

## ► Risikovurdering for flom og egnethetsanalyse for småbåtanlegg - Kartneset

### Sammendrag/konklusjon

Norconsult er tildelt oppdraget av SF Bygg AS for å utarbeide detaljreguleringsplanen for et område på Kartneset på Vestvågøya, ca. 14 km nordøst for Leknes. Hensikten med planen er å regulere fritidsboliger, naust og småbåtanlegg i sjøen. Fritidsboliger skal tilfredsstillere kravene til sikkerhetsklasse F2 i TEK 17 § 7-2 angående naturpåkjenninger fra bølger og stormflo. Et naust eller badehus uten permanent menneskelig opphold faller normalt i sikkerhetsklasse F1.

Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Kabelvåg og estimerer på framtidig endring av middelvann i Vestvågøy kommune. Dimensjonerende stormflonivå i 2090 (Klasse F2) er 3,3 m NN2000. Planområdet ved Kartneset er utsatt for lokalt genererte vindbølger og dønningsbølger fra åpent hav gjennom Vestfjorden. Resultatene av vind-data-analysen viser at vind fra 180 (sør)-330(nord) grader dominerer, og at vindhastigheten her er ca. 36 m/s med returperiode på 200 år. Beregningene for vindbølger viser at de høyeste bølgene finnes i sektoren 240°, og at disse kan nå opp til 0,75 m med returperiode på 200 år. Tilhørende spektral toppperiode,  $T_p$  er i nærheten av  $T_p = 2,5$  s for en 200 års returperiode.

Dønningsbølgene ved planområdet er beregnet i to trinn ved bruk av en grov numerisk modell med oppløsning på 800 m × 800 m for å kartlegge den dominerende bølgeretningen og bølgeperioden i Vestfjorden. For å beregne hvordan bølgene spres seg inn mot planområdet ved Kartneset, er det benyttet en lokal og mer detaljert bølgemodell, CGWAVE. Resultatene viser at dønningsbølgehøyden med en returperiode på 200 år er 0,15 m og bølgeperioden for disse bølgene varierer mellom  $T_p = 10$  og 18 sekunder.

På Kartneset vil de høyeste vindbølgene opptre ved en vindretning fra sørvestlige retning, og ekstrem stormflo vil opptre ved vind (i Norskehavet) fra vest og sørvest-retning. Det vurderes derfor som sannsynlig at bølger generert fra sørlige stormer kan forekomme samtidig som ekstrem stormflo, og samme returperioder for bølger og stormflo bør brukes. Minimum sikringshøyde er beregnet for en situasjon hvor ekstreme bølger og ekstreme stormflo opptre samtidig. I betraktning av dette anbefales det å plassere gulvnivået for fritidsboliger og servicebygg/lager på minst +3,5 m over NN2000 og med en avstand på 5,0 m eller mer fra vannkanten. Uthus/naust ved land bør plasseres 3 m fra vannkanten og ha en høyde på +3,1 m NN2000 for å tilfredsstillere kravet til klasse F1. En promenade bør ha en høyde på ca. 3,4 m NN2000 for å sikre publikum, men det kan forekomme overskylling under større stormer.

En egnethetsanalyse for småbåtanlegget viser at marinaen, planlagt uten bølgedemper eller flytemolo, kan være krevende, men akseptabel for sjøvante brukere. Norconsult påpeker likevel at forholdene inne i anlegget må betraktes som krevende uten å være farlig.

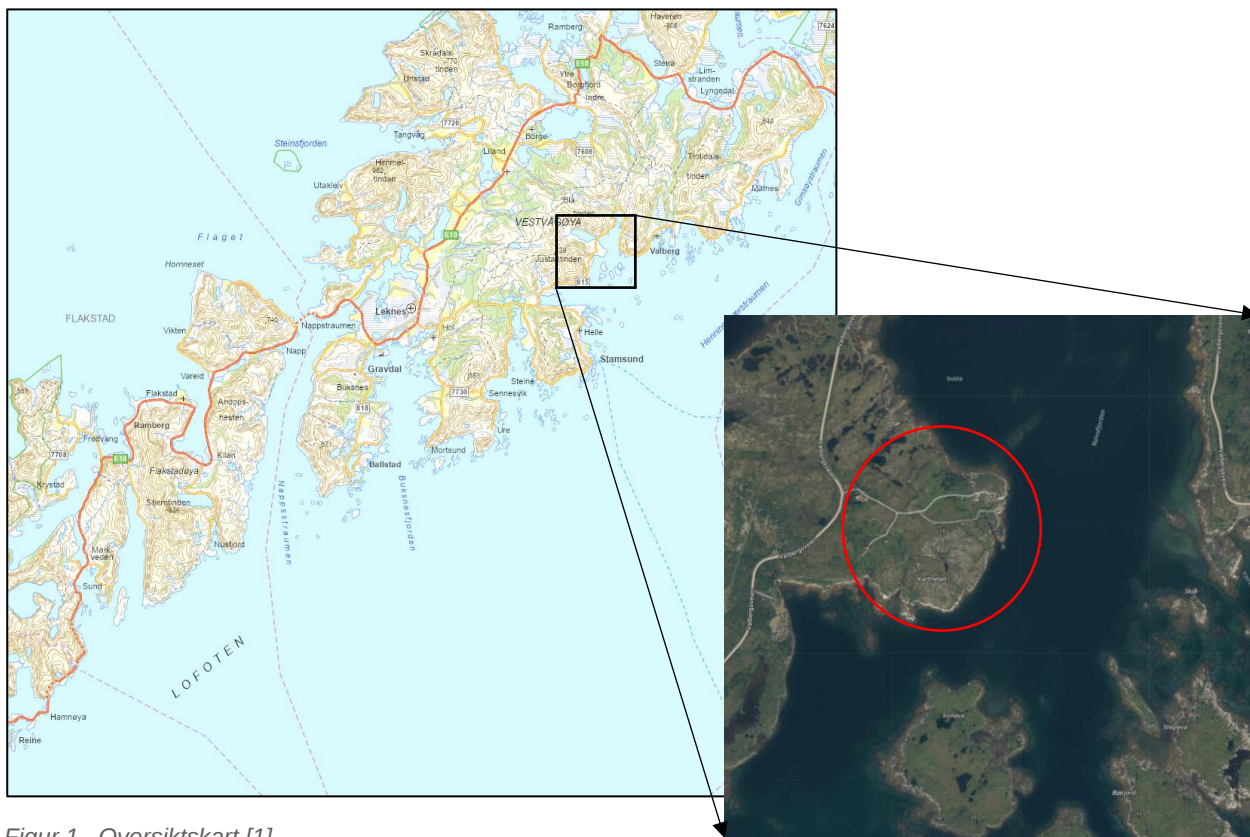
01	2024-01-04	Til oppdragsgiver	ASA	AEL	GAN
00	2024-01-03	For KS	Athul Sasikumar		
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

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.

