) pf = prosjektert faste masser (berg eller løsmasser i sin naturlige uberørte form) [5]						
c) Mudring Alt. 4f inkluderer mudring av Seiklakkflua, 23 000 pfm <sup>3</sup> .						

Ved kostnadsberegning er det evaluert forskjellig tilgang på masser som vist i Tabell 9-2. Prisen på eksterne masser øker betraktelig ved lang frakt. I mengdeberegningen viser prosjektet seg å være helt eller tilnærmet helt selvforsynt med kjernemasse. Dermed vil variant a og b i Tabell 9-2 gi tilnærmet lik kostnad for de fleste alternativene.

Tabell 9-2: Alternative kostnadsberegninger ut fra tilgang til masser

	Massetype		
	Kjernemasse	Filtermasse	Plastringsstein
<b>a</b>	ekstern	ekstern	ekstern
<b>b</b>	lokal	ekstern	ekstern
<b>c</b>	lokal	lokal	ekstern
<b>d</b>	lokal	lokal	lokal

Etter å ha kontaktet lokale aktører på Værøy er det ikke sannsynlig å kunne fremskaffe lokal plastringsblokk. Kun blokk som kommer innad i prosjektet er realistisk å regne med på dette stadiet. Det må reguleres, skaffes tillatelser og åpnes et nytt brudd på Værøy dersom plastringsblokk skal kunne fremskaffes. Dette er erfaringsmessig en veldig tidkrevende prosess som kan bli vanskelig å få gjort for dette prosjektet. Besparelser i kostnader og klimagassutslipp ville vært vesentlige om man hadde spart frakt av all filter og plastringsstein fra fastlandet. Variant c og d fra Tabell 9-2 virker dermed lite sannsynlige.

Til slutt er de estimerte kostnadene for molo-alternativene kombinert med forskjellig tilgjengelighet av masser oppsummert i Tabell 9-3. Kostnadene er basert på de beregnede volumene fra Tabell 9-1, og antatte enhetspriser for byggematerialer til moloen. Volumene kan regnes som forholdsvis sikre, med unntak av de andelene av eksisterende molo og utsprengt masse fra utdypingen som antas å kunne gjenbrukes i de nye moloene.

Enhetsprisene er svært usikre. De er basert på erfaringstall for nylige prosjekter, der det i noen tilfeller er hentet stein fra lokale brudd i umiddelbar nærhet, og i andre tilfeller er tilført stein med lekter over forholdsvis store avstander. Kostnaden for å drive fram blokkstein varierer noe med bergkvaliteten i steinbruddet, men den største usikkerheten antas å ligge i transportavstand og tilgjengelighet av nødvendig utstyr til transporten (lekter og slepebåt).

Tabell 9-5 er utregning av estimatet for alternativ 4f-b fra Tabell 9-3 vist.

Kostnaden for variant a og b for noen av alternativene er like. Dette skyldes at det er masseoverskudd på kjernemasse for disse alternativene, og det ikke gir noe utslag i prisdifferanse på å hente kjernemasse eksternt og lokalt, siden all masse er intern/lokal.

Tabell 9-3: Kostnadsoversikt moloalternativer for ulik tilgang på eksterne og lokale masser, etter Tabell 9-2

	Alt. 1 [MNOK]	Alt. 2 [MNOK]	Alt. 3 [MNOK]	Alt. 4f [MNOK]	Alt. 5 [MNOK]	Alt. 6 [MNOK]
<b>a</b>	380	360	720	420	660	600
<b>b</b>	380	360	670	420	630	580
<b>c</b>	370	360	660	410	620	570
<b>d</b>	300	290	500	320	500	470

Tidlig i arbeidet, før grunnundersøkelser ble utført, ble det sett på kostnadssensitiviteten med ulik grad av løsmasse/berg i mudringen. Mye løsmasse gir antatt større behov for eksternt tilførte masser, samt deponeringsmengder og deponikostnad øker. Sprenging av berg er dyrere en ren mudring i løsmasser. Ved masseoverskudd av sprengt berg vil det kunne fylles i molo eller tåfylling for stabilitet, uten å legge det i strandkantdeponi. Det er ikke medregnet i disse beregningene.

For alternativ 4f er det medregnet mudring av Seiklakkflua til -14 m LAT, da det etter samtaler med brukerne var svært ønsket. Dette omfatter et beregnet volum på 23 000 prosjekterte faste kubikk berg. I alt 4f. er det antydnet er masseunderskudd på kjernemasse internt i prosjektet, og dermed er det rimelig å anta at kostnaden med å kjøpe eksternt, frakte og legge ut masser fra brudd ligger i samme størrelsesorden som å sprengte Seiklakkflua.

Tabell 9-4 viser kostnaden for hvert alternativ når man antar 60% berg i mudringmasser (etter fratrekk for antatt blokk og berg som er synlig i dagen). I parentes vises forskjellen fra Tabell 9-3 som viser 30% berg. Positiv verdi er en økning i kostnad. En ser derfor at det for alternativ 4f er konservativt å legge til grunn 30% berg i kostnadsberegningen på dette stadiet, og at det vil være kostnadsbesparende med økt andel berg.

Tabell 9-4: Kostnadsoversikt for moloalternativene med 60% antatt berg. Differanse i MNOK mellom 30% og 60% berg i parentes. Negativ verdi er kostnadsbesparelse ved høyere andel berg.

