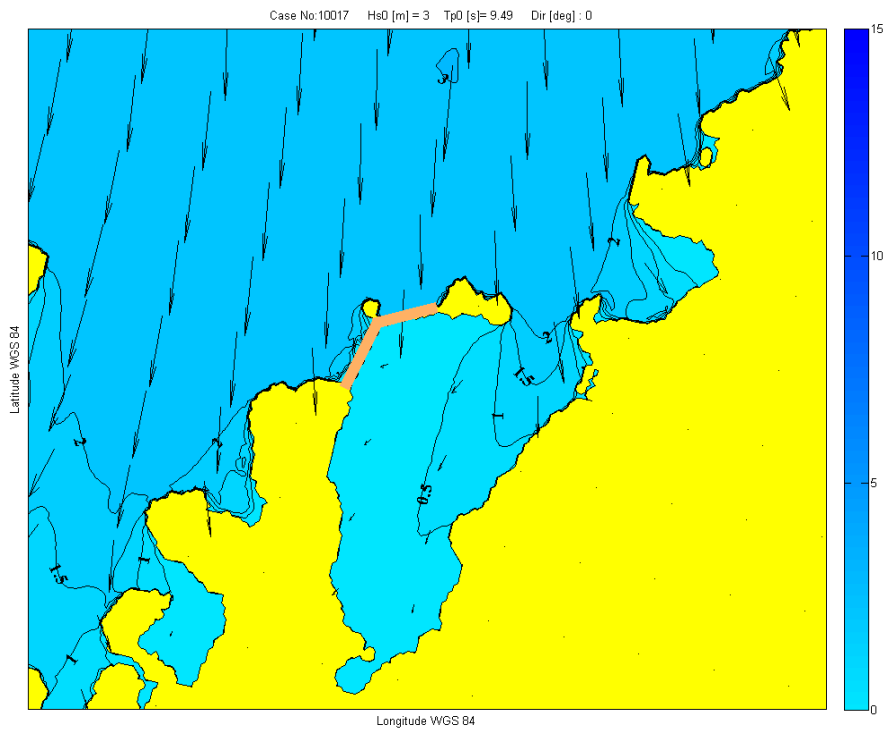




Mehamn base - Bølgeanalyse





| | | |
|------------------------------------|---|------------------------|
| Project number: 11792 | Rev. no.: 0 | Number of pages: 37 |
| Client: Rambøll Norge AS | Authors: Martin Mathiesen Konstantinos Christakos | |
| Client reference: Terje Norddal | | |

Principal Investigator
MARTIN MATHIESEN

Quality Assurance Responsible
TORLEIF LOTHE

Chief Executive Polytec
GUNNAR BIRKELAND





Sammendrag

Bakgrunn og målsetting

Gamvik kommune planlegger å legge en forsyningsbase for oljeleting i Barentshavet i området øst for Mehamn. Baseområdet tenkes skjermet mot bølgepågang fra havet ved molo(er). Tre moloalternativ er aktuelle:

- Alternativ A: Molo (700 m) fra Vedvikneset til Vedvikskjæret.
- Alternativ B: Molo (600 m) fra Vedvikskjæret til Lille Kamøya
- Alternativ A+B: Molo (1300 m), fra Vedvikneset til Lille Kamøya.

Hensikten med det arbeidet som presenteres i denne rapporten er å undersøke hvordan rolighetsforholdene (ved kai) i baseområdet endres ved moloutbygging etter alternativ A, B og A+B.

Arbeidsbeskrivelse

En statistisk analyse av hindcast bølgedata for havområdet utenfor Mehamn er gjennomført for å bestemme inndata til bølgeberegningene.

En digital dybdatedatamodell er laget for et større sjøområde utenfor Mehamn

Bølgeberegninger er gjennomført ved numerisk analyse av innkommende havsjø.

Beregningene er gjennomført for 4 alternativ:

- Eksisterende situasjon
- Moloalternativ A
- Moloalternativ B
- Moloalternativ A+B

for bølger på havet med retning fra 330°, 0° og 30° og signifikant bølgehøyde lik 2 og 3 m samt 1-års og 100-års bølger.

Resultat fra beregningene er presentert i figurer som viser signifikant bølgehøyde og bølge-
retning i baseområdet.

Konklusjoner

Beregningene viser blant annet at for

Eksisterende situasjon:

- Bølgehøyden avtar innover fra Kai A til Kai B
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 50 % av bølgehøyden på havet utenfor
- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i rundt 10 % av tiden, dvs rundt 36 dager i året.

Moloalternativ A:

- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt halvparten av bølgehøyden i eksisterende situasjon
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 25 % av bølgehøyden på havet utenfor



- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i rundt 1.4 % av tiden, dvs rundt 5 dager i året
- Dimensjonerende signifikant bølgehøyde langs moloen er rundt 6.0 m

Moloalternativ B:

- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 70 % av bølgehøyden i eksisterende situasjon
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 35 % av bølgehøyden på havet utenfor
- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i rundt 3.6 % av tiden, dvs rundt 13 dager i året
- Dimensjonerende signifikant bølgehøyde langs moloen er rundt 7.0 m

Moloalternativ A+B:

- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 20 % av bølgehøyden i eksisterende situasjon
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 10 % av bølgehøyden på havet utenfor
- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i mindre enn 0.01 % av tiden, dvs mindre enn 9 timer i året
- Dimensjonerende signifikant bølgehøyde langs molo A er rundt 6.0 m og langs molo B rundt 7.0 m