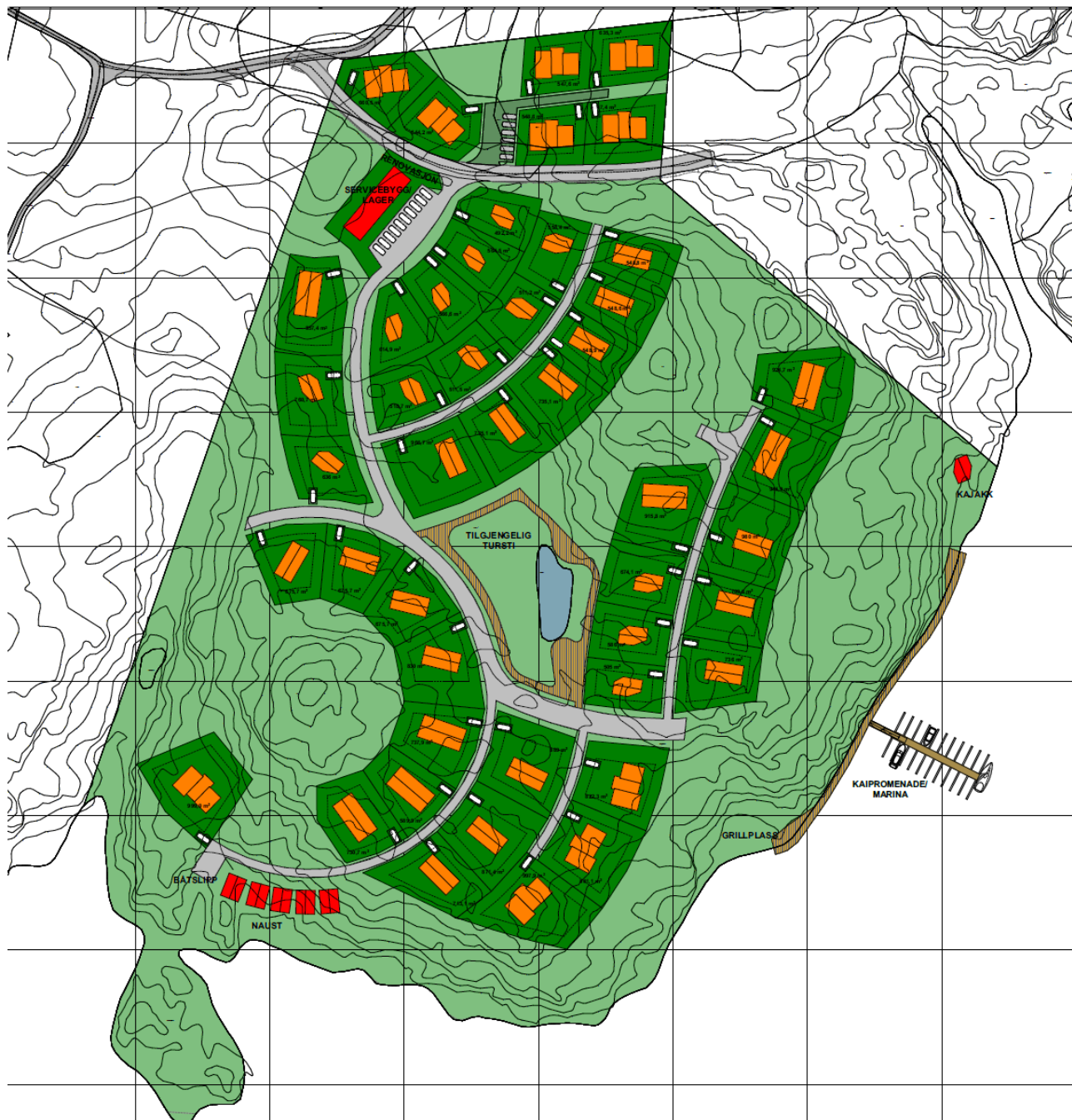
## 1 Innledning

Norconsult er engasjert av SF Bygg AS for å utarbeide plandokumenter for detaljregulering av et område på Kartneset på Vestvågøya, ca. 14 km nordøst for Leknes. Se Figur 1. Hensikten med planarbeidet er å utarbeide en detaljreguleringsplan for fritidsboliger med naust og småbåtanlegg i sjø (Figur 2).

I denne rapporten er bølgeforldene 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 sikkerhetsklasse F2 og F1, som krever at det benyttes et gjentaksintervall på henholdsvis 200 år og 20 år i beregningene. Det er også gjort en egnethetsanalyse for etablering av småbåtanlegg i sjø.



Figur 1 Oversiktskart [1].



Figur 2 Foreløpig illustrasjonsplan.

## 2 Lovverk

Byggteknisk forskrift [2], 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 [2], 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 [3]

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.
- 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.

### 3 Stormflo

Tidevannsnivåer og stormflonivå er hentet fra Se havnivå [4] for Kartneset og er vist i cm over NN2000 i Tabell 2 og i Figur 3. Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Kabelvåg og estimerer på framtidig endring av middelvann i Vestvågøy kommune. Figur 4 viser eksisterende situasjon under en 200 års stormflo i 2090 [4]. Merk at figurene ikke tar hensyn til effekten fra bølger.

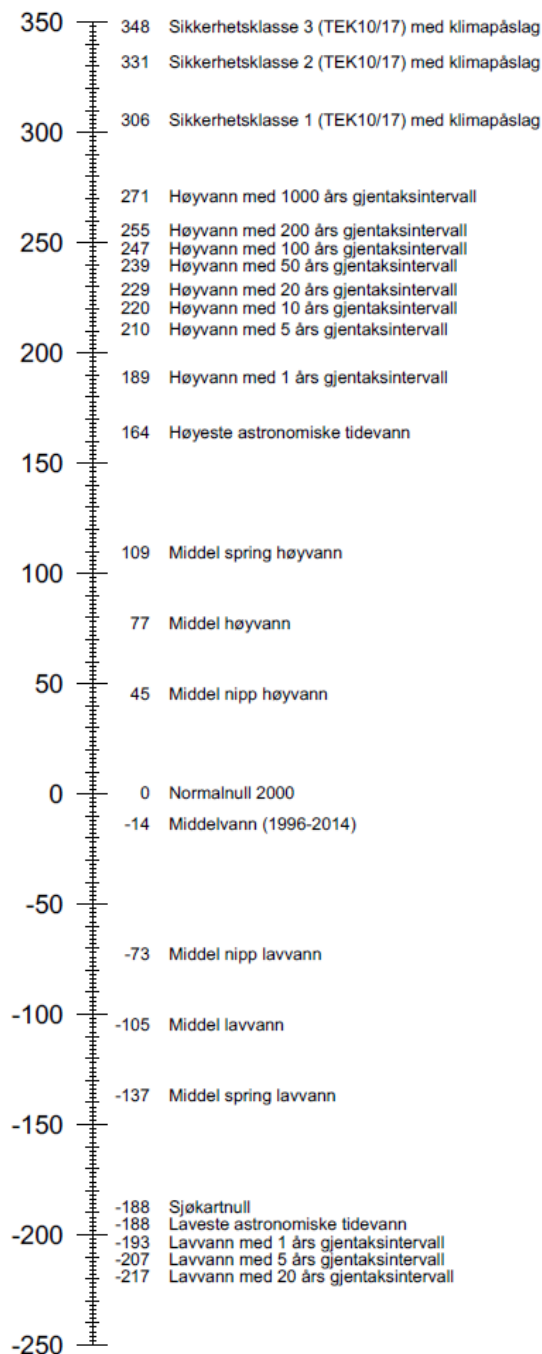
Tabell 2 Tidevannstander og stormflonivå i cm over NN2000 ved Kartneset.

Vannstand	Verdi
200 års stormflo med klimapåslag i 2090 (F2)	331 cm
20 års stormflo med klimapåslag i 2090 (F1)	306 cm
200 års stormflo i 2023	255 cm
20 års stormflo i 2023	229 cm
Høyeste registrerte vannstand i Kabelvåg (26.11.2011 under stormen Berit)	249 cm
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	164 cm
Middelvann (MV)	-14 cm
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	-188 cm

N68°11,0' E13°52,0'  
Nivåskisse

### KARTNESET

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Kabelvåg, justert med faktor 0,98.



Figur 3 Vannstander for Kartneset hentet fra Se havnivå [1]. Høydereferanse i cm over NN2000.



## 4 Bølger

Bølgene som kommer inn mot planområdet ved Kartneset vil være lokalt genererte vindbølger fra Rolvsfjorden og Skifjorden og dønningsbølger fra åpent hav gjennom Vestfjorden. Dønningen er mest sannsynlig ubetydelig, men sporbar langs planområdet.

Vindbølgene er beregnet ved hjelp av den teoretiske modellen HSCOMP, som tar hensyn til sjøtilstanden basert på fri lengde over sjøen, vindretning og vindstyrke. Vinddata er hentet fra målestasjonen på Skrova.

Dønningsbølgeanalyse er utført i følgende trinn,

1. Steg 1: En stor havmodell for Lofoten. Denne modellen er forholdsvis grov med en oppløsning på 800 x 800 m<sup>2</sup>. På grunn av en relativt lav oppløsning kan ikke modellen brukes ved grunne områder. Denne modellen benyttes fram til et punkt ca. 8 km sør for Kartneset.
2. Steg 2: En høyoppløselig detaljert modell for Kartneset området. For å beregne hvordan dønningsbølgene forplanter seg inn mot planområdet ved Kartneset (Fra punkt B til punkt A i Figur 5), er det benyttet en lokal og mer detaljert bølgemodell, CGWAVE.