	Alt. 1 [MNOK]	Alt. 2 [MNOK]	Alt. 3 [MNOK]	Alt. 4f [MNOK]	Alt. 5 [MNOK]	Alt. 6 [MNOK]
a	400 (20)	380 (20)	690 (-30)	390 (-30)	630 (-30)	600 (0)
b	400 (20)	380 (20)	660 (-10)	390 (-30)	630 (0)	600 (20)
c	400 (30)	380 (20)	660 (0)	380 (-30)	630 (10)	590 (20)
d	330 (30)	320 (30)	490 (-10)	290 (-30)	500 (0)	490 (20)

### Generell sluttkommentar

I løpet av arbeidet med designvurderingen har innsikten rundt prising, massesammensetning, tilgang på deponi, mengde berg og forurensning blitt bedre. De innledende antagelsene, særlig på priser, kunne derfor ha vært justert noe, samt oppsettet på kostnadsberegningen kunne vært utført annerledes. Dette til tross er beregningene gjort på samme vis og på samme grunnlag for alle alternativene. Det er derfor ikke gjort noen endringer og forbedringer i oppsettet, siden dette ville gjort alternativene mindre sammenlignbare.

Kostnaden av de forskjellige alternativene må derfor ses på med stor usikkerhet, og egner seg best til innbyrdes sammenligning seg imellom.

Tabell 9-5: Kostnadsberegning alternativ 4f-b

<b>Kostnadsestimat</b>						
Ny innsegling Værøy - molo og mudring						
Alternativ 4f-b						
			Utført: RobLer	Dato: 23-10-2023		
		Enhet	Mengde	Pris	Delsum	Sum
<b>1</b>	<b>Anleggsarbeider</b>					
1.1	Rigg og drift (i prosent av entr. kostnaden)	%	12			<b>45 516 000</b>
1.2	<b>Mudring</b>					<b>78 000 000</b>
	Mudring løsmasser	pfm3	78 000	500	39 000 000	
	Mudring berg	pfm3	130 000	300	39 000 000	
1.3	<b>Grunnarbeid</b>					<b>196 100 000</b>
	Plastring	Stedlig	pam3	19 000	200	3 800 000
		Lokal	pam3		600	
		Ekstern	pam3	158 000	1 000	158 000 000
	Filter	Lokal	pam3		400	
		Ekstern	pam3	22 000	600	13 200 000
	Kjernemasse	Stedlig	pam3	163 000	100	16 300 000
		Lokal	pam3	24 000	200	4 800 000
		Ekstern	pam3		400	
1.4	<b>Deponering</b>					<b>10 200 000</b>
	Deponering løsmasser, potensielt forurenset	pam3	78 000	100	7 800 000	
	Deponering overskudsmasser, rene masser	pam3		100		
	Etablering sjeté	pam3	24 000	100	2 400 000	
<b>Sum spesifiserte kostnader</b>						<b>329 820 000</b>
<b>Uspesifiserte og uforutsette kostnader</b>						
		%	15		49 473 000	49 470 000
<b>Entreprisekostnad</b>						<b>379 300 000</b>
<b>Generelle kostnader (Prosjektadm., prosjektering)</b>						
		%	10			37 930 000
<b>Anleggskostnad eks. mva.</b>						<b>417 000 000</b>

pam<sup>3</sup> = prosjekterte anbrakte m<sup>3</sup>pfm<sup>3</sup> = prosjekterte faste m<sup>3</sup>

## 10 Anbefalt alternativ

I rapporten er det gjort et omfattende arbeid i å undersøke de tidligere alternativene fra 2014, men også nye andre alternativer. Kostnadene for noen alternativer er høy, uten at forholdene forbedrer seg i tilstrekkelig grad. For alternativ 3 er virkningen god, men kostnaden er til gjengjeld formidabel. Innselling fra øst, skissert i alternativ 5 og 6, er ikke ønsket av brukerne da de er like bekymret for bølgene fra øst som fra sørvest. Alternativ 4 gir det beste kompromisset mellom kostnad, virkning og tilbakemeldinger fra brukerne.

Det kan likevel ikke utelukkes at det finnes andre alternativer, men Norconsult mener det er fornuftig å ta utgangspunkt i alternativ 4f i de videre arbeidene. En finjustering av plassering av moloene, og utforming av indre basseng med hensyn til snuforhold er relevante aspekter å se nærmere på. Det er ikke vurdert hvor lang molo vest bør være, og om man oppnår samme skjerming med en kortere molo. Dette bør undersøkes i detaljprosjekteringsfasen.

I slutføringen av dette arbeidet utførte Kystverket med hjelp fra DNV en kvalitativ risikoanalyse med diverse brukere av havna nå, og mulige fremtidige brukere. Her fikk alle brukere gi tilbakemeldinger til alternativ 4f, og hvordan den tenkte utformingen ville påvirke deres bruk av havna. I korte trekk er konklusjonen fra rapporten at det nye alternativet er vesentlig bedre enn dagens tilstand og at risikoen med å gå inn til havna vil reduseres. Alle brukere ville gjøre små endringer på lengde på molo eller utforming av utdypingsområde for å optimalisere sine ønsker til skjerming eller snuforhold.

## 11 Videre arbeider

Undersøkelsene og funnene i denne rapporten er innledende på forprosjektnivå, og før prosjektet kan gå til gjennomføring bør følgende arbeider bli vurdert gjennomført:

- Miljøundersøkelser og geotekniske grunnboringer

På tidspunktet når denne rapporten ferdigstilles har det akkurat blitt utført geotekniske grunnboringer, miljøprøver og naturkartlegging på Værøy. Det ble ikke tid til å implementere resultatene fra disse undersøkelsene inn i rapporten, ut over noen enkle kommentarer.

Med resultatene bør man gjøre ny mengdeberegning hvor man skiller løsmasser og berg, samt hvor mye forurensede masser som finnes.

- Resonans – svingninger i havnebasseng

Lokale brukere har opplevd tidvis ganske høy heave inne i Røssnesvågen når fartøyene ligger til kai. Dette gjenspeiles ikke i bølgemodellene i dag. I neste fase anbefales det at dette sjekket ut nærmere, og at man foretar en sjekk mot bølgeresonans inne i havnebassenget.

- Ny sjøbunnsscanning

Det er gjort endringer på eksisterende molo, og ny utfylling til industriområde for Lofoten Viking ytterst i Røssnesvågen. Det kan også tenkes at det har skjedd noe mer sedimentering og masseforflytning siden 2016. Så det anbefales at det utføres nye sjøbunnsscanninger av området til neste mengdeberegning.

