

Oppdragsgiver: **Vardø kommune**

Oppdragsnr.: **52303938** Dokumentnr.: **20**

Til: Vardø kommune v/ Alonza Garbett

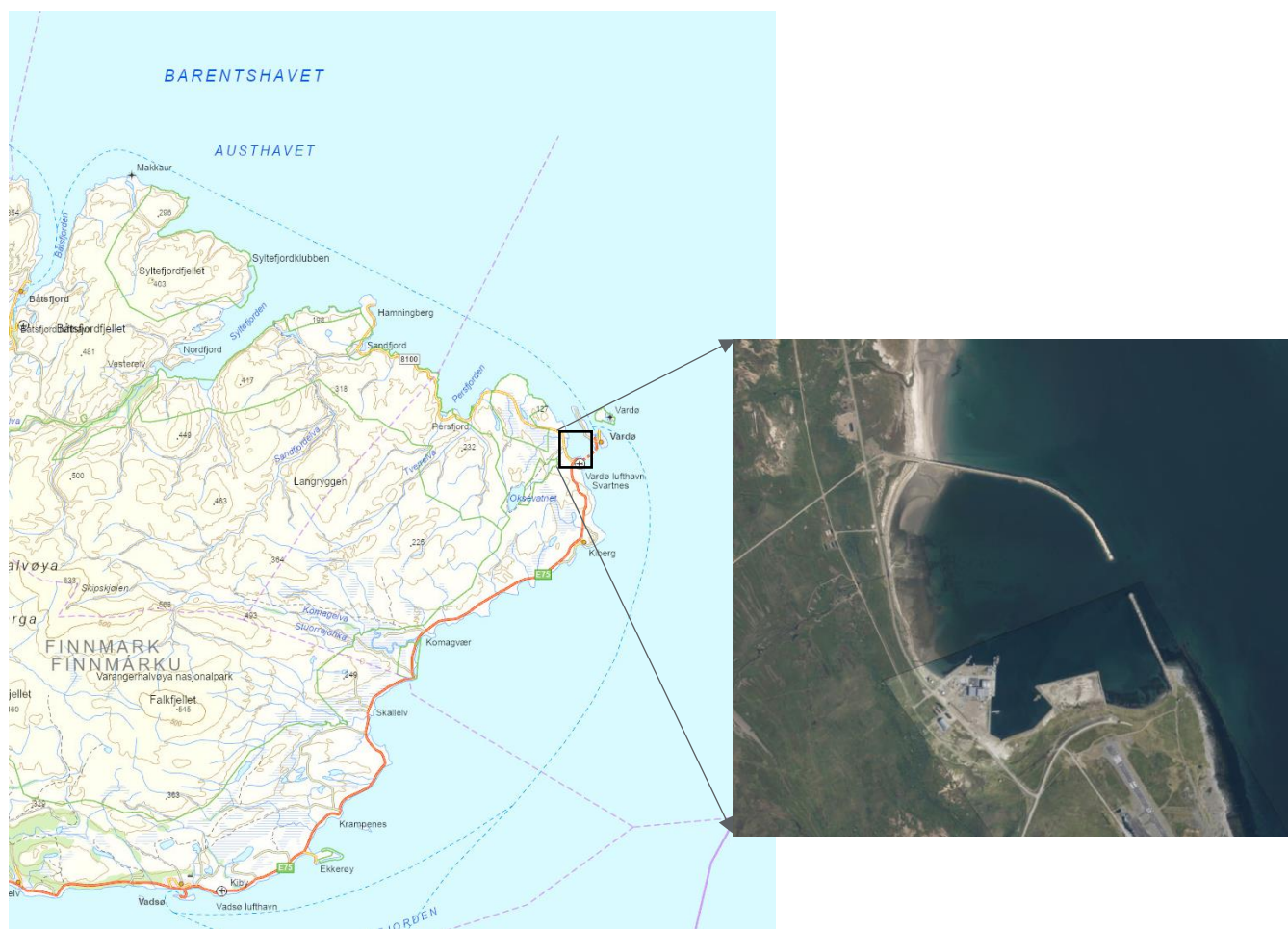
Fra: Norconsult Norge AS v/Athul Sasikumar

Dato 2024-03-12

► Risikovurdering for flom fra havet - Detaljregulering Svartnes havn

1. Innledning

Vardø kommune har engasjert Norconsult for bistand med detaljregulering av Svartnes havn (Svartnesbukta), Figur 1. Vardø kommune har mottatt flere henvendelser fra aktører innen fiskeri som ønsker å etablere seg i Svartnes havn. Dessverre kan ikke kommunen for øyeblikket imøtekomme disse ønskene på grunn av problemer med innseilingens dybde og mangel på kaiplass. Detaljreguleringsplan for Svartnes havn skal legge til rette for etablering av et attraktivt og fremtidsrettet næringsareal for utbygging av fiskeri- og servicerelevante virksomheter. Målsettingen er å utvikle Svartnes havn til å bli et nytt fiskeri- og logistikk-knutepunkt i Nord-Norge.



Figur 1 Oversiktskart

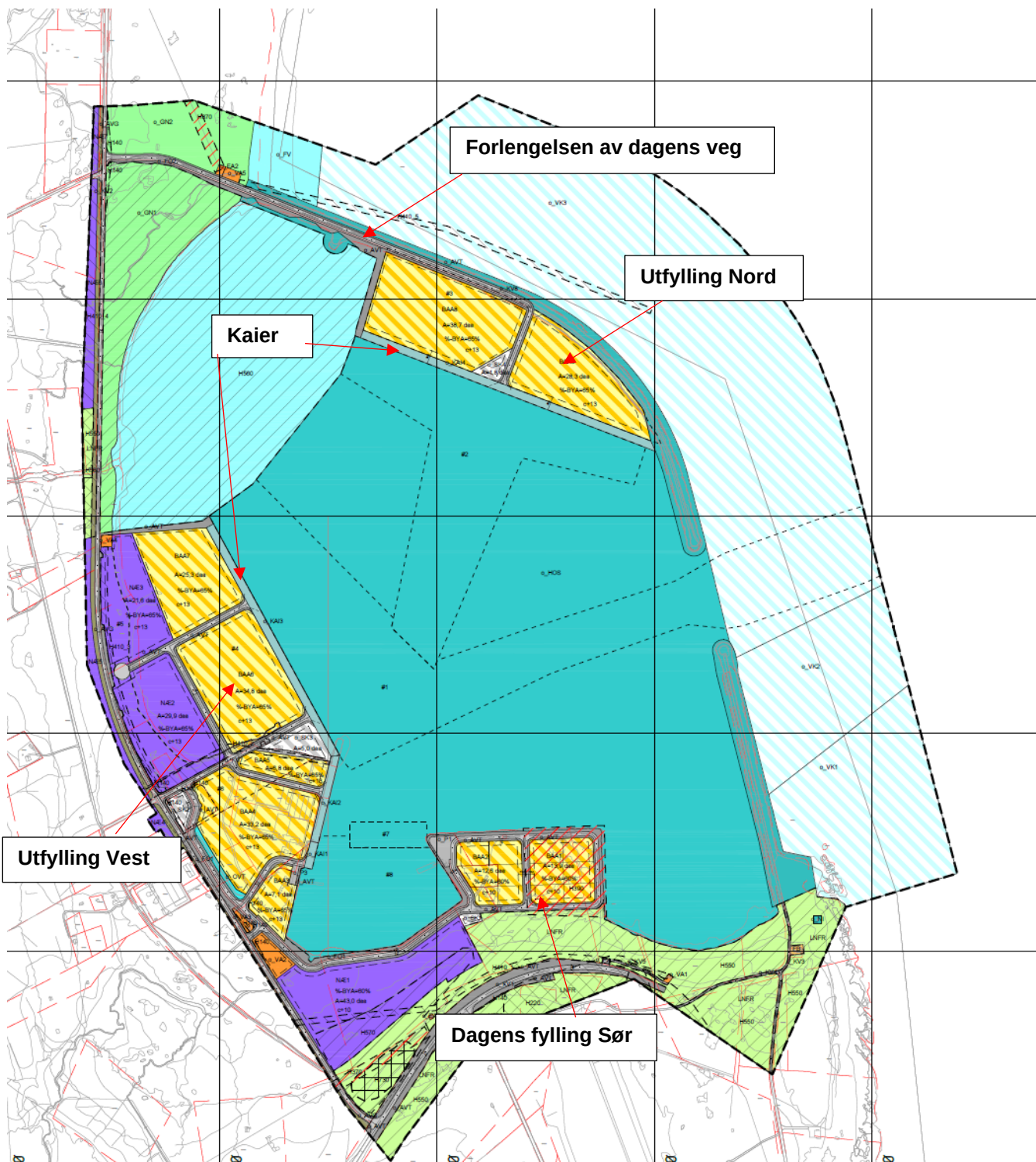
I denne rapporten er bølgeforholdene beregnet med stormfloverdier inkludert havnivåstigning. I tillegg er det gjort en vurdering av en kombinert tilstand med stormflo og bølger, og nødvendig sikringshøyde er beregnet for å tilfredsstille kravene i TEK17 [1] sikkerhetsklasse F2 og vegnormalen N200 [2].