Overgangen mellom steg 1 og 2 ivaretas ved at det tas ut et spektrum i grensesonen mellom en modell og den neste, og så sendes det samme spekteret videre inn i neste modell.



Figur 5 Punktet for bølgeanalyse



#### 4.1 Vindbølger

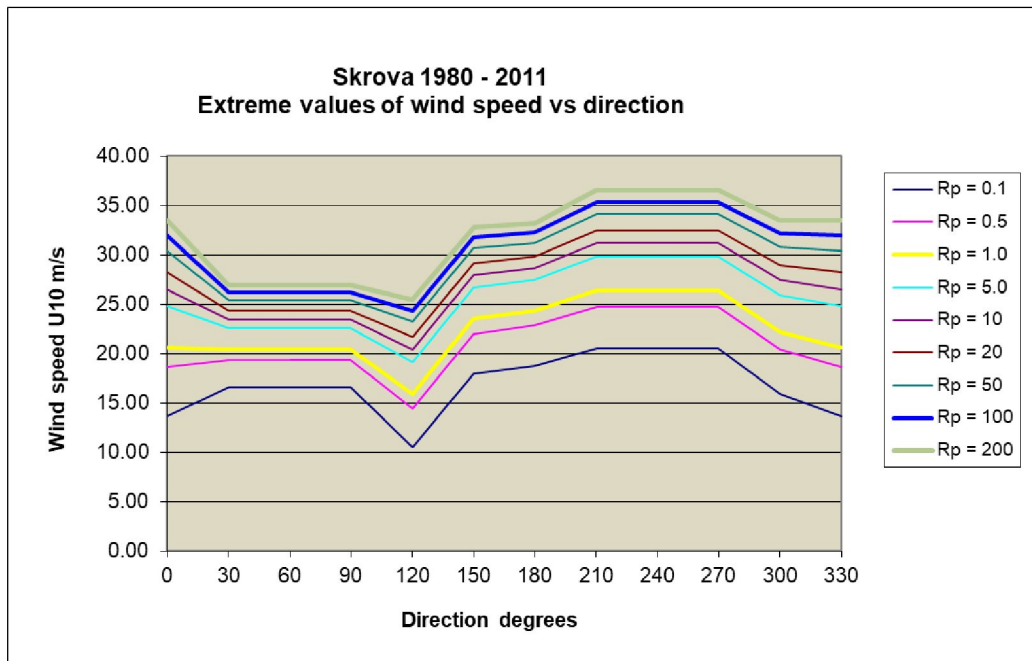
For beregning av lokale vindbølger benyttes vind-data fra Skrova målestasjon i perioden 1980 – 2011.

Metoden for beregning av lokalt genererte vindbølger går ut på å bruke vind-data fra Skrova målestasjon. Det er benyttet tilgjengelige data fra 1980 til og med 2011.

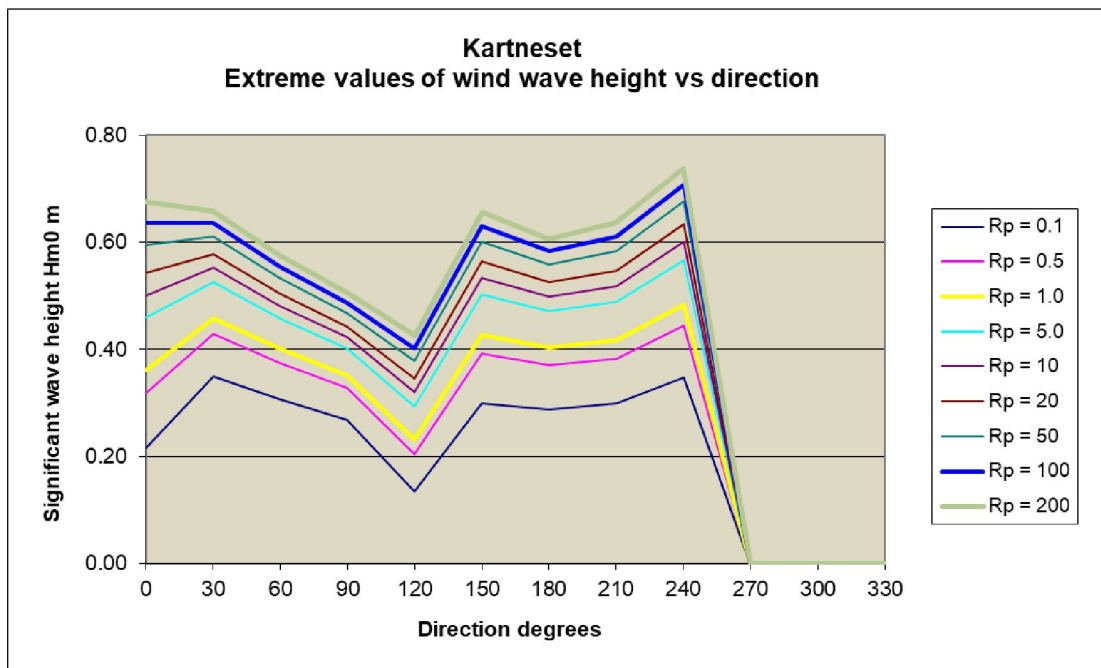
Resultatene av vind-data-analysen er vist i Figur 6. Vind fra 180 (sør)-330(nord) grader dominerer, og vindhastigheten her er ca. 36 m/s med returperiode på 200 år. I figuren er det antatt at retningen ved Kartneset kan avvike med inntil én 30°-sektor i ugunstig retning.

Beregnete signifikante bølgehøyder for alle mulige strøk i målepunkt A (Figur 5) er vist i Figur 7. Figuren viser at de høyeste bølgene er i sektoren 240°, og at disse kan nå opp til 0,75 m med returperiode på 200 år. Tilhørende spektral topp-periode er vist i Figur 8 hvor  $T_p$  er i nærheten av  $T_p = 2,5$  s for en 200 års returperiode.

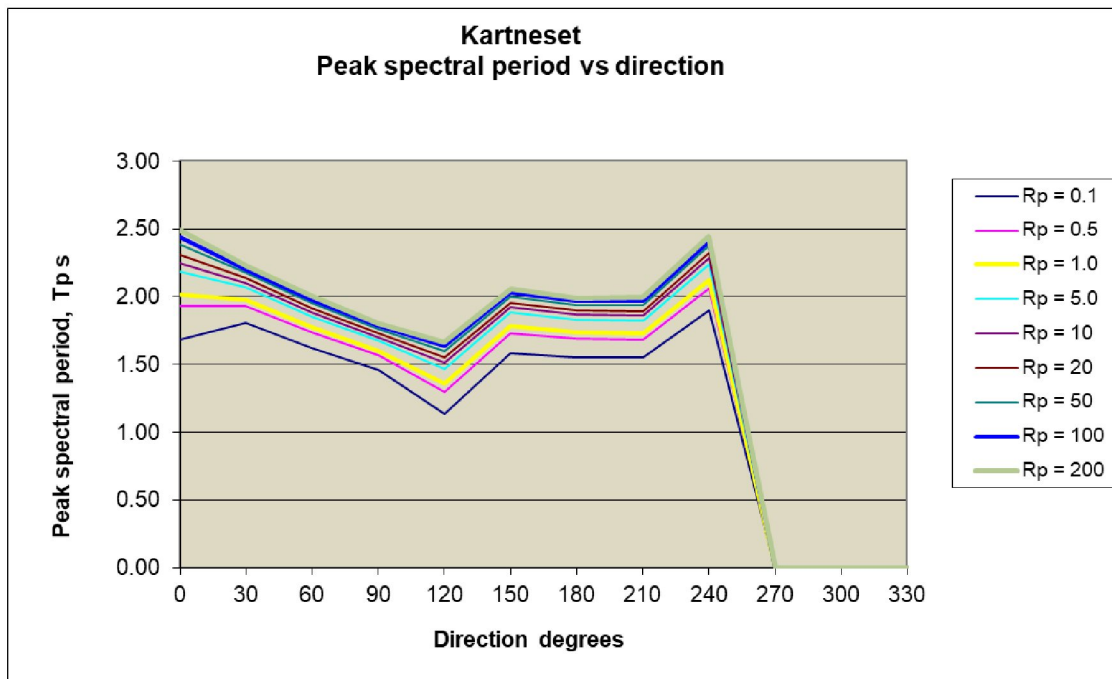
Signifikant bølgehøyde  $H_s$  er definert som middelveien av den høyeste tredjedelen av alle bølger i en registrering (oftest 10-30 min lang).