## 12 Referanser

- [1] Multiconsult, «712283-TVF-RAP-001 Felles innsailing til havnene på Værøy,» 2014-06-15.
- [2] Multiconsult, «712283-RIMT-RAP-001 Felles innsailing til havnene på Værøy Forprosjekt- Vedlegg 1: Bølgeberegninger,» 2014-06-15.
- [3] Norconsult, «Norconsult GIS Datalake,» [Internett]. Available: [datalake.norconsult.com](https://datalake.norconsult.com). [Funnet 19 Oktober 2022].
- [4] Geonorge, «Sjøkart - Dybdata - Kartkatalogen,» [Internett]. Available: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/sjoekart-dybdata/2751acf-5472-4850-a208-3532a51c529a>. [Funnet 19 Oktober 2022].
- [5] NVE, «Sikringshåndboka Modul G2.001: Omregning av volum av masser,» 11 03 2022. [Internett]. Available: <https://sikringshandboka.nve.no/moduler/modul-g2-001-omregning-av-volum-av-masser/>. [Funnet 23 10 2023].
- [6] SINTEF, «3C0442 - Røstnesvågen, Værøy - konsekvenser av endringer i innsailing,» 2009-03-09.
- [7] Norconsult, «Befaring til Værøy Helikopterplass, Notat,» 2009-08-08.
- [8] DiBK, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning,» 2017.
- [9] Kartverket, «Sehavnivå,» [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=208803&location=V%C3%A6r%C3%B8y%20kommune>. [Funnet 10 Oktober 2022].
- [10] Norconsult, «52304060 RIM03 Miljøteknisk sedimentundersøkelse - Værøy Fiskerihavn,» 2023-10-16.
- [11] Kystverket, Molohåndboka, 2021.
- [12] J. van der Meer og S. Sigurdarson, Design and Construction of Berm Breakwaters, Singapore: World Scientific, 2017.

## Vedlegg til rapport

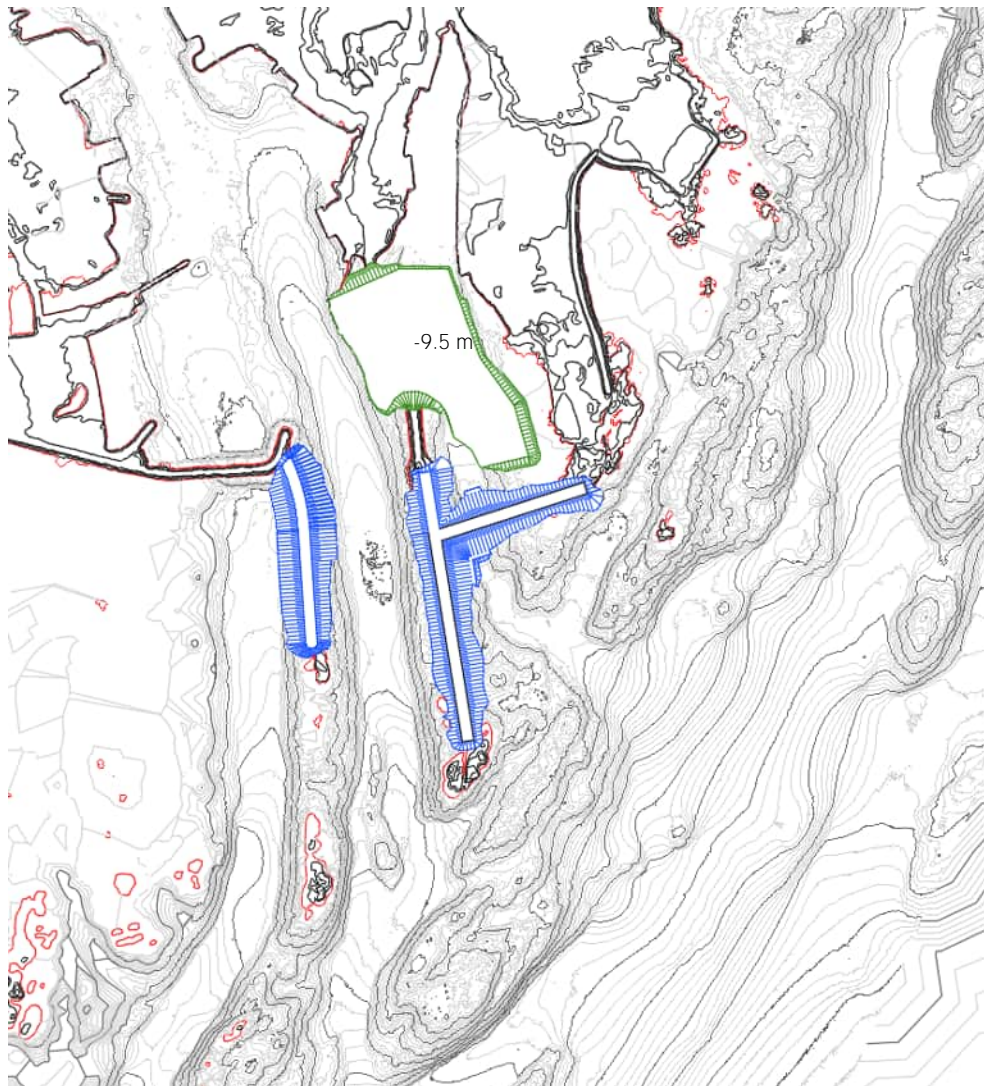
Dette del-dokumentet inneholder vedlegg til rapport 52207515-RIB01 Designvurdering Innselling Værøy.