Figur 2 viser de planlagte tiltakene i Svartnes havn. Valgt løsning innebærer å utdype innseilingen til -12,3 og -8,3 meter sjøkartnull inne i havna. Det er planlagt å benytte overskuddsmassene for å lage 2 store utfyllinger inn i havna. Utfyllingene vil kunne gi et nytt landareal på ca. 200 000 m² med 1000 meter fiskerikai. I tillegg er det planlagt en ny innseilingsmolo utenfor søndre sjete og en ny molo i indre havn.



Figur 2 Oversikt over tiltakene i Svartnes havn.

Et utsnitt av det gjeldende plankartet for Svartnes havn er vist i Figur 3. Nøyaktig plassering av innseilingsmoloen er ikke angitt i plankartet, da Vardø kommune ønsker frihet til å plassere den i en annen vinkel enn det som ble foreslått i forprosjektet [3].



Figur 3 Gjeldende plankart datert 29-01-2024. Den sørlige delen av planen er nær ferdig utført.

2. Lovverk

Byggteknisk forskrift [4], TEK 17 § 7, krever at byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Angående sikkerhet mot stormflo og bølger har Byggeforskriften [4], TEK17 stillet følgende krav,

(1) Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.

(2) For byggverk i flomutsatt område skal sikkerhetsklasse for flom fastsettes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides. I de tilfeller hvor det er fare for liv fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.

Forskriften opererer med tre ulike sikkerhetsklasser. Den viktigste utløsende faktor for valg av klasse er graden av personopphold og konsekvensen ved oversvømmelse. Her opererer § 7-2 med sikkerhetsklassene F1, F2 og F3 for flom.

Tabell 1 Sikkerhetsklasse for flom [1]

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

- Klasse F1 omfatter midlertidige konstruksjoner og steder uten permanent menneskelig opphold og med små eller ingen konsekvenser for miljøet ved skader, og benytter 20 års returperiode. F.eks. Turstier og parker, friområder, naust og garasjer.
- Klasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold og innebærer at flomrisiko skal estimeres for 200 års returperiode. F.eks. boliger, kontorbygg og industribygg.
- Klasse F3 omfatter samfunnskritisk infrastruktur, og gjelder konstruksjoner som må fungere også under en krise, dvs. brannstasjoner, politistasjoner og helseinstitusjoner. Her skal det benyttes 1000 års returperiode.

Moloer og utfyllinger i sjøen omfattes ikke normalt av bestemmelsene i regelverket TEK17, men virksomheter som etableres på utfyllingen eller bak moloen må tilfredsstille kravene, og dermed kommer TEK17 til anvendelse også for utfyllinger og moloer. I Svartnes er det planer om å etablere fiskeri-relaterte aktiviteter på den nye utfyllingen i sjøen, og det er derfor nødvendig å bruke sikkerhetsklasse F2 i beregningene.

Dagens vei som ligger på nordre molo må tilfredsstille kravene i vegnormalen N200 [2]. For vegen langs sjøen skal dimensjonerende høyvann settes til havnivå ved 200-års stormflo og havnivåstigning fram til år 2100, kombinert med:

- 200 års bølgehøyde,
- eller med lavere returperiode på enten havbølger/dønning eller lokale vindbølger, under forutsetning av at det er mulig å dokumentere at det ikke er sannsynlig at ekstremverdier av disse hendelsene inntreffer samtidig.

3. Stormflo og havnivåstigning

Tidevannsnivåer og stormflonivå er hentet fra Se havnivå [5] for Svartnes og er vist i cm over NN2000 i Tabell 2 og i Figur 4. Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Vardø og estimerer på framtidig endring av middelvann i Vardø kommune. Figur 5 viser eksisterende situasjon under en 200 års stormflo i 2090 [5]. Merk at figurene ikke tar hensyn til effekten fra bølger.

Tabell 2 Tidevannstander og stormflonivå i cm over NN2000 ved Svartnes.

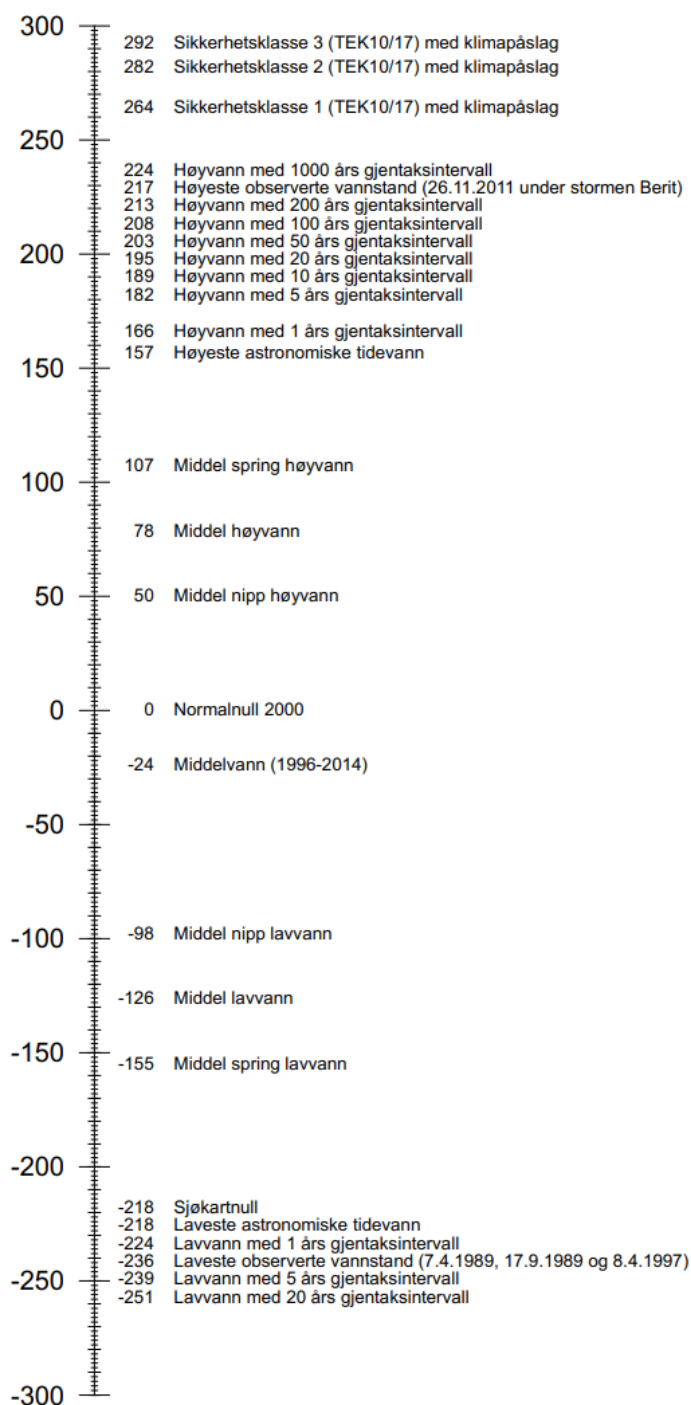
Vannstand	Verdi
200 års stormflo med klimapåslag i 2090 (F2)	282 cm
200 års stormflo med klimapåslag i 2100 (Vegnormalen)	292 cm
20 års stormflo med klimapåslag i 2090 (F1)	264 cm
200 års stormflo i 2024	213 cm
20 års stormflo i 2024	195 cm
Høyeste registrerte vannstand i Vardø (26.11.2011 under stormen Berit)	217 cm
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	157 cm
Middelvann (MV)	78 cm
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	-218 cm

N70°21,4' E31°2,6'