Figur 6 Ekstremverdier av 10 min middelvind for Kartneset basert på data fra Skrova målestasjon.  $R_p$  er returperiode i år. Retning 0° er vind (og bølger) fra nord.



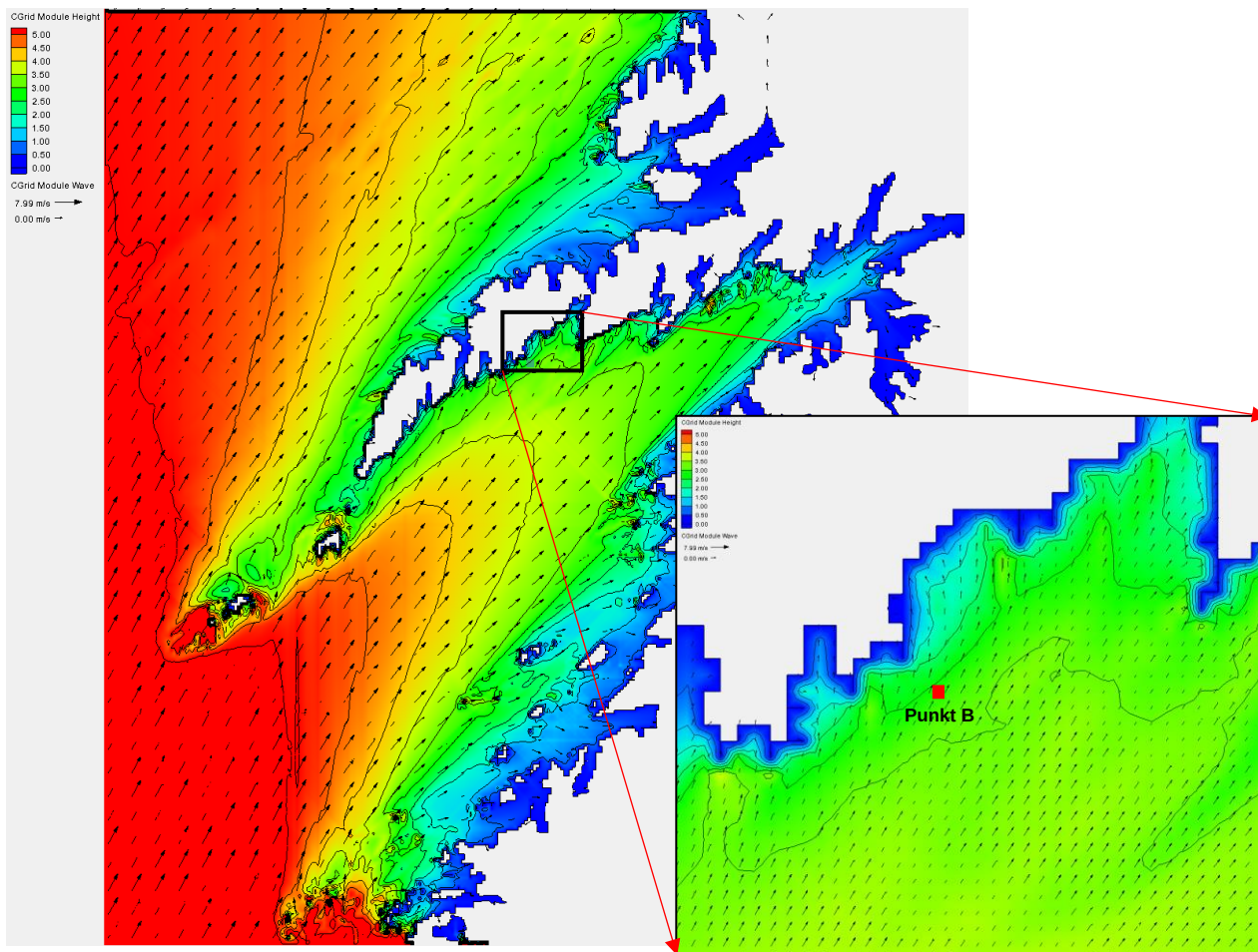
Figur 7 Ekstremverdier og returperioder av signifikant vind-bølgehode ved Punkt A.



Figur 8 Ekstremverdier og returperioder av spektral topp-periode for vindbølger ved Punkt A.

## 4.2 Dønningsbølger

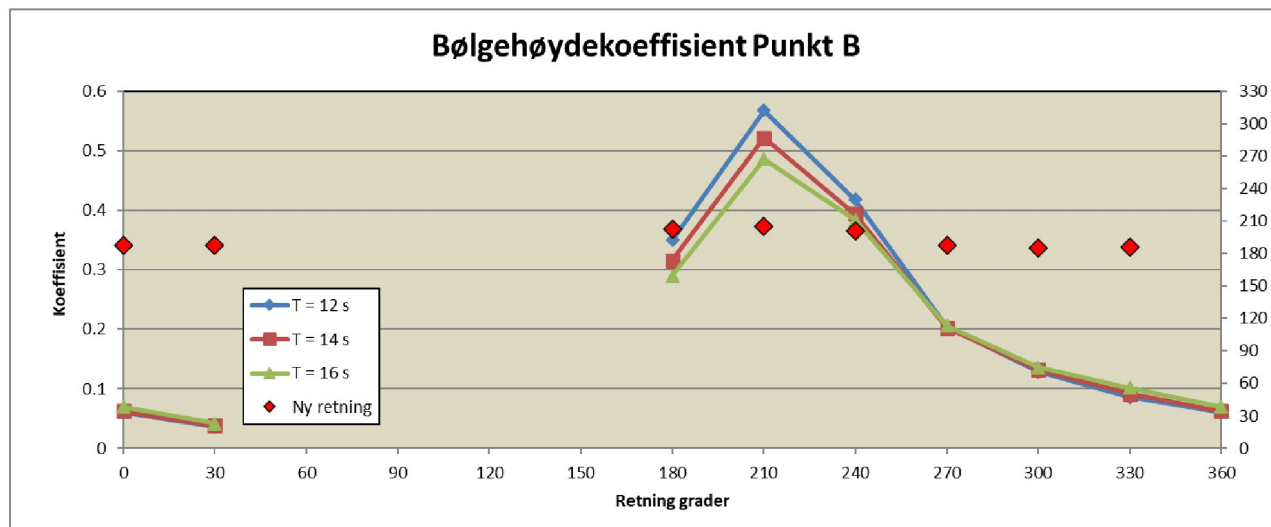
Figur 9 viser bølgebildet ved innkommende bølger fra 210° med signifikant bølgehøyde  $H_s = 5.0$  m og spektral topp-periode  $T_p = 14$  s. Denne modellen er hentet fra Norconsults bølgedatabase for Norge. STWAVE modellen har en oppløsning på  $800 \text{ m} \times 800 \text{ m}$ . På grunn av en relativt lav oppløsning kan ikke modellen brukes helt inn til Kartneset. Derfor benyttes målepunkt (Punkt B) som vist i Figur 5. Inngående signifikant bølgehøyde i STWAVE modellen ble satt på  $H_s = 5$  m. Erfaring viser at 5 m bølgehøyder gir noe konservative utslag ved å unngå brytningen og er dermed et godt utgangspunkt.



Figur 9 STWAVE resultat med grov oppløsning på  $800 \times 800 \text{ m}$  for Lofoten.

Analyse av bølgesituasjon for flere retninger og bølgeperioder (Figur 10) viser at retning 210° og bølgeperiode  $T_p = 12.0 \text{ s} - 14.0 \text{ s}$  gir størst bølgehøyde-koeffisient i målepunktet (Punkt B i Figur 5 og Figur 9). Figur 10 viser også den nye lokale bølgeretningen for dønningsbølger ved punkt B. I Vestfjorden vil dønningsbølgene ha en retning mellom 180° - 200° uansett hvilken retning bølgene har i åpent hav.