## Innhold

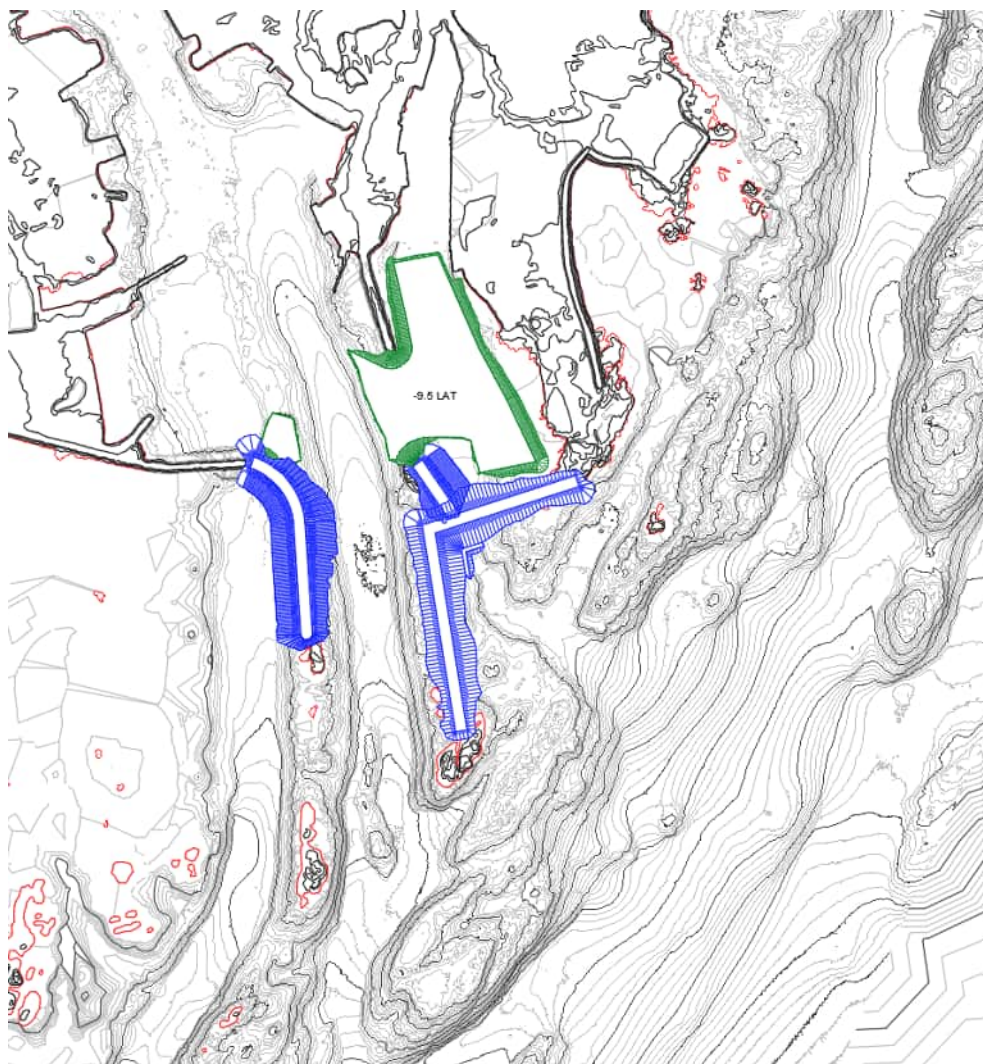
Vedlegg til rapport		1
Vedlegg A	Situasjonsskisse alternativ 4a til 4e	2
A.1	4a	2
A.2	4b	3
A.3	4c	4
A.4	4d	5
A.5	4e	6
Vedlegg B	Ekstra resultater	8
B.1	Bølger fra 210 grader	8
B.2	Bølger fra 150 grader	10