Nivåskisse

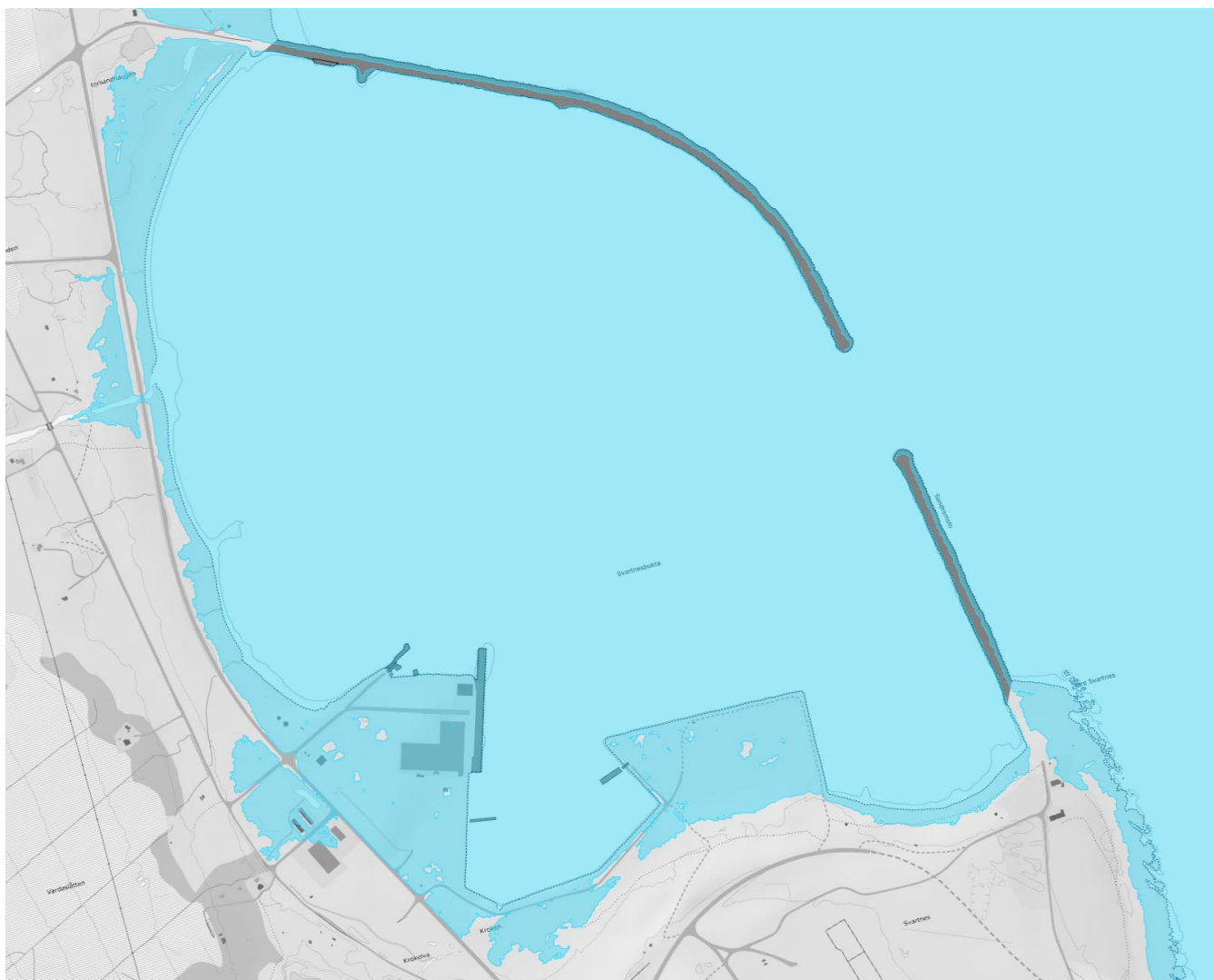
SVARTNES

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Vardø, justert med faktor 1,00.



Figur 4

Vannstander for Svartnes hentet fra Se havnivå [4]. Høydereferanse i cm over NN2000.

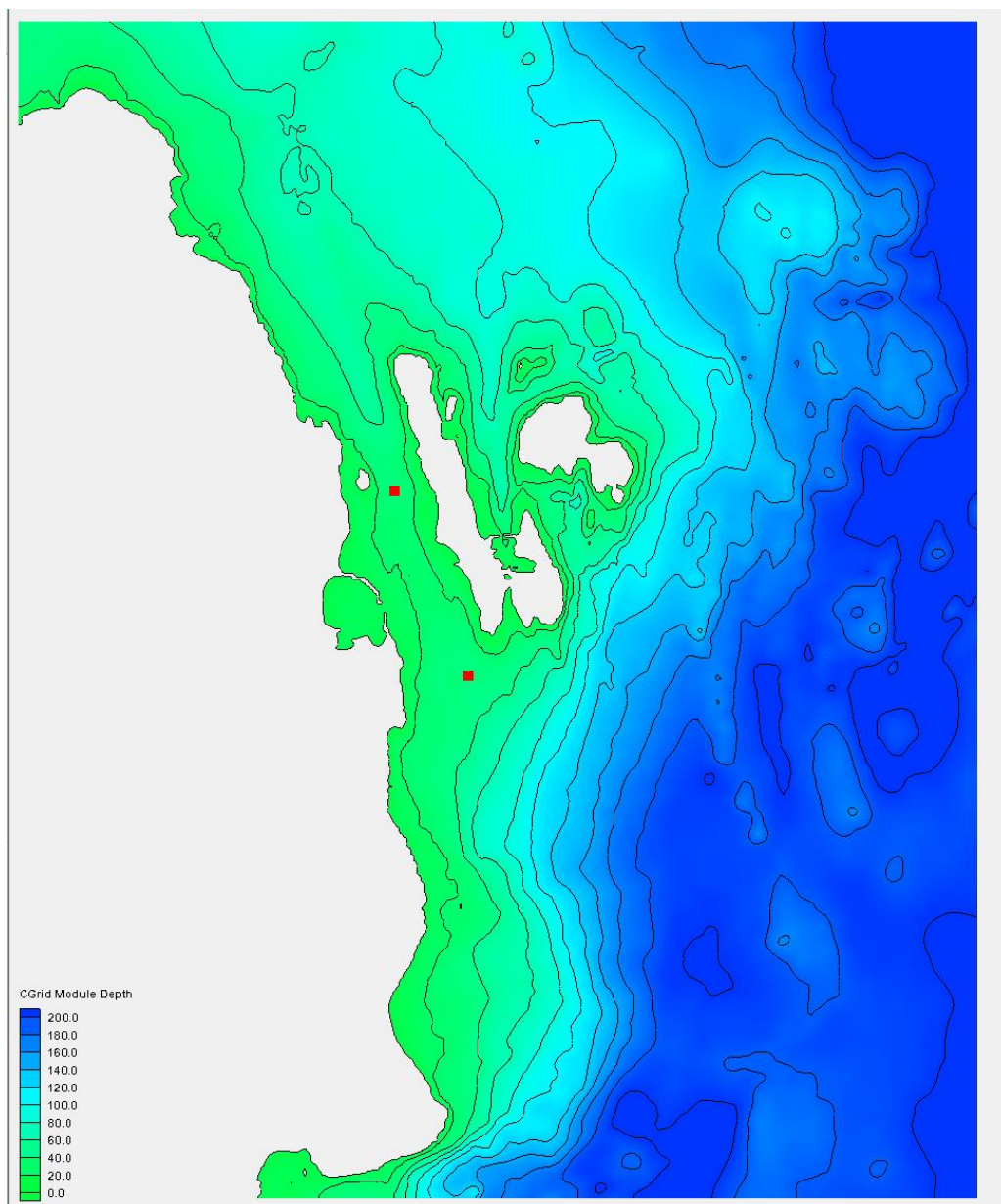


Figur 5 Eksisterende situasjon under en 200 års stormflo inkludert havnivåstigning i 2090 [4]. Deler av området nærmest sjøen risikerer oversvømmelse. Figuren tar ikke hensyn til tilleggseffekten fra bølger.

4. Bølger

Bølgebildet inn mot Svartnes består av dønninger fra Barentshavet. De planlagte tiltakene er skjermet bak to moloer, som demper størstedelen av bølgeenergien. Imidlertid vil en mindre del av bølgeenergien propagere gjennom moloåpningen, bøye seg rundt hver moloende, og treffe tiltakene inne i havna.

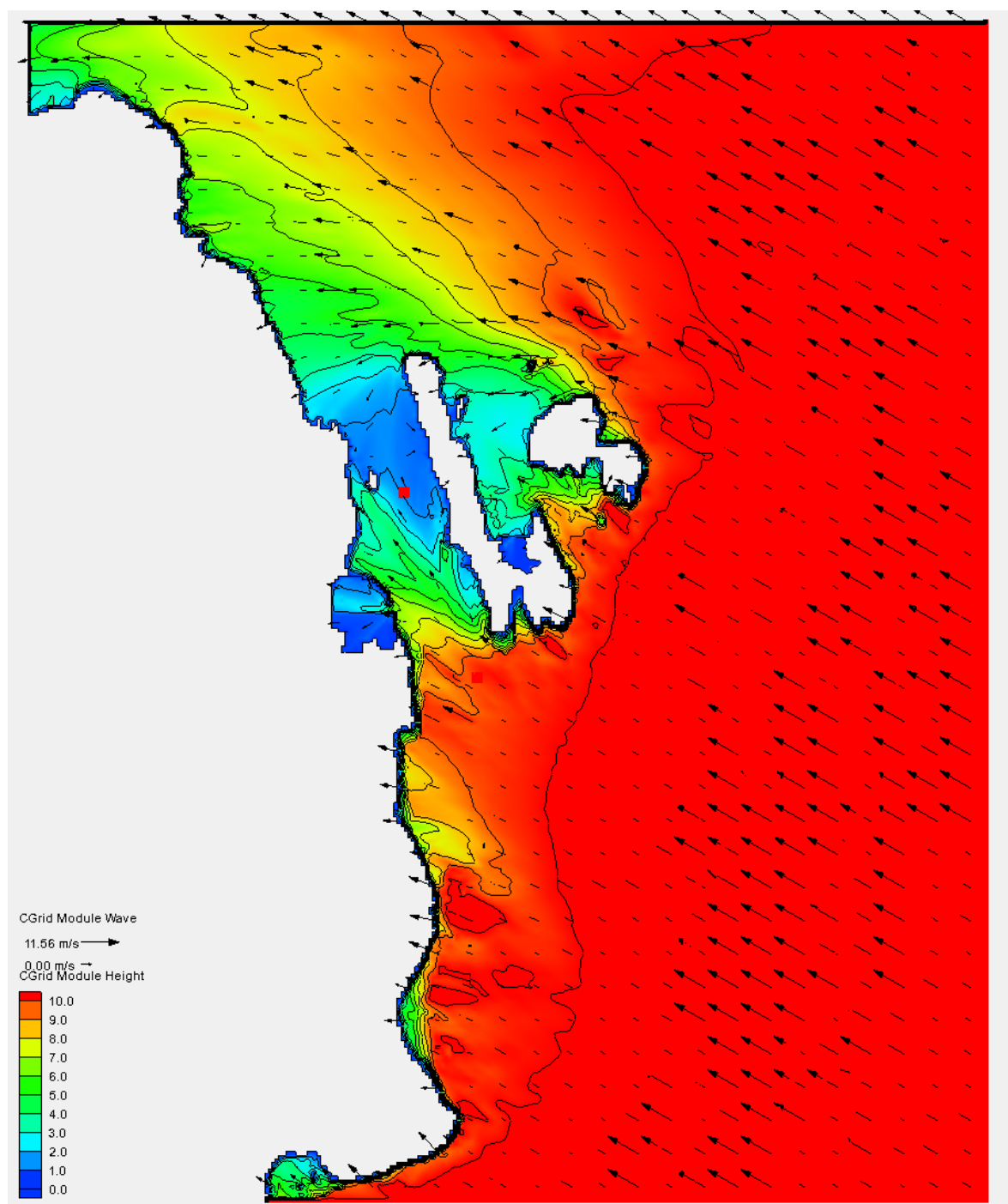
Dønningsbølgene fra åpent hav inn mot Svartnes havn er undersøkt ved hjelp av programvaren STWAVE. På grunn av en relativt grov oppløsning kan vi ikke bruke modellen ved grunne områder. De resulterende bølgespektra i punktet nord og sør for Svartnes er lest ut fra modellen (rødt punkter i Figur 6), og brukt som inngangsparameter for den neste bølgemodellen (CGWAVE).