De resulterende bølgespektra ved målepunktet (punkt B) fra STWAVE modell (Figur 9) er brukt som videre inngangsparameter for den detaljerte modellen i neste steg.

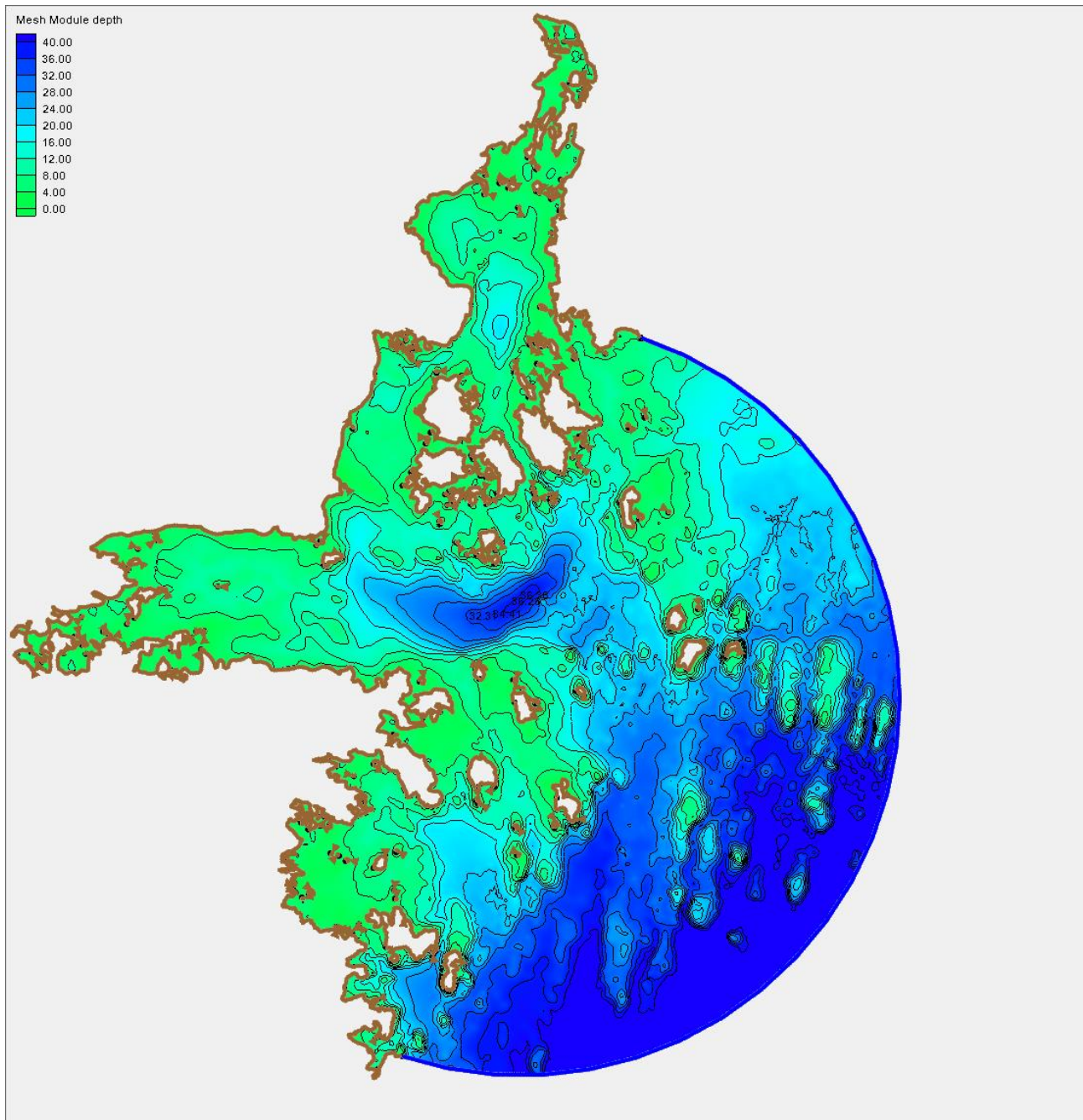


Figur 10 Bølgehøydekoefisient åpent hav til et punkt ca. 5,0 km sør for Kartneset for forskjellige retninger med innkommende bølgeperiode på 12, 14 og 16 sekunder

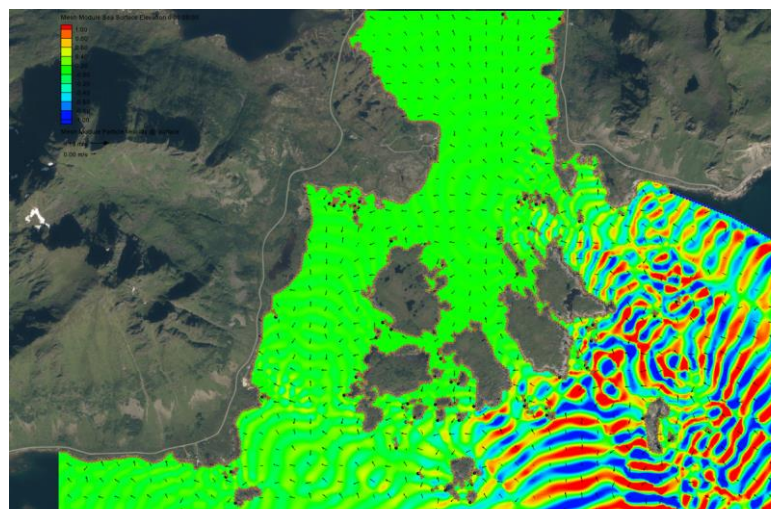
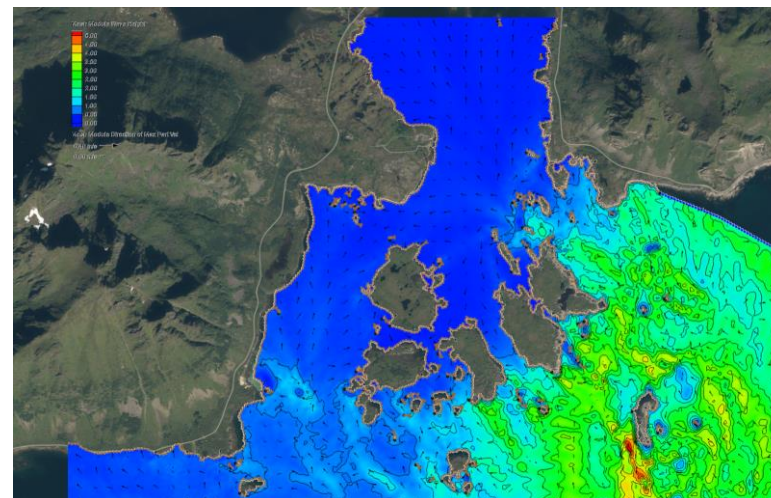
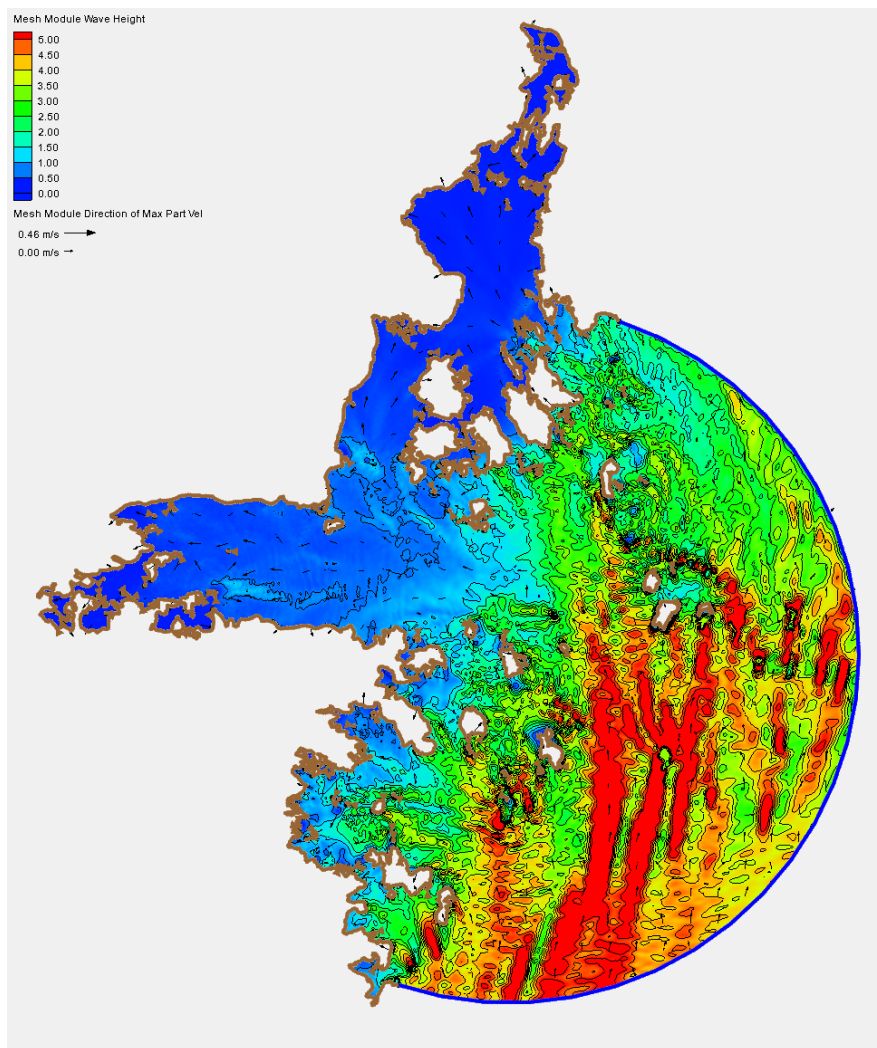
For å beregne hvordan bølgene forplanter seg inn mot planområdet ved Kartneset, er det benyttet en lokal og mer detaljert bølgemodell, CGWAVE. Dybde-datamodellen er vist i Figur 11 og er bygd opp av primærdataba [1] fra Sjøkartverket. Alle beregninger er utført ved høy vannstand, dvs. +3,31 m (200 års stormflo i 2090, Tabell 2) over NN2000.