## Vedlegg A Situasjonsskisse alternativ 4a til 4e

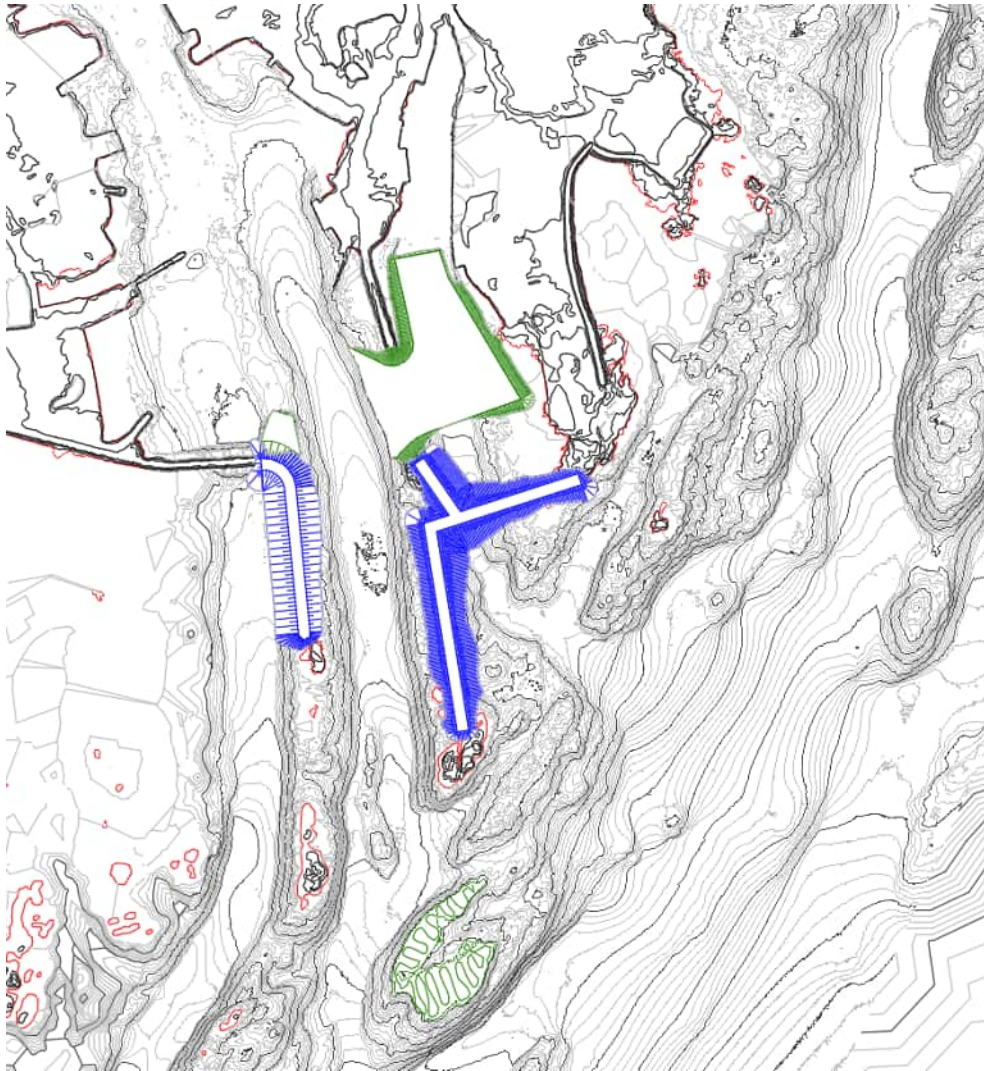
### A.1 4a



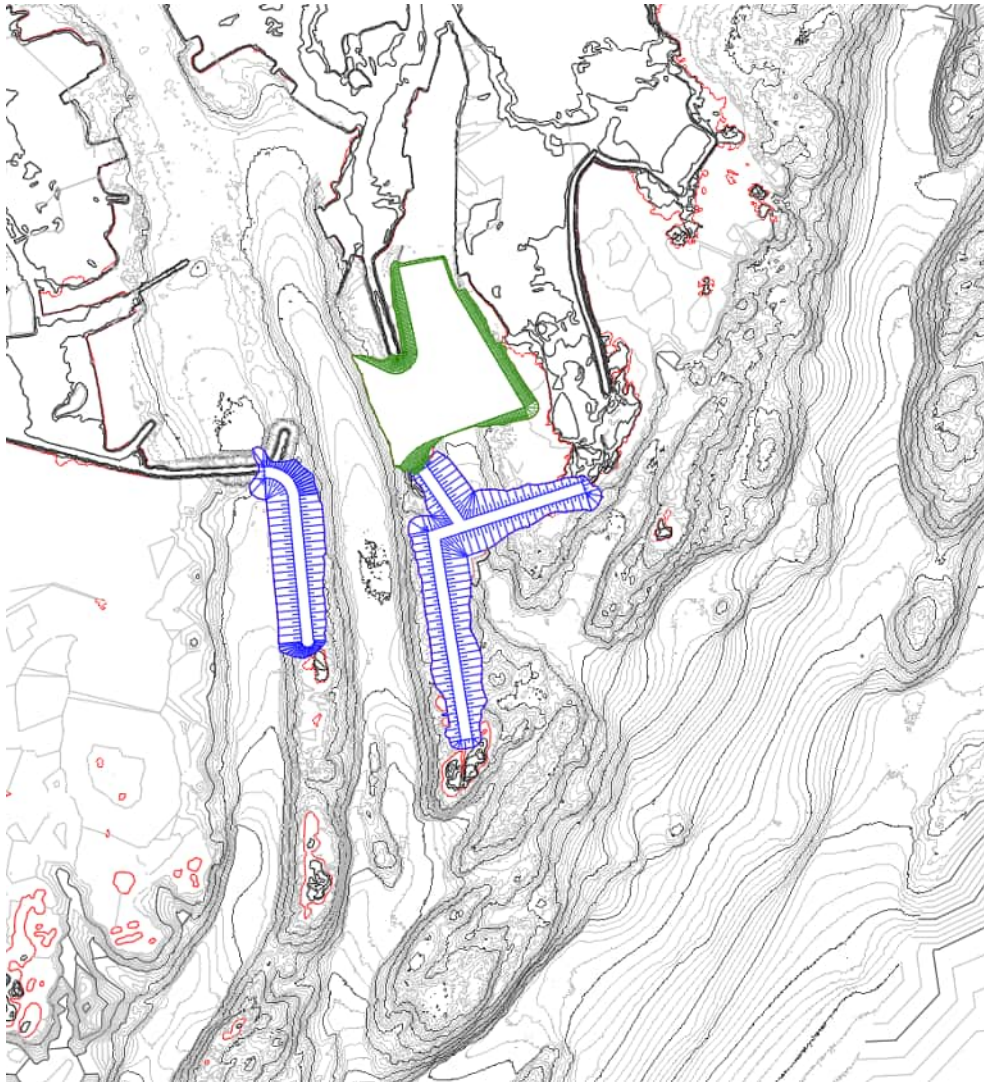