Figur 6

Dybde data modell for stor havmodell (STWAVE). De rødt punktet viser målepunktene, der det er en overgang mellom STWAVE og CGWAVE modell.

Et eksempel fra modellen er vist i Figur 7 ved innkommende bølger fra 120° med signifikant bølgehøyde $H_s = 10.0$ m (200 års bølgehøyde i åpent hav) og spektral topp-periode $T_p = 14$ s. STWAVE modellen har en oppløsning på 60 m $\times$ 60 m. Beregningene av 200 års bølgehøyde i åpent hav er basert på hindcast-statistikk fra et punkt omtrent 90 km øst for Vardø, ved posisjon 70.19N, 33.34E (målepunkt 683).



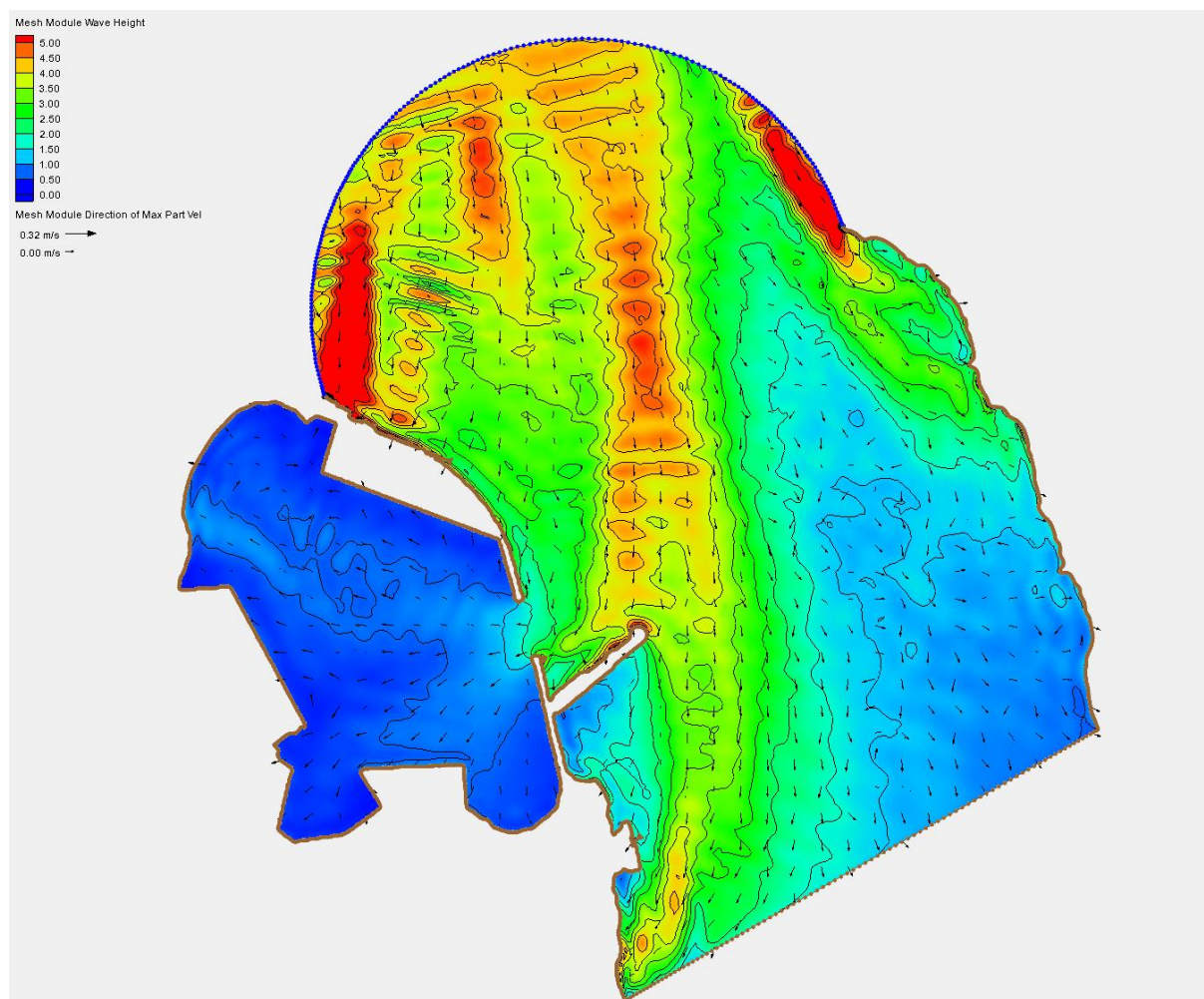
Figur 7 STWAVE resultat med oppløsning på 60 x 60 m

Resultatet fra storskala modellen (Figur 7) indikerer at de høyeste bølgene fra den sørlige åpningen i Bussesundet befinner seg i sektoren 120°, tilsvarende bølger fra øst-sørøst. Bølgene gjennom nordlige åpning i Bussesundet er mest betydelige når de kommer fra nord, med en retning på 0 grader.

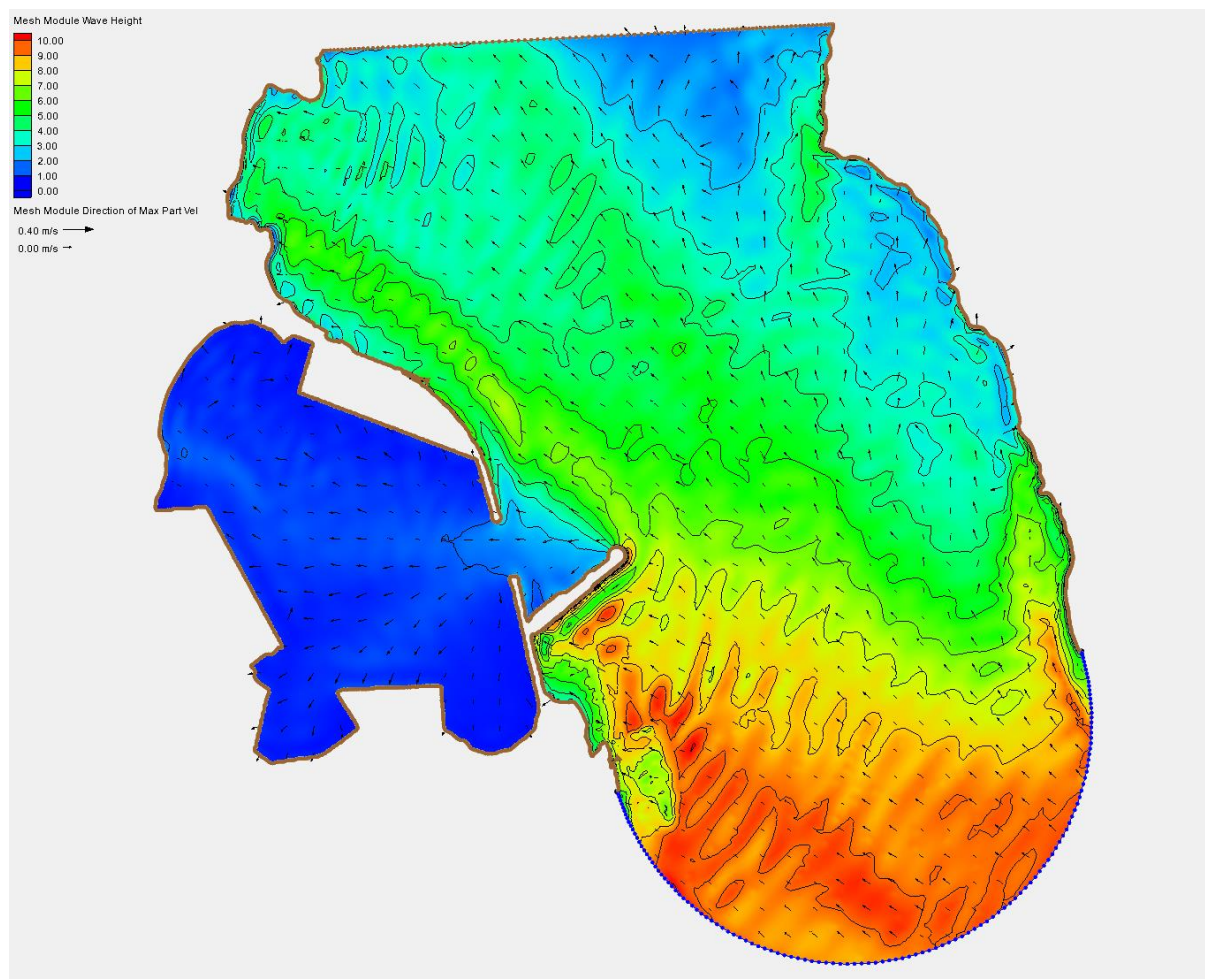
Fra tidligere erfaring har vi sett at når bølgene passerer gjennom små åpninger vil noe av bølge-energien gå rett fram og noe dreie rundt og fortsette innover omtrent parallelt med innsiden. Denne effekten inntreffer på grunn av kombinasjon av to fenomen, refraksjon og diffraksjon. Ved Svartnes vil diffraksjon bli dominerende fenomen. For å beregne hvordan bølgene forplanter seg inn i Svartnes havn, er det benyttet en lokal og mer detaljert bølgemodell, CGWAVE. Alle beregninger er utført ved høy vannstand, dvs. +5,0 m (200 års stormflo i 2090) over sjøkart-0.