Et eksempel på fordeling av dønningsbølgehøyder mot Kartneset er vist i Figur 12. Figuren viser fordeling av signifikant bølgehøyde under en storm fra retning 210° med spektral toppperiode  $T_p = 14.0$  s og bølgehøyde i åpent hav  $H_s = 5.0$  m. Det vises tydelig fra det modellerte bølgebildet at en del av energien fra dønningsbølgene dempes av øyer og skjær som befinner seg ved inngangen til Kartneset. Bølgehøydene i åpent hav ble beregnet ved hjelp av hindcastdata fra målepunkt 1076 (67.9 LAT /14.5 LONG), som er lokalisert i Vestfjorden.

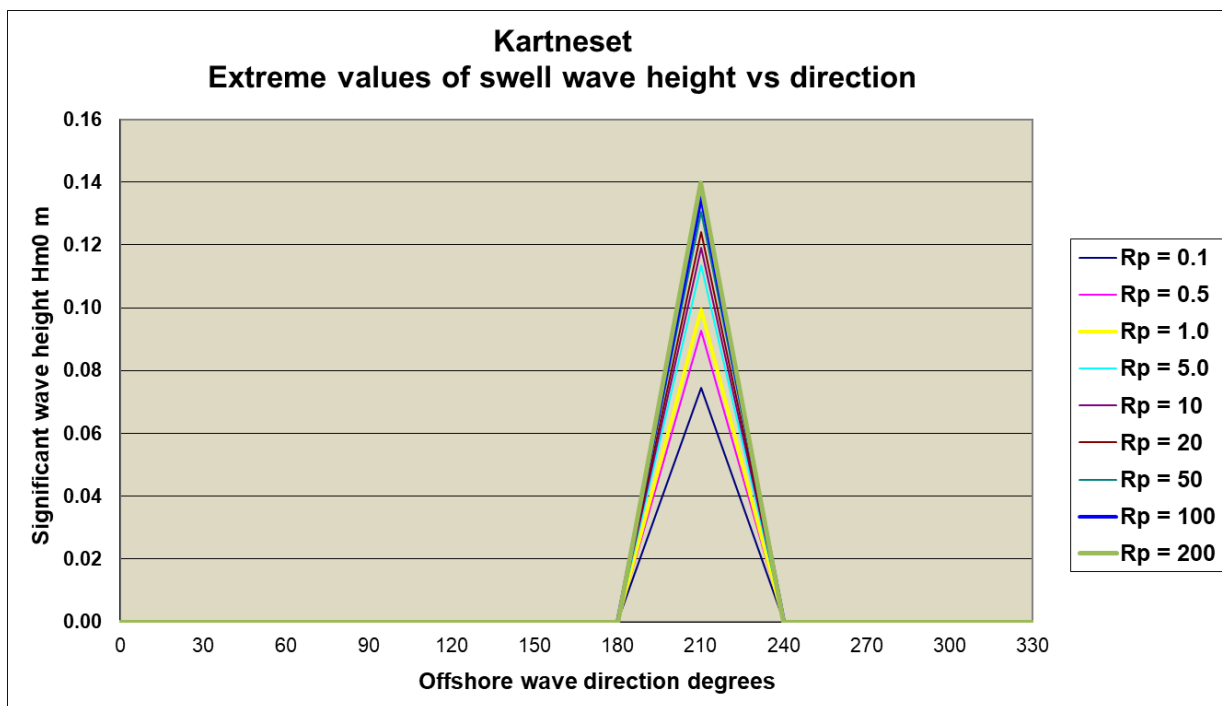
Figur 13 viser ekstremverdier og returperioder av dønningsbølgehøydene ved Kartneset (Punkt A i Figur 5). Figuren viser at dønningsbølgehøyde med returperiode på 200 år er på 0,15 m. Bølgeperiode for disse bølgene er på  $T_p = 10 - 18$  sekunder.



Figur 11 Dybdemodell brukt i detaljert bølgemodell, CGWAVE.



Figur 12 CGWAVE resultat.



Figur 13 Ekstremverdier og returperioder for signifikant dønningsbølgehøyde i punkt A ved Kartneset, Hs dønnning. Rp er returperiode.

### 4.3 Kombinert bølgetilstand

Fra resultatene kommer det fram at dimensjonerende verdier for både vindsjø og havsjø vil opptre fra noenlunde samme retninger (sør). Det kan derfor ikke utelukke at ekstrem vindsjø vil opptre samtidig med ekstrem havsjø.

Kombinert signifikant bølgehøyde er funnet med følgende formel:

$$H_{S_{Kombinert}} = \sqrt{H_{S_{vindbølger}}^2 + H_{S_{dønningsbølger}}^2}$$

Resultatene fra bølgeanalysene er oppsummert i Tabell 3

Tabell 3 Bølgeforholdene ved Kartneset (Punkt A i Figur 5). Bølgene fra 210 grader.

Bølger (Vind og dønnning)	20 år returperiode (F1)		200 år returperiode (F2)	
	Hs (m)	Tp (sek)	Hs (m)	Tp (sek)
<b>Punkt A</b>	0,65	2,0 - 16,0	0,75	2,0 - 16,0

## 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 Kartneset vil de høyeste vindbølgene opptre ved en vindretning fra sørvestlig retning (Figur 7 og Figur 13), og ekstrem stormflo vil opptre ved vind (i Norskehavet) fra vest og sørvestlig retning. Det vurderes derfor som sannsynlig at bølger generert fra særlige stormer kan forekomme samtidig som ekstrem stormflo, og samme returperioder for bølger og stormflo bør brukes.

Minimum sikringshøyde er beregnet for en situasjon hvor ekstreme bølger og ekstreme stormflo opptrer samtidig. Disse er funnet ved hjelp av formelverk av EurOtop Manual, og bestemmes av vannmengden som tillates å skylle over. EurOtop [5] 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 bølgeoverskyl 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 5,0 l/s/m.