**A.2 4b**



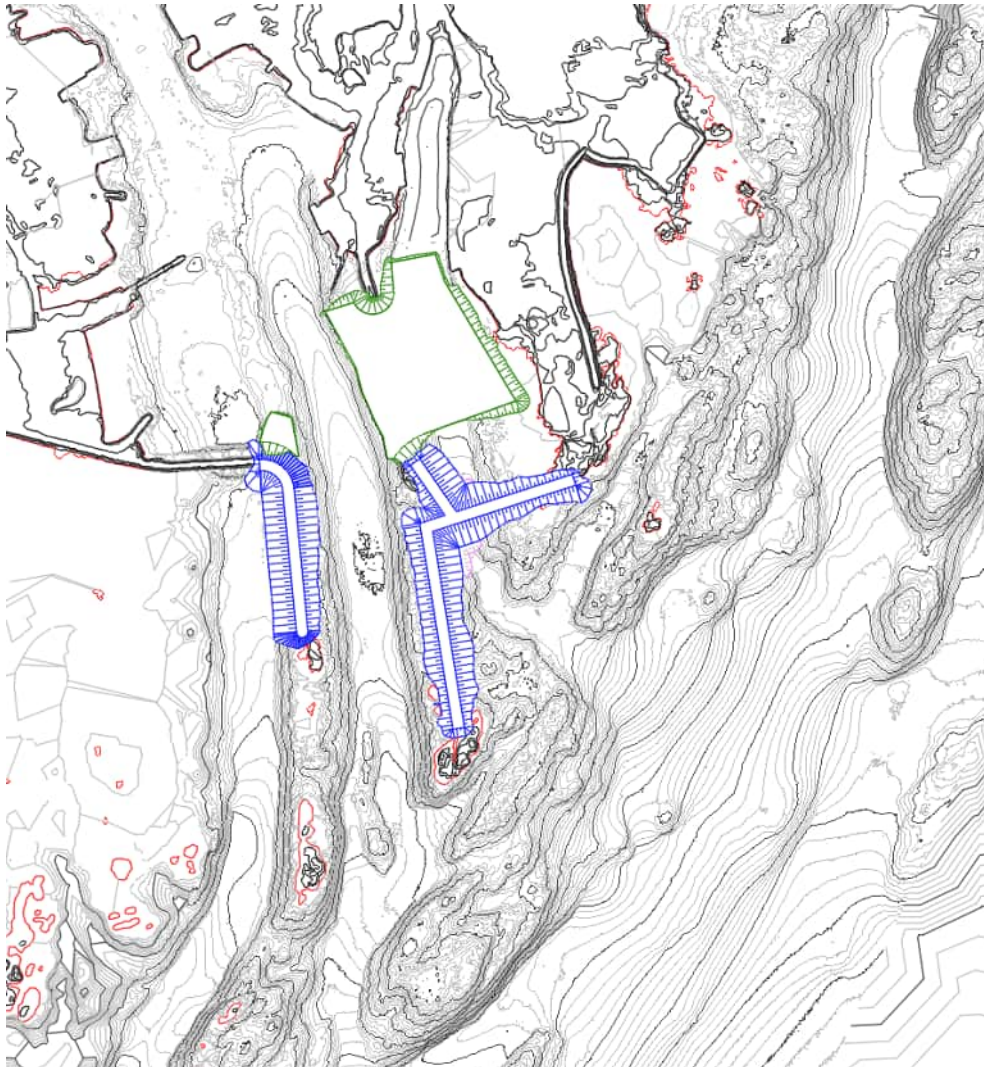
**A.3** 4c



**A.4 4d**

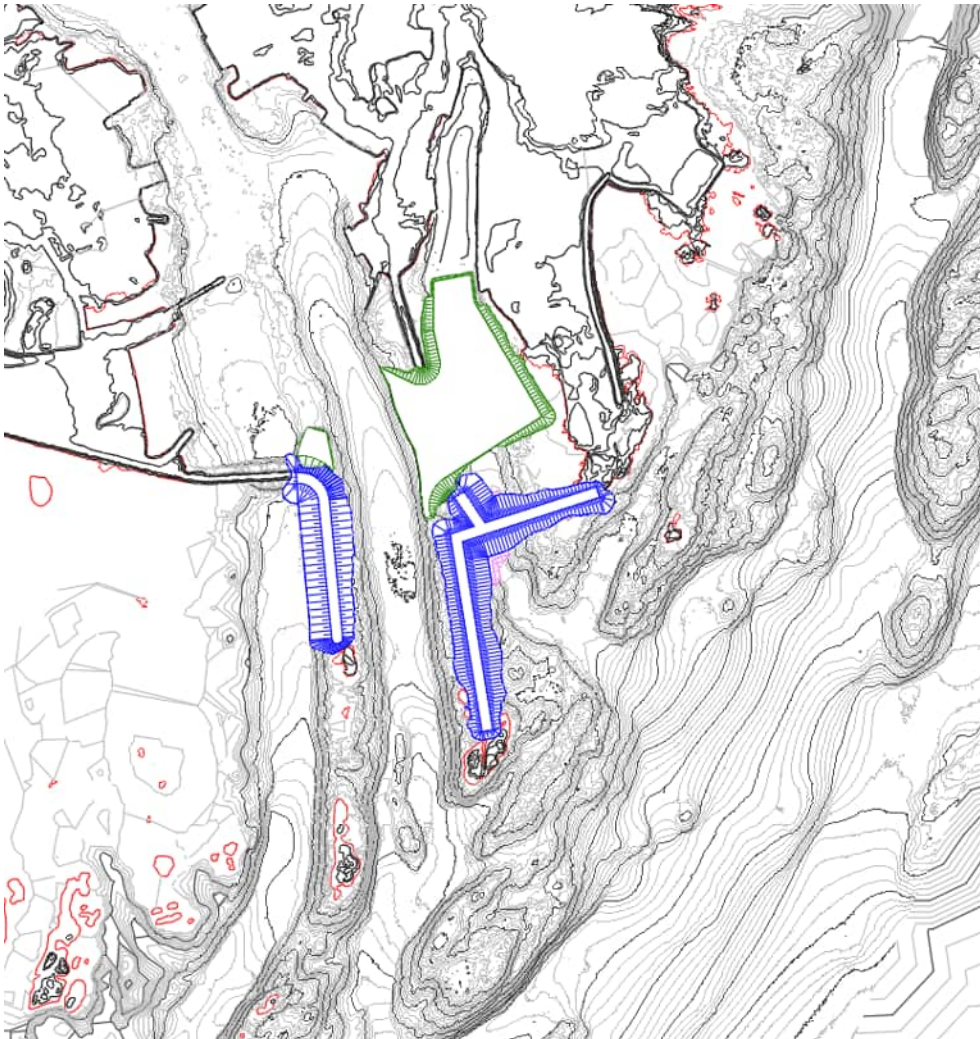