4.2 Bølger inn i havna med innseilingsmolo

Resultatet fra detaljert dønningsbølge-analysen med innseilingsmoloen vises i Figur 8 og Figur 9. De høyeste bølgene med en returperiode på 200 år når opp mot $H_s = 5,0$ m langs nordre molo. Bølgeperioden for disse bølgene er $T_p = 10\text{--}18$ sekunder. Inn i havna er bølgehøydene meget begrenset på grunn av den innseilingsmoloen, som demper bølgene som finnes ved dagens innseiling. En liten del av bølgene bøyer seg rundt moloen og fortsetter innover.



Figur 8 Fordeling av signifikant bølgehøyde ved innkommende bølger fra Nord 0° (med innseilingsmolo)



Figur 9 Fordeling av signifikant bølgehøyde ved innkommende bølger fra Sør-sørvest 120 grader (med innseilingsmolo)

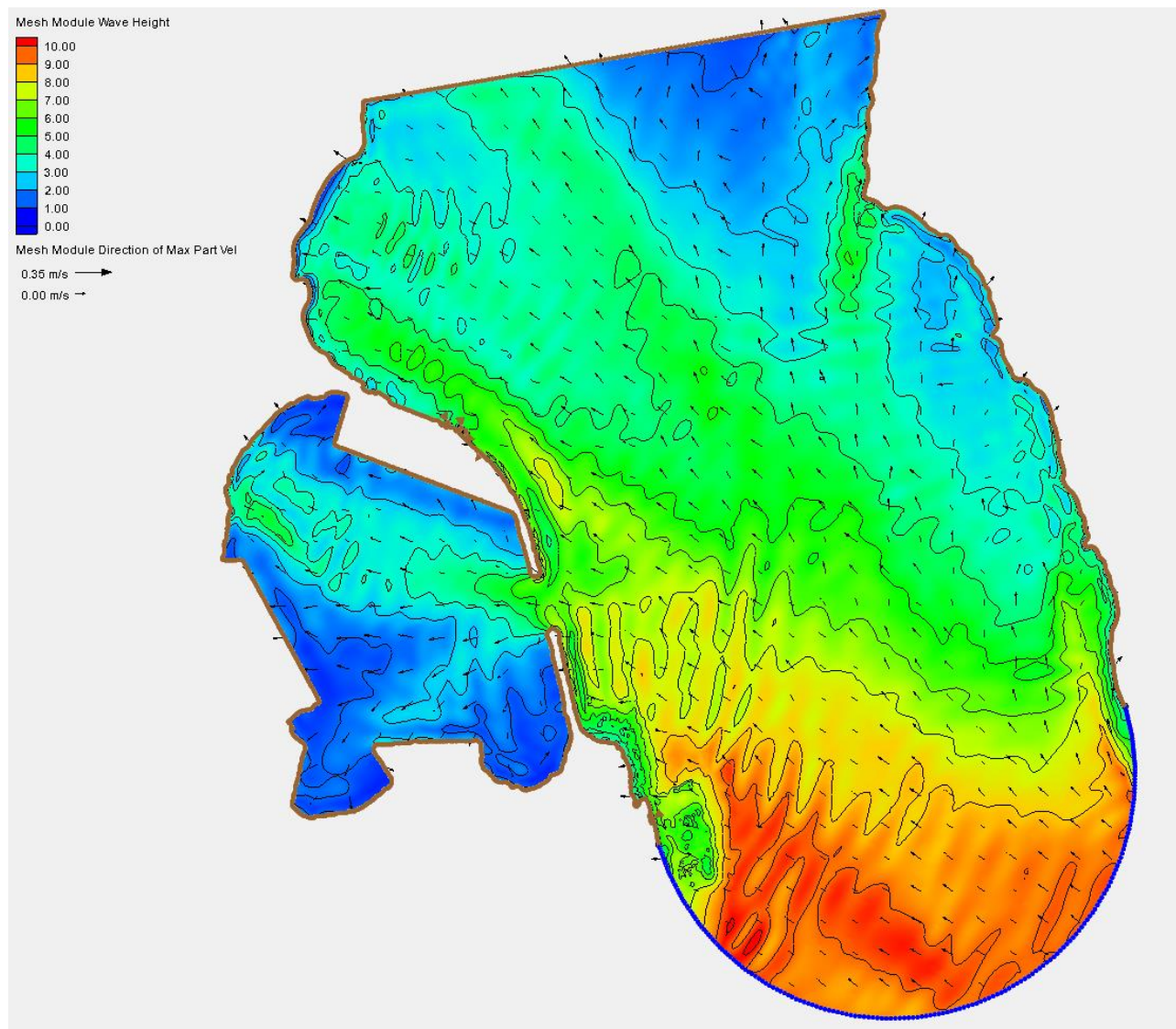
Resulterende bølgehøyde fra bølgeanalyse er gitt i Tabell 3. Bølgeperioden for disse bølgene ligger i området $T_p = 10\text{--}18$ sekunder. Dersom den planlagte moloen ved dagens innseiling blir bygget vil bølgehøydene inn i havna reduseres betraktelig. Merk at bølgehøydene gitt i Tabell 4 tar hensyn til innseilingsmoloen, og det forutsettes å bygge moloen før industriaktiviteter etableres på de planlagte utfyllingene.

Tabell 3 Dimensjonerende bølgehøyde for Svartnes havn med innseilingsmolo for 200 års returperiode

Utfylling (Figur 2)	200 års bølgehøyde
Langs nordre molo	5,0 m
Utfylling Nord	0,3 m
Utfylling vest	0,4 m
Dagens fylling Sør	0,5 m

4.2 Bølger inn i havna uten innseilingsmolo

I denne avsnittet er bølgehøydene inn i havna beregnet uten innseilingsmoloen vist i Figur 2. Resultatet fra detaljert dønningsbølge-analysen uten innseilingsmoloen vises i Figur 10. Beregningene viser at dagens moloer dempes en del bølgene som kommer inn mot innløpet til Svartnes havn. En del av bølgene bøyer seg rundt moloen og fortsetter innover og treffer nordlige og sørlige deler inn i havna.



Figur 10 Fordeling av signifikant bølgehøyde ved innkommende bølger fra Sør-sørvest 120 grader (uten innseilingsmolo)

Resulterende bølgehøyde for Svartnes havn uten innseilingsmoloen er gitt i Tabell 3. Bølgeperioden for disse bølgene ligger i området $T_p = 10\text{--}18$ sekunder.

Tabell 4 Dimensjonerende bølgehøyde for Svartnes havn med innseilingsmolo for 200 års returperiode

Utfylling (Figur 2)	200 års bølgehøyde
Langs nordre molo	5,0 m
Utfylling Nord	1,5 m
Utfylling vest	1,0 m
Dagens fylling Sør	1,5 m

5. Flomvurdering - Samlet vurdering av bølger og stormflo

Med flom menes all form for uønsket vanninntrenging, og man må vurdere den samlede effekten fra stormflo og bølger samtidig. Bølger som treffer land medfører oppskylling og vann (flom) inn på land. Slik flom kan føre til skader på bygninger i form av vannskader, slagskader og skader som følge av at flytende objekter kastes mot bygningene. Vannet kan også utgjøre en fare for personer som beveger seg i området, og for kjøretøyer.

På Svartnes vil imidlertid de høyeste bølgene opptre ved en vindretning fra øst (Figur 7), og samtidig kan det komme ekstrem stormflo ved østlige vind i Barentshavet. Det er derfor mulig at ekstremverdier for disse to faktorene kan opptre samtidig ved Svartnes, og vi skal derfor anta samtidig opptreden av ekstreme stormflo og ekstreme bølger.