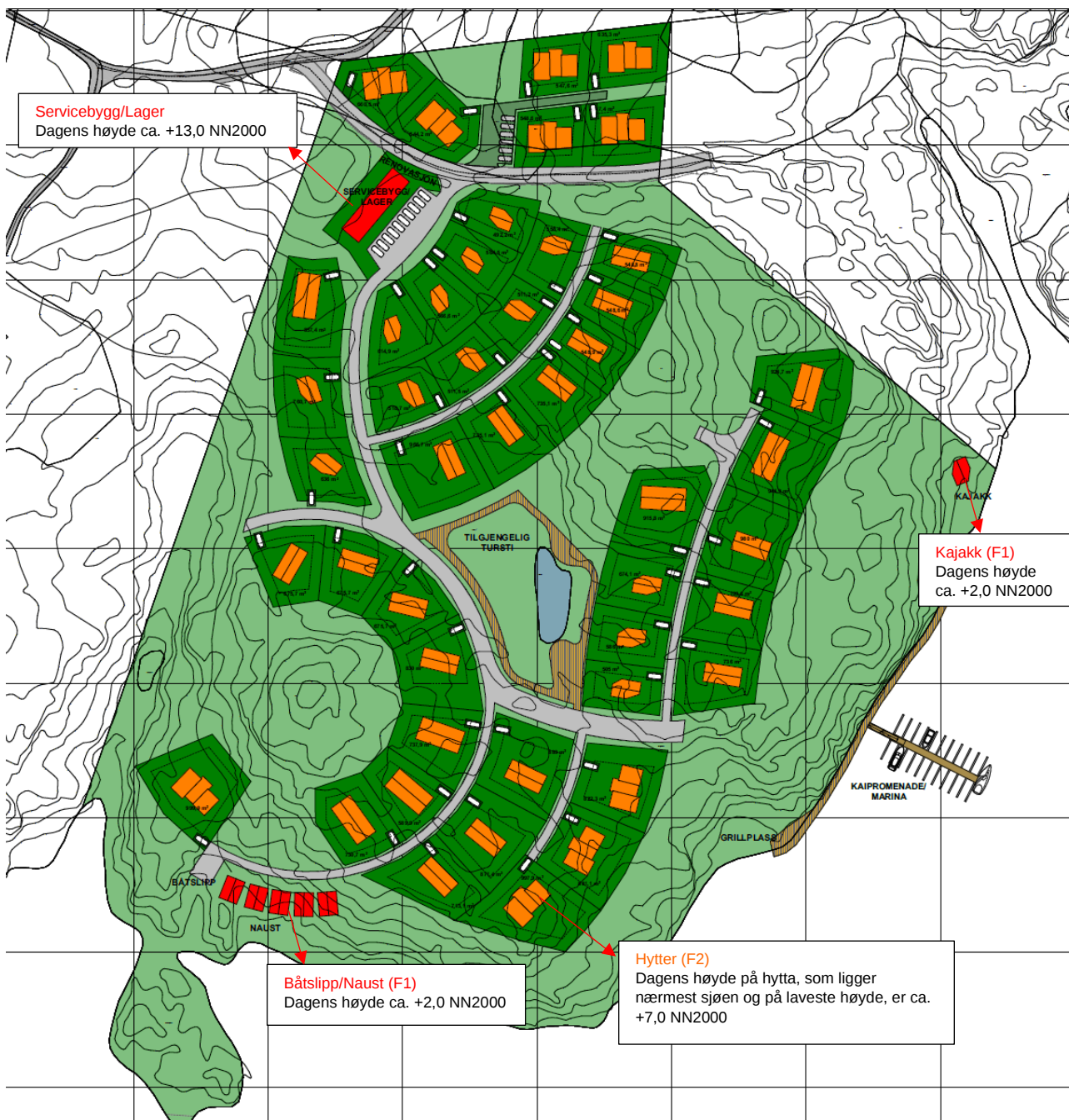
## 6 Føringer for reguleringsplan

Utsnitt av foreløpig illustrasjonsplan for Kartneset er vist i Figur 14. Fra kartet kan man inndele den planlagte utnyttelsen av området i forskjellige kategorier som vist i Tabell 4.

Tabell 4 Inndeling av klassifiserte områder i Områdereguleringsplanen

Anvendelse	Sikkerhetsklasse TEK17
1. Fritidsbolig/Hytter	F2
2. Servicebygg/Lager	F2
3. Naust, Uthus	F1
4. Kaipromenade	F1





Figur 14 Foreløpig illustrasjonsplan.

### 6.1 Fritidsboliger/hytter (F2)

Som beskrevet i kapittel 2 vil fritidsboliger og hytter være et oppholdssted for mennesker, og må sikres mot flom i sikkerhetsklasse F2 [3]. 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 + 3,3 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 +3,5 m NN2000 eller høyere og at gulvnivået i 1. etasje legges over dette nivået.

I tillegg bør byggene langs kysten sikres mot bølger. Dersom fritidsboliger/hytter er plassert i en avstand på 5,0 m fra vannkanten (+3,3 NN2000) er det sikret mot bølger.

Norconsult anbefaler å legge gulv nivået til fritidsboligene på minst +3,5 m over NN2000 eller høyere og på en avstand 5,0 m eller lengre fra vannkanten.

## 6.2 Servicebygg/lager (F2)

For et servicebygg/lager kan det argumenteres for at tiltaket faller under sikkerhetsklasse F1. Flomklasse F1 gir en lav sikkerhet mot overskridelse, med en overskridelse forventet i gjennomsnitt hvert 20 år. En senere justering eller bruksendring av eksisterende bygg utløser imidlertid krav om å tilfredsstillte TEK17 som kan være meget vanskelig å gjennomføre. Å benytte klasse F2 i dag vil derfor gjøre en seinere utvidelse mulig – forutsatt at regelverket ikke blir endret.

Vi anbefaler å legge gulv nivået til servicebygg/Lager på minst +3,5 m over NN2000 eller høyere og på en avstand 5,0 m eller lengre fra vannkanten.

## 6.3 Uthus, naust og kajakk (F1)

Et naust eller uthus uten permanent menneskelig opphold faller normalt i sikkerhetsklasse F1. Slike bygg må nødvendigvis ligge nær sjøen, og skal muligens ligge på et lavere nivå.

For bygg som bygges etter flomklasse F1 med 20 år returperiode, må det påregnes at de utsettes for flom flere ganger i sin levetid. Derfor bør bygget dimensjoneres og konstrueres slik at økonomiske skader holdes til et minimum ved oversvømmelse. Løsninger kan innebære bevisst materialvalg på gulv og vegger, samt å installere elektriske anlegg over sikkerhetsklasse F2 på kote + 3,3 over NN2000.

Vi anbefaler å legge uthus/naust, servicebygg/lager ved land ca. 3 m fra vannkanten og plassert på en høyde +3,1 m NN2000 for å tilfredsstillte kravet til klasse F1.

## 6.4 Kaipromenade (F1)

Promenaden kan bygges på ulike måter, og de mest vanlige er en murt/plastret sprengsteinsfylling eller en frittstående bro på peler. En promenade må en høyde på ca. 3,4 m NN2000 for å gi tilfredsstillende sikkerhet for publikum. Det vil da kunne forekomme noe overskylling og vann på gangbanen under større stormer.