**A.5** 4e



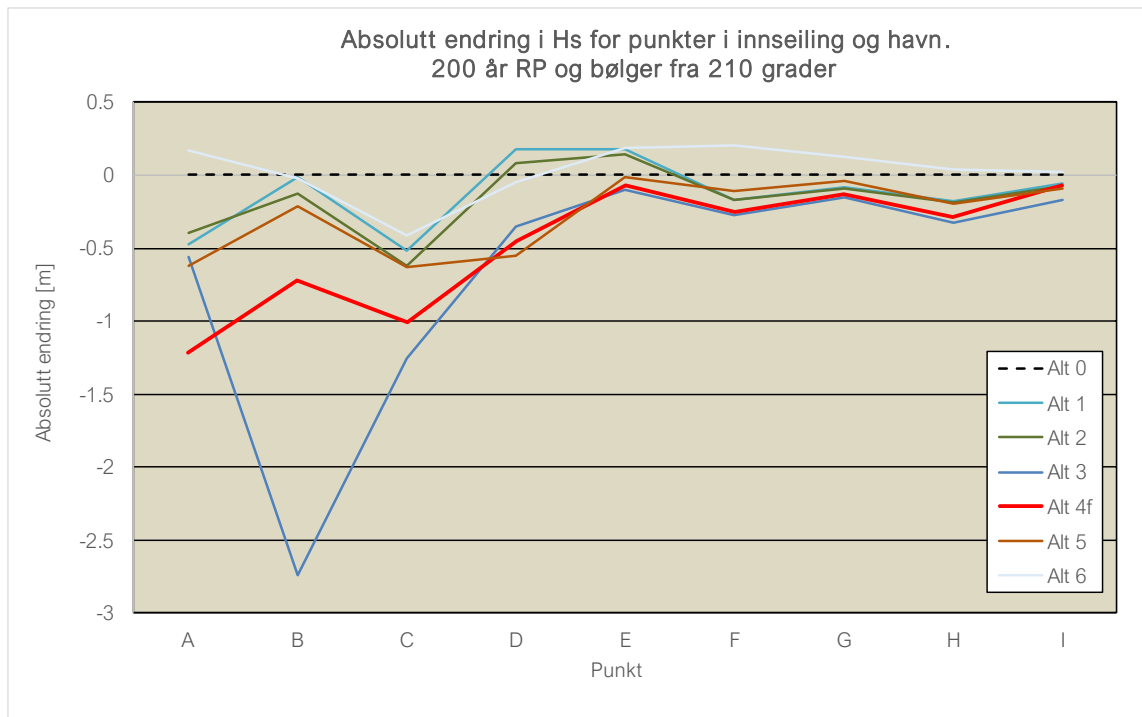
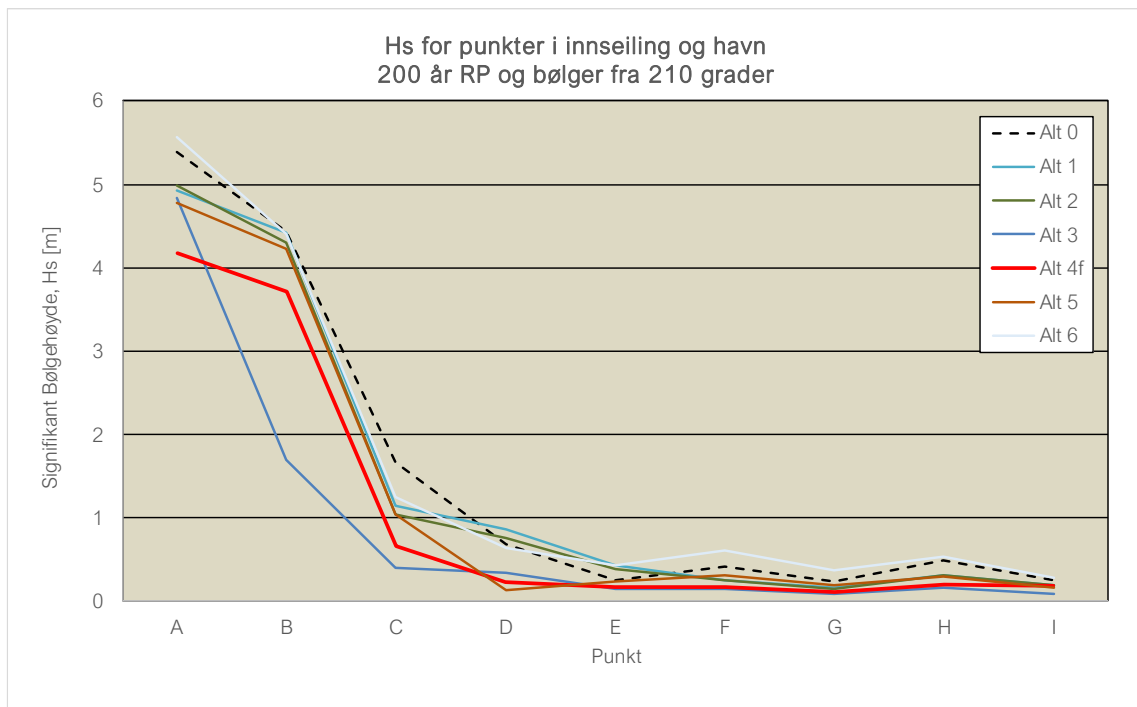
## A.6 4f (som presentert i hovedrapport)