Vi har vurdert følgende kombinasjoner av stormflo og bølger, som er realistisk for Svartnes.

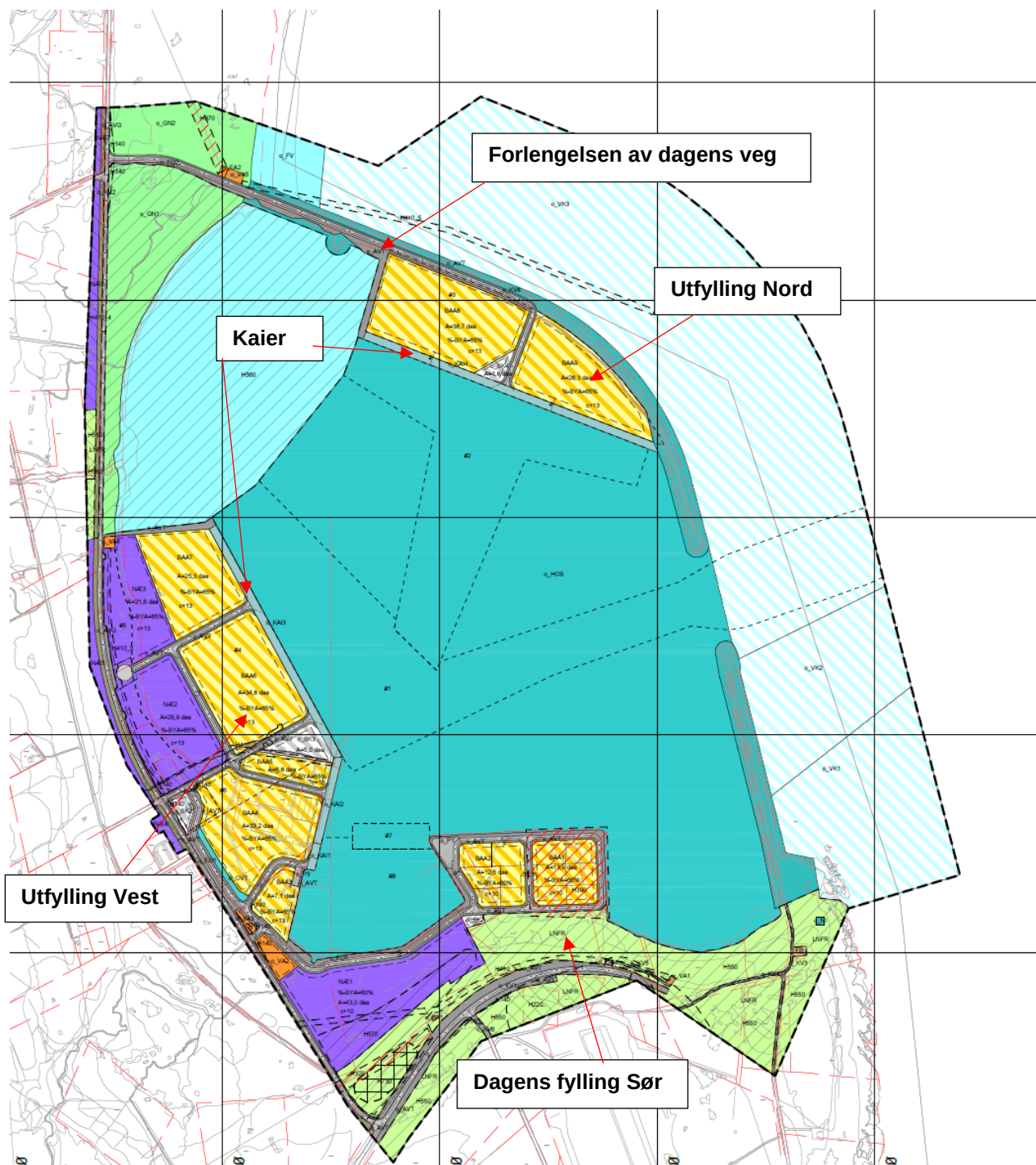
1. 200 års stormflo og 200 års bølger fra Øst

Minimum sikringshøyde er beregnet ved hjelp av formelverk av EurOtop Manual, og bestemmes av vannmengden som tillates å skylle over. EurOtop [6] har gitt ut anbefalinger på anbefalte overskyllingsmengder og overskyllingsmengden måles som mengde vann i liter per tidsenhet per lengdemeter ($l/(sm)$).

EurOtop veileder skriver at bølgeoverskyll mot bygningsdeler ikke bør overskride 1 $l/s/m$. Norconsult mener likevel at enkle tiltak på bygningskroppen kan heve tålegrensen opp til 5-10 $l/s/m$. I tillegg finnes det også et krav på 0.1 $l/s/m$ for alminnelig publikum, eksempelvis personer i småsko og personer som ikke er forberedt på våte forhold (gjelder for uteområde foran hytter). Denne grensen gjelder ikke sikkerhet, men komfort og muligheten for at en person vil snu og gå en annen veg. Denne grensen vil imidlertid være relevant for nødutganger og utganger fra større bygg der man ikke har en reell mulighet til å velge en annen rute. En grense mellom 1 og 10 $l/s/m$ er mer representativ for norske turgåere og personer som beveger seg ute av egen fri vilje (i dårlig vær), forutsetningsvis med tilpasset utstyr og bekledning. I beregningene er overskyllingsgrensen er satt til 10,0 $l/s/m$.

6. Føringer til reguleringsplan

Utsnitt av foreløpig plankart for Svartnes havn er vist i Figur 11.



Figur 11

Foreløpig plankart datert 29-01-2024

A. Utfylling nord, vest og sør

Som beskrevet i kapittel 2 vil et industriområde være et oppholdssted for mennesker, og må sikres mot flom i sikkerhetsklasse F2 [1]. TEK 17 krever her at det benyttes et gjentakelsesintervall på 200 år. For å tilfredsstille TEK 17 § 7-2 må bebyggelsen sikres mot stormflo til kote + 2,82 m over NN2000 (Klasse F2). I tillegg bør det legges til en sikkerhetsmargin på 0,2 m i fastsettelse av laveste gulvhøyde. Det vil si at nederste etasje bygges vanntett opp til minimum +3,0 m NN2000 eller høyere og at gulvnivået i 1. etasje legges over dette nivået.

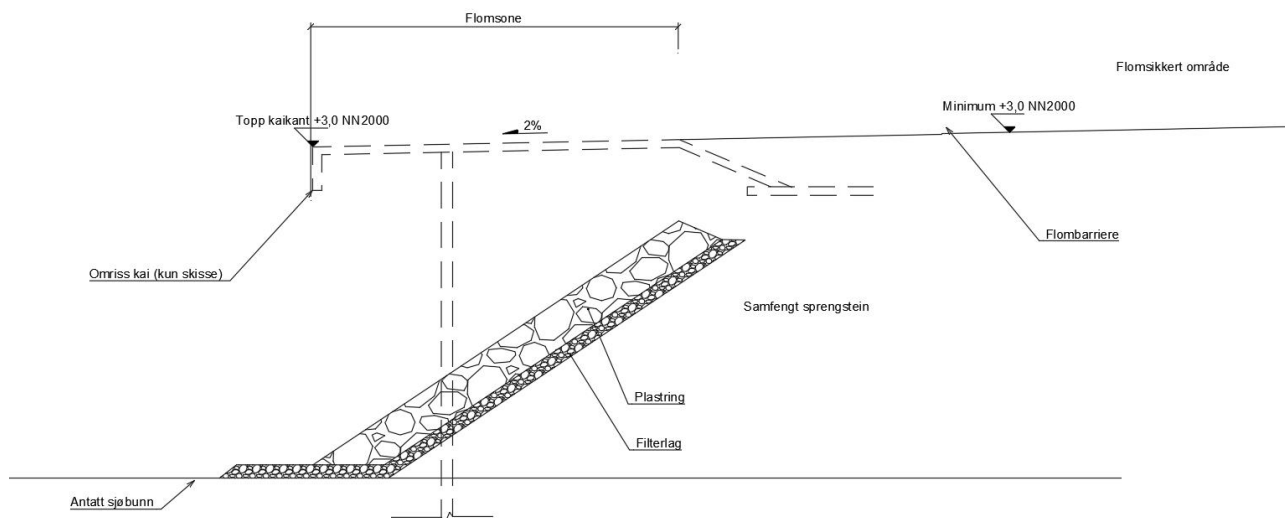
1) Tiltak mot bølgeoverskylling med innseilingsmolo

I denne sammenheng der innseilingsmoloen bygges før etablering av industrier på utfyllinven forutsetter vi at fyllingen er etablert opp til +3,0 m over referansenivået NN2000, og det er planlagt å bygge kaier langs fyllingsfronten. Hvis kaia plasseres på omtrent +3,0 m NN2000, vil bølger under en dimensjonerende storm overskylle kaia og strømme inn på kaiområdet (Figur 12). Kaia må derfor betraktes som et område utsatt for flom og må dimensjoneres for å kunne motstå kreftene fra bølgeoverskylling og slamming. Bygningene som befinner seg på baksiden av kaia anses som sikret mot flom. Foreslåtte tiltakene for å sikre arealet mot bølgeoverskylling med innseilingsmoloen er gitt i Tabell 5.