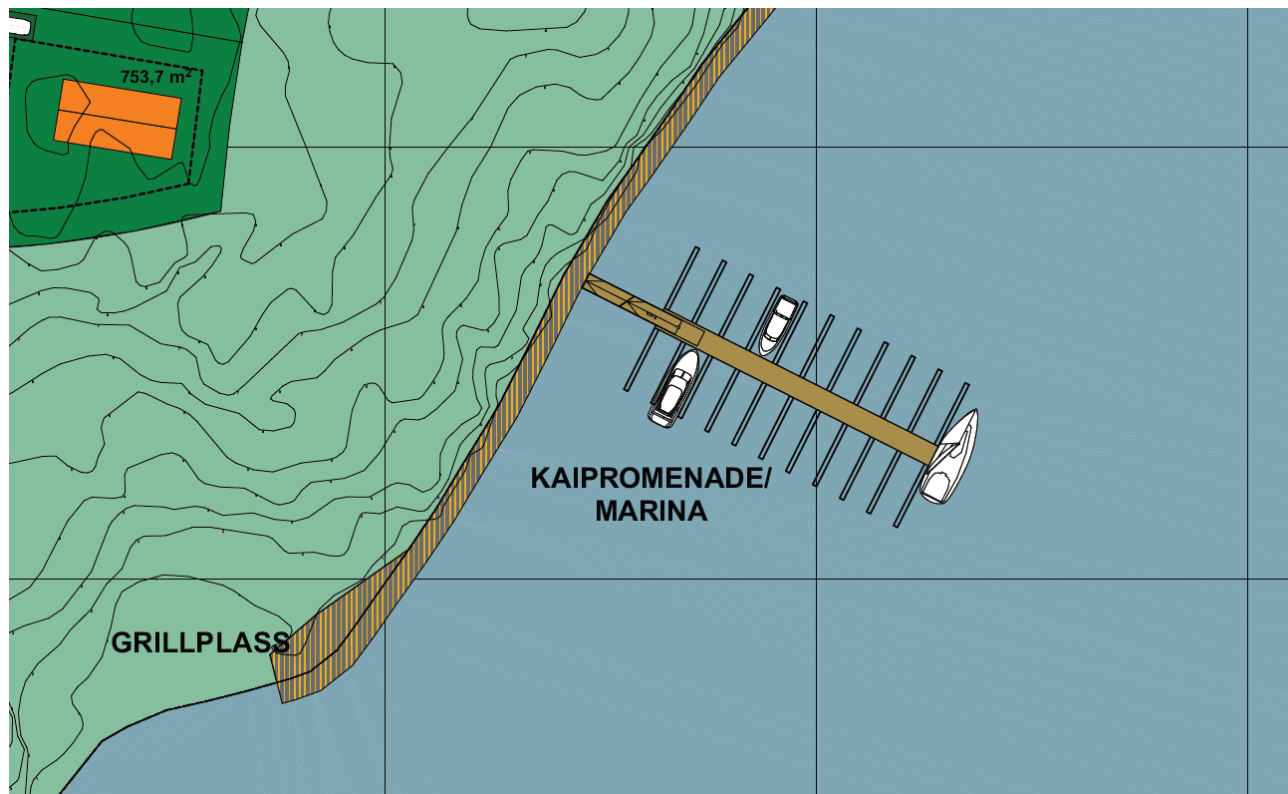
Det forutsettes at promenaden ikke blir brukt av personer under ekstreme hendelser. Derfor er maksimal bølgeoverskyllingsmengde satt på ca. 50 l/s/m. Slik overskylling kan medføre noe skader på vegetasjon og grusveger.

## 6.5 Dagens terreng

Fra høydedata langs planområdet ser man at det laveste terrengnivået langs de planlagte hyttene er kote +7.0 m eller høyere. Derfor er alle hyttene plassert over det dimensjonerende stormflonivået i sikkerhetsklasse F2. Båtslipp/naust og kajakk er planlagt i et område som ligger rundt +2,0 m over NN2000, noe som er under det dimensjonerende stormflonivået i sikkerhetsklasse F1. Terrenget rundt de planlagte båtslippene/naustene og kajakkene må derfor heves.

## 7 Egnethetsanalyse for småbåtanlegg

Foreløpig plassering av marinaanlegget er vist i Figur 15. Marinaen er foreløpig planlagt uten bølgedemper eller flytemolo for å beskytte båtene mot bølger.



Figur 15 Foreløpig plassering av Marina

### 7.1 Kriterier for småbåthavner

Det er ingen nøyaktig enighet om hva som tåles av bølgehøyder inne i en marina/småbåthavn. Noen kilder antyder at maksimal signifikant bølgehøyde kan være ca. 0,3 m i en situasjon der havna skal brukes av båteierne, og opp til ca. 0,5 – 0,6 m i en situasjon da havna ikke skal brukes, men båtene skal ligge trygt. PIANC [6] har behandlet temaet i to publikasjoner, og tall herfra er vist i Tabell 5 og Tabell 6.

Det er verdt å merke seg at verdiene i tabellen kan virke svært lave, men en må huske på at i en tilstand med en gitt signifikant bølgehøyde må det regnes med at den maksimale bølgehøyden blir ca. dobbelt så stor.

#### Normal bruk (1 års returperiode)

Fra Tabell 7 ser man at estimert 1 års bølgehøyden ved marina anlegget er ca. 0,5 m, noe som er høyere enn anbefalte verdier for en godt skjermet småbåthavn i en 1 års situasjon (Tabell 5 og Tabell 6).

#### Storm scenario (50 års returperiode)

I en 50 års hendelse skal båtene ligge trygt. Iht. anbefalingene til PIANC bør ikke bølgehøyden overstige ca. 0,60 m når båtene ligger med fronten mot bølgeretningen. Fra bølgeanalysen framkommer det at ved større stormer (50 års) er den dimensjonerende signifikante bølgehøyden er ca. 0,7 m.

Tabell 5 Maksimalverdier for signifikant bølgehøyde i en småbåthavn, etter [6]. Bølgeperiodeintervallet som er aktuelt for Kartneset er markert med uthevet skrift.

Angrepsretning på fartøy	Spektral toppperiode, $T_p$	Returperiode / frekvens		
		50 år	1 år	ukentlig
Rett forut	$T_p < 2,0$		0,31	0,30
	<b><math>2 &lt; T_p &lt; 6,0</math></b>	<b>0,61</b>	<b>0,30</b>	<b>0,15</b>
	$6,0 < T_p$	0,61	0,30	0,15
Fra siden	$T_p < 2,0$		0,30	0,30
	$2 < T_p < 6,0$	0,23	0,15	0,08
	$6,0 < T_p$	0,23	0,15	0,08

Tabell 6 Maksimalverdier for signifikant bølgehøyde i en småbåthavn, etter [7]. De angitte verdiene kan inntreffe "one to a few times per year".

Båtlengde	Angrep fra siden		Angrep forut/akter	
	Bølgeperiode $T_p$ s	Sign. bølgehøyde m	Bølgeperiode $T_p$ s	Sign. bølgehøyde m
Båtlengde 4 – 10 m	$T_p < 2,0$	0,20	$T_p < 2,0$	0,20
	$2,0 < T_p < 4,0$	0,10	<b><math>2,0 &lt; T_p &lt; 4,0</math></b>	<b>0,15</b>
	$T_p > 4,0$	0,15	$T_p > 4,0$	0,20

Tabell 7 Bølgehøyder ved planlagte marina.

Returperiode	Vindbølgehøyde ved marina (fra 240 grader)	Dønningsbølgehøyde ved marina (fra 210 grader)	Kombinert tilstand	Akseptabel maksimal Hs
Hs 1 års	0,48	0,10	0,49	0,3
Hs 50 års	0,58	0,13	0,69	0,6
Hs 100 års	0,61	0,14	0,72	
Hs 200 års	0,64	0,14	0,75	

Fra Tabell 7 framkommer det at bølgehøydene ved planlagt marinaanlegg er noe høyere enn anbefalte verdier for en godt skjermet småbåthavn. En egnethetsanalyse for småbåtanlegget viser at marinaen, planlagt uten bølgedemper eller flytemolo, kan være krevende, men akseptabel for sjøvante brukere.

For økt trygghet kan det vurderes bruk av flytemolo/bølgedemper for å dempe bølgene som kommer inn mot anlegget. For mindre båter opp til ca. 10-20 m er hovedproblemet korte, krappe bølger med skumtopper, noe som gir vanskeligheter ved f.eks. ombord- og ilandstigning. Disse båtene har mye større toleranse for lange, lave bølger som gir en sakte opp- og ned bevegelse av båten. Både flytemolo og flytebrygge kan være effektiv i fjerning av skumtopper som er det som oppleves som mest plagsomt for mindre båter.

## 8 Referanser

[1] Kystverket, «<https://kystinfo.no/>,» [Internett].

[2] «<https://www.kartverket.no/sehavniva/>,» [Internett].

[3] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk, Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK 17».

[4] Kartverket, [Internett]. Available: <https://kystinfo.no/>.

[5] EurOtop, ««Wave overtopping of sea defences and related structures: assessment manual,»,» 2007.

[6] PIANC, ««Criteria for Movements of Moored Ships in Harbours – A practical Guide, supplement to,» 1995.

[7] PIANC, «Standards for the use of inland waterways by recreational craft, WG 8 Supplement to Bulletin no. 103, 2000».