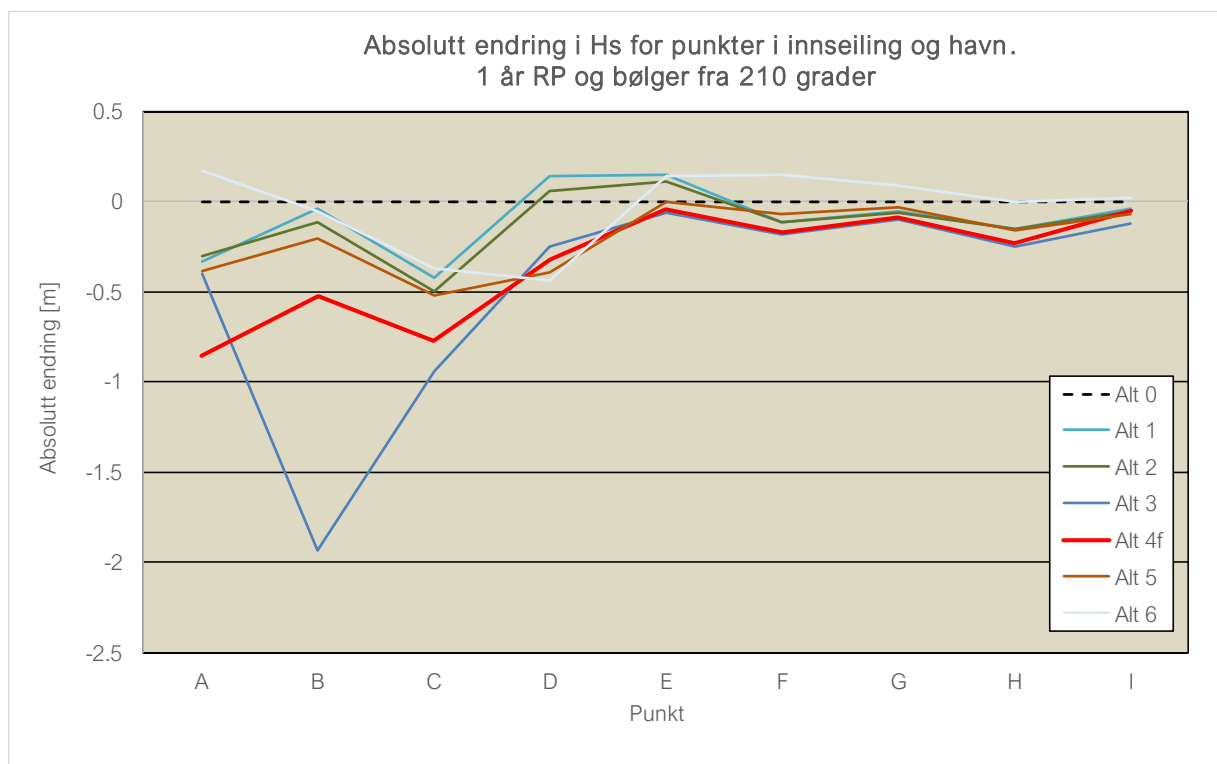
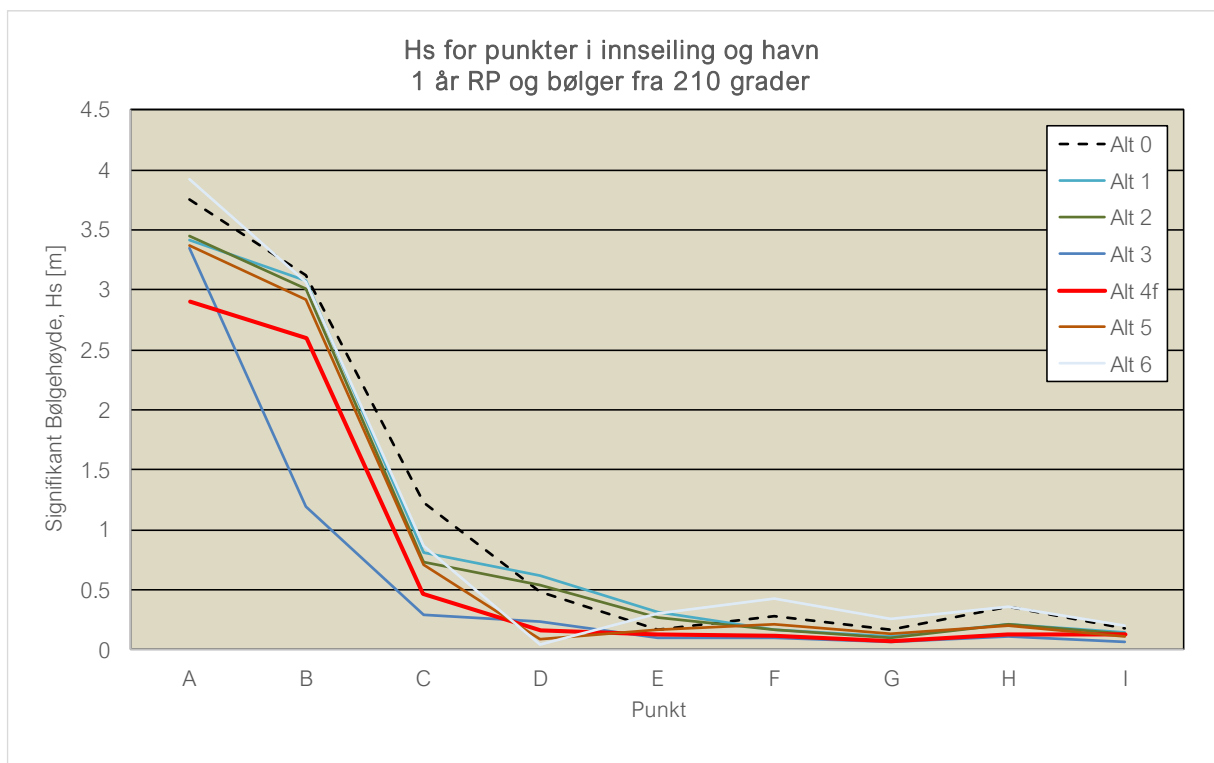
NB! Dette oversiktsbildet viser situasjonen som brukt i bølgemodellen. I mengdeberegningen er mudring av Seiklakkflua (som vist i alt. 4c) medregnet, ettersom dette var et sterkt ønske fra brukerne. Det ble heller ikke funnet noe negativ virkning ved å mudre Seiklakkflua.



## Vedlegg B Ekstra resultater

### B.1 Bølger fra 210 grader





## B.2 Bølger fra 150 grader