For utfylling nord er det risiko for bølgeoverskylling fra nordlig retning, det vil si fra utsiden av moloen som vender mot åpenhavet. En potensiell løsning på dette problemet ville være å øke høyden på moloen tilstrekkelig for å redusere risikoen for overskylling. Moloen må uansett heves for å sikre veien til utfyllingen. Dette blir diskutert nærmere i avsnittet om veien langs den nordre moloen.

Tabell 5 Forslag til sikringstiltakene for bølgeoverskylling. **Situasjon med innseilingsmolo.**

Utfylling	Topp utfylling	Topp Kaikanten	Flombarrierer
Utfylling Nord, BAA8 og BAA9 (Figur 12)	+3,0 NN2000	+3,0 NN2000	Nei
Utfylling vest, BAA6, BAA7, NÆ2 og NÆ3 (Figur 12)	+3,0 NN2000	+3,0 NN2000	Nei
Dagens fylling sørvest, NÆ1	+3,0 NN2000	Ingen kaia	Nei
Dagens fylling sør, BAA1 og BAA2	+3,0 NN2000	Ingen kaia,	Erosjonssikring heves opp til +3,0 NN2000



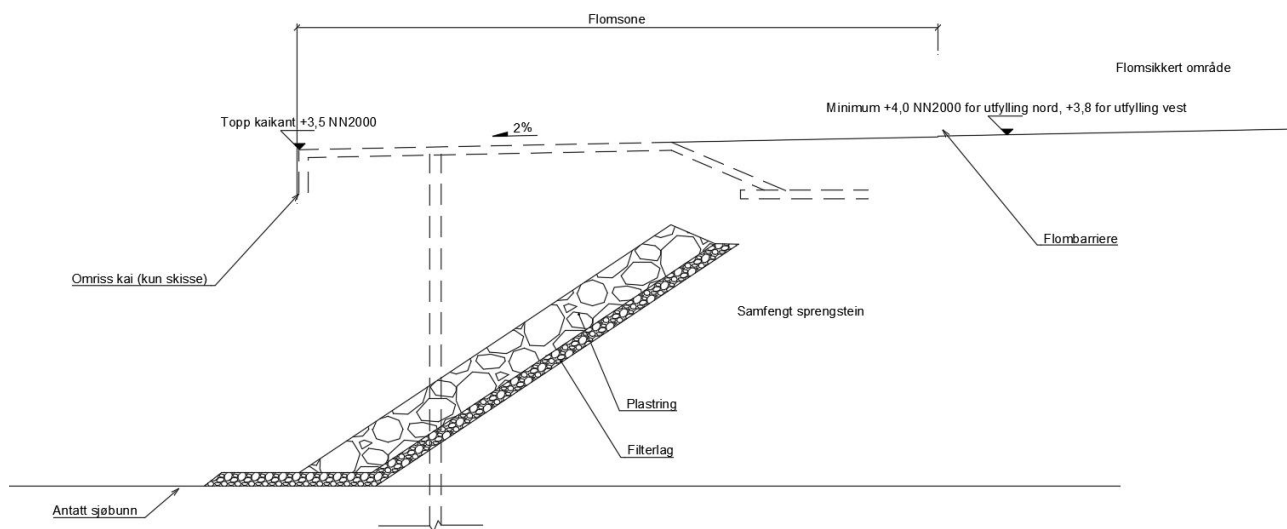
Figur 12 Prinsipp for tilstrekkelig sikring av anlegget med kaia mot flom fra stormflo og bølger (med innseilingsmolo). Snittet gjelder for sikkerhetsklasse F2.

2) Tiltak mot bølgeoverskylling uten innseilingsmolo

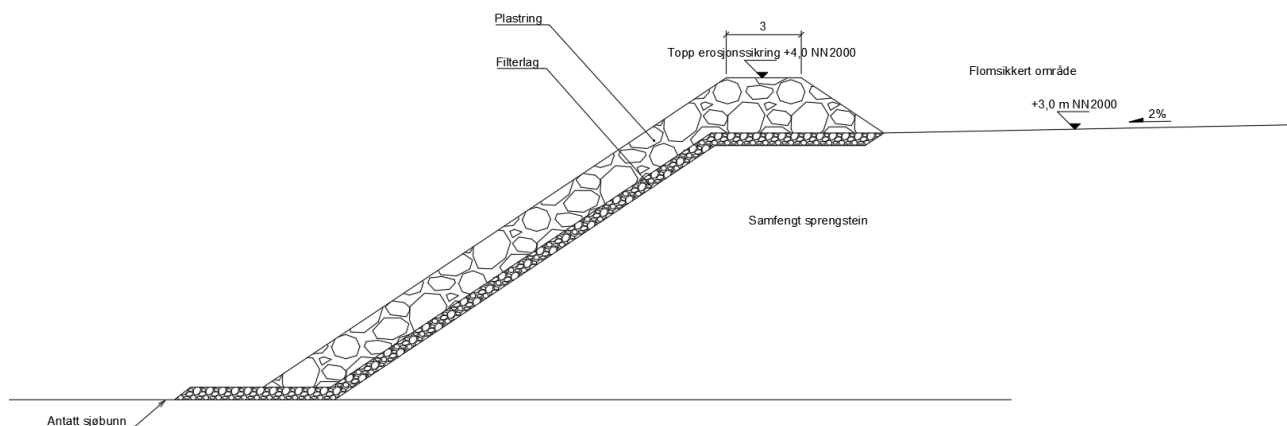
Dersom innseilingsmoloen ikke bygges før industribygningene etableres, og aktivitetene på de nye utfyllingene starter, må området sikres mot bølgeoverskylling. En mulig løsning er å heve hele utfyllingen til et tilstrekkelig nivå som beskytter mot bølgeoverskylling. Foreslåtte tiltakene for å sikre arealet mot bølgeoverskylling uten innseilingsmoloen er gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Forslag til sikringstiltakene for bølgeoverskylling. **Situasjon uten innseilingsmolo.**

Utfylling	Topp utfylling	Topp Kaikanten	Flombarrierer
Utfylling Nord, BAA8 og BAA9 (Figur 13)	+4,0 NN2000	+3,5 NN2000	Nei
Utfylling vest, BAA6, BAA7, NÆ2 og NÆ3 (Figur 13)	+3,8 NN2000	+3,5 NN2000	Nei
Dagens fylling sørvest, NÆ1	+3,0 NN2000	Ingen kaia	Nei
Dagens fylling sør, BAA1 og BAA2 (Figur 14)	+3,0 NN2000	Ingen kaia,	Erosjonssikring heves opp til +4,0 NN2000



Figur 13 Prinsipp for tilstrekkelig sikring av anlegget mot flom fra stormflo og bølger (uten innseilingsmolo). Snittet gjelder for sikkerhetsklasse F2.



Figur 14 Prinsipp for tilstrekkelig sikring av anlegget uten kaia med innseilingsmolo

B. Kaier

Kaier er egentlig ikke dekket av TEK17s flomklasser hvis det ikke står bygg på dem, og en kai kan ha den høyden som den må ha for å tjene til formålet. Kaiene langs planlagte utfyllingene har også en funksjon som en bølgebryter.

- Høyde på kaia = +3,0 NN2000 med innseilingsmolo
- Høyde på kaia = +3,5 NN2000 uten innseilingsmolo

C. Moloer

Det er ikke strengt nødvendig å benytte TEK17 Klasse F2 for de planlagte moloene. Man kunne vurdere å redusere returperioden til for eksempel 100 år, men uansett vil effekten på dimensjoneringen være minimal

Dersom man velger å benytte Flomklasse F2 for moloen, åpner det også for muligheten til å oppføre bygg og anlegg på innsiden på et senere tidspunkt, selv om det ikke er forutsatt i dag. Med dette som bakgrunn vil vi anbefale å benytte TEK17 Flomklasse F2 for moloene. Høyden på moloen skal beregnes i detaljprosjekteringsfase.

D. Mudring

Mudringen er ikke omtalt i TEK17. Den effekten som mudringen har på bølgene inne i havna er ivare tatt ovenfor.

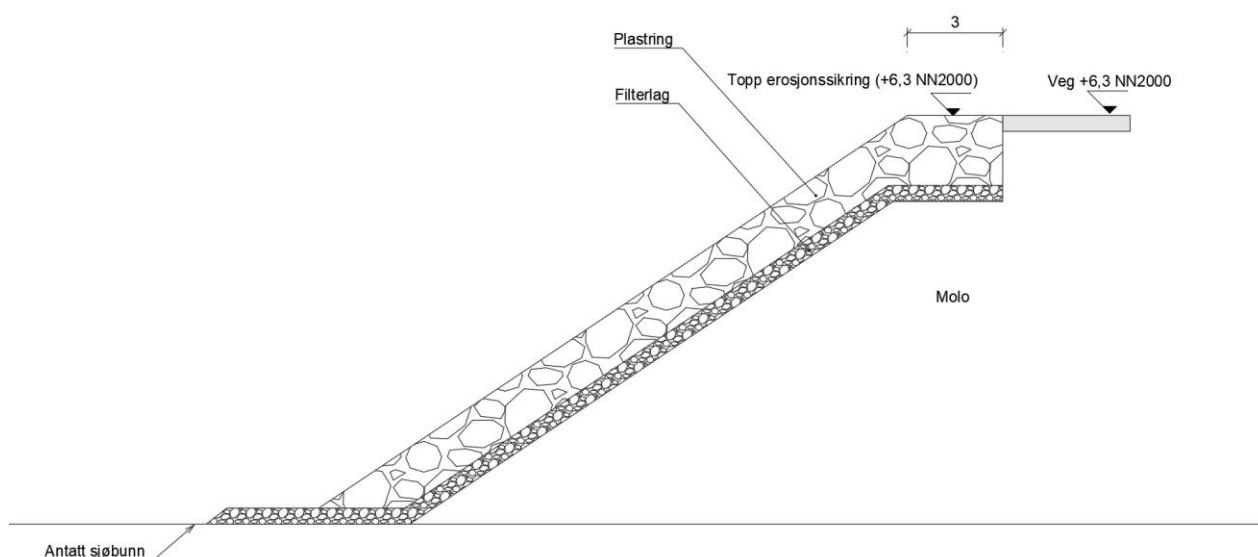
E. Veg langs nordre molo

Det er planlagt å utvide dagens vegn langs innsiden av nordlige moloen. Som beskrevet i kapittel 2 skal vegen tilfredsstille kravene i vegnormalen N200. Dagens veg ligger på +4,4 m over NN2000 noe som ligger over havnivå ved 200-års stormflo og havnivåstigning fram til år 2100 (+2,92 m NN2000). I tillegg må dette kombinere med bølger. For samlet vurdering av bølger og stormflo har vi vurdert følgende kombinasjoner,

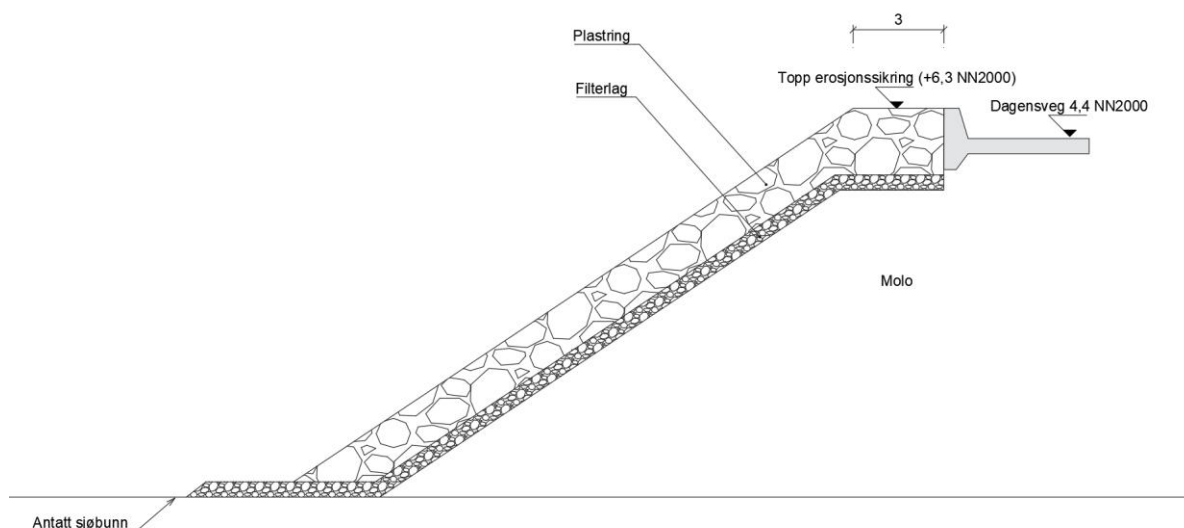
1. 200 års stormflo med havnivåstigning i 2100 (+2,92 m NN2000) og 200 års bølger fra øst (4,0 m).
2. 200 års stormflo med havnivåstigning i 2100 (+2,92 m NN2000) og 200 års bølgene fra vest-nordlige retning (1,5 m).

Beregningene viser at kombinasjonen av 200-års stormflo og havnivåstigning i 2100, sammen med 200-års bølger fra øst, vil være dimensjonerende for veien.

Veien må ligge på kote +6,3 m over NN2000 for å være sikret mot kombinasjonen av stormflo og bølger (Figur 15). Alternativet er å bygge en betongmur langs kanten av veien (mot nord) opp til +6,3 m NN2000 (ca. 1,0 m høy mur) for å sikre veien mot bølgeoverskylling (Figur 16). Begge disse alternativene vil medføre at industriområdet på innsiden av veien vil være sikret mot bølgeoverskylling.



Figur 15 Alternativ med å heve vegen og moloen opp til +6,3 m NN2000



Figur 16 Alternativ med å bygge betongmur opp til +6,3 m NN2000

Oppsummering

- Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Vardø målestasjon og estimerer på framtidig havnivåstigning av middelvann i Vardø kommune.
- Dimensjonerende stormflo i sikkerhetsklasse **F2** i henhold til TEK 17 § 7-2 i 2090 er **2,82 m NN2000**.
- 200 års stormflo med havnivåstigning i 2100 er **2,92 m NN2000** (benyttes for veger)
- For å tilfredsstille TEK 17 § 7-2 må bebyggelsen sikres mot stormflo til kote + 2,82 m over NN2000 (Klasse F2). I tillegg bør det legges til en sikkerhetsmargin på 0,2 m i fastsettelse av laveste gulvhøyde. Det vil si at nederste etasje bygges vanntett opp til minimum +3,0 m NN2000 eller høyere og at gulvnivået i 1. etasje legges over dette nivået.
- Resultatene fra bølgeanalyse viser at de høyeste bølgene finnes i sektoren 120° som tilsvarer bølger fra øst-sørøst. Høyeste bølger med en returperiode på 200 år kommer opp mot 5,0 m langs nordre moloen. Bølgeperiode for disse bølgene er på $T_p = 10 - 18$ sekunder.
- Med innseilingsmoloen, den dimensjonerende 200-års signifikant bølgehøyde inne i havna er estimert til 0,3 m, 0,4 m og 0,5 m langs henholdsvis den nordlige, vestlige og sørlige utfyllingen. Bølgeperioden for disse bølgene er i området $T_p = 10 - 18$ sekunder. Inn i havna er bølgehøydene meget begrenset på grunn av den innseilingsmoloen, som demper bølgene som finnes ves dagens innseiling. En liten del av bølgene bøyer seg rundt moloen og fortsetter innover.
- Uten innseilingsmoloen, den dimensjonerende 200-års signifikant bølgehøyde inne i havna er estimert til 1,5 m, 1,0 m og 1,5 m langs henholdsvis den nordlige, vestlige og sørlige utfyllingen. Bølgeperioden for disse bølgene er i området $T_p = 10 - 18$ sekunder.
- På Svartnes vil imidlertid de høyeste bølgene opptre ved en vindretning fra øst (Figur 6), og samtidig kan det komme ekstrem stormflo ved lavtrykk i Barentshavet. Det er derfor mulig at ekstremverdier for disse to faktorene kan opptre samtidig ved Svartnes, og vi skal derfor anta samtidig opptreden av ekstreme stormflo og ekstreme bølger.

- Avhengig av situasjonen med eller uten innseilingsmolen har vi foreslått mulig tiltakene for sikre arealet mot bølgeoverskylling. I stormsituasjoner vil bølgene overskylle kaia og strømme inn på kaiområdet (Figur 12). Kaia må derfor betraktes som et område utsatt for flom og må dimensjoneres for å kunne motstå kreftene fra bølgeoverskylling og slamming. Bygningene som befinner seg på baksiden av kaia anses som sikret mot flom.
- Terrenget foran bygningene må ha dreneringsmulighet eller fall mot sjøen.
- For å sikre vegen langs nordre moloen må det heves til kote +6,3 m over NN2000. Alternativet er å bygge en betongmur langs kanten av veien (mot nord) opp til +6,3 m NN2000 (ca. 1,0 m høy mur) for å sikre veien mot bølgeoverskylling. Dersom man hever veien til +6,3 m NN2000 eller bygger en vanntett betongmur opp til +6,3 m NN2000, vil også industriområdet på innsiden av veien være sikret mot bølgeoverskylling.
- For nordre moloarm må tilstanden på moloen kontrolleres (og evt utbedres) for å sikre at Utfylling nord og vegen er sikret. For søndre moloarm er en slik kontroll formelt sett ikke påkrevet, men den er anbefalt, spesielt i forbindelse med prosjektering av ny ytre molo

References

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk, Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK 17».
- [2] Statens vegvesen, «N200 - Vegbygging,» 2022.
- [3] Dr.techn.Olav Olsen AS , «Svartnes Havn - Molo forprosjekt,» 2018.
- [4] «<https://www.kartverket.no/sehavniva/>,» [Internett].
- [5] Kartverket, [Internett]. Available: <https://kystinfo.no/>.
- [6] EurOtop, ««Wave overtopping of sea defences and related structures: assessment manual,»,» 2007.
- [7] Dr.techn.Olav Olsen AS, «Svartnes havn - Numeriske beregninger,» 2017.
- [8] U. A. C. o. E. W. D. Department of Army, «Shore protection manual».
- [9] Kystverket, «Molohåndboka,» 2007.

J01	2024-03-12	For bruk	Athul Sasikumar	Arne Erling Lothe	Siri Bø Timestad
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.