Innholdsfortegnelse

| | |
|-------------------------------------|----|
| Sammendrag | 3 |
| Definisjoner | 6 |
| 1 Innledning | 8 |
| 2 Bølger på havet | 11 |
| 3 Bølgeberegninger..... | 14 |
| 3.1. Dybdatedatamodell..... | 14 |
| 3.2. Eksisterende situasjon | 15 |
| 3.3. Moloalternativ A | 20 |
| 3.4. Moloalternativ B..... | 25 |
| 3.5. Moloalternativ A+B | 30 |
| 4 Teori, metoder og program | 35 |
| 4.1. Langtids bølgestatistikk..... | 35 |
| 4.2. Bølgeberegning med STWAVE..... | 35 |
| 5 Referanser | 37 |



Definisjoner

- **Bølgefrequens [f]:** Den inverse av bølgeperioden. Antall bølger som passerer et gitt punkt per tidsenhet.
- **Bølgehøyde [H]:** Den vertikale avstanden mellom en bølgetopp og den foregående bølgedal.
Maksimal bølgehøyde [H_{maks}]: Den høyeste av bølgene i en registrering. I teoretiske beregninger betegner H_{maks} den mest sannsynlige høyeste bølgen innenfor et gitt tidsintervall.
Signifikant bølgehøyde [H_s, H_{m0}]: Den gjennomsnittlige bølgehøyden for den høyeste tredjedel av bølgene i en registrering. Estimat for den signifikante bølgehøyden basert på energi-betraktninger betegnes H_{m0} .
Dimensjonerende bølgehøyde: Signifikant bølgehøyde med returperiode lik 50 eller 100 år benyttet ved dimensjonering (av molo).
- **Bølgekrapphet:** Forholdet mellom bølgehøyde og bølgelengde.
- **Bølgelengde [L]:** Den horisontale avstanden mellom en bølgetopp og den foregående bølgetopp.
- **Bølgerose:** En figur som viser prosentvis fordeling av bølgehøyde innenfor hver 30° retningssektor.
- **Bølgeperiode [T]:** Den tiden bølgetoppen bruker på å forflytte seg en bølgelengde. Eller: Tiden mellom passering av to bølgetopper gjennom et fast punkt.
Pikperiode [T_p]: Den bølgeperioden der energien i bølgespekteret er størst.
Signifikant bølgeperiode [T_s]: Den gjennomsnittlige bølgeperioden for den høyeste tredjedel av bølgene i en registrering.
- **Bølgeretning [θ]:** Den retningen bølgene kommer fra. Bølger med retning 270° kommer fra vest.
- **Bølgespekter [S(f)]:** En funksjon som forteller hvordan bølgeperioden er fordelt med hensyn til bølgefrequens.
Retningsspekter [S(f, θ): En funksjon som forteller hvordan bølgeenergien er fordelt med hensyn til *bølgefrequens og retning*.
- **Diffraksjon:** Endring i bølgeretningen som følge av lokale variasjoner i bølgehøyden. Bølgeutbredelse i det skjermede området bak en molo skyldes i hovedsak diffraksjon.
- **Grunning:** Økning i bølgehøyden når bølgene kommer inn på grunnere vann. Grunning skyldes at bølgenes utbredelseshastighet avtar og danner opptakten til brytning i strandsonen.
- **Hindcast bølgedata:** Bølgedata beregnet ut fra vinddata bestemt ved analyse av historiske trykkfelt.
- **Langperiodiske bølger:** Bølger med periode i området fra 20 sekund opptil 2 – 3 timer. I dagligtalen benyttes betegnelsen "drag" for bølger med periode opp til 4 – 5 minutter.
- **Refleksjon:** Når bølgene kommer inn mot ei strand eller en konstruksjon vil den delen av bølgeenergien som ikke går over i turbulens når bølgene bryter reflekteres.
- **Refraksjon:** Endring i bølgeretningen i områder med varierende dybde eller varierende strøm.
 Ved *dybderefraksjon* vil bølgene bøye av i den retningen dybden er minst. Denne avbøyningen blir sterkere når bølgeperioden øker og når dybden avtar.
 Ved *strømsrefraksjon* vil bølgene ved medstrøm bøye av i den retningen der strømmen er svakest, og ved motstrøm i den retningen der strømmen er sterkest. Denne avbøyningen blir sterkere når bølgeperioden avtar og når strømskjæret øker, og i mindre grad også når dybden avtar.
- **Returperiode [R_p]:** Det gjennomsnittlige tidsintervallet mellom to påfølgende overskridelser av en verdi for en variabel. I statistisk analyse representerer en bølgehøyde



med gitt returperiode – på for eksempel 10 år – den mest sannsynlige høyeste bølgen en kan forvente i løpet av 10 år.

- **Strøklengde (Strøk):** Utstrekningen av det frie sjøområdet vinden blåser over.
- **Strømretning:** Den retningen strømmen går i. Strøm med retning 90° går mot øst.
- **Vindfart:** Betegner vanligvis den gjennomsnittlige vindfarten over en gitt tidsperiode, i denne rapporten gjennomsnitt over 1 time.
- **Vindretning:** Den retningen vinden kommer fra. Vind med retning 180° kommer fra sør.



1 Innledning

Gamvik kommune planlegger å legge en forsyningsbase for oljeleting i Barentshavet i området øst for Mehamn, se Figur 1.1 og Figur 1.2. Baseområdet tenkes skjermet mot bølgepågang fra havet ved molo(er). Tre moloalternativ er aktuelle:

- Alternativ A: Molo (700 m) fra Vedvikneset til Vedvikskjæret.
- Alternativ B: Molo (600 m) fra Vedvikskjæret til Lille Kamøya
- Alternativ A + B: Molo (1300 m), fra Vedvikneset til Lille Kamøya.

Figur 1.3 viser baseområdet med kaier og moloalternativ A og B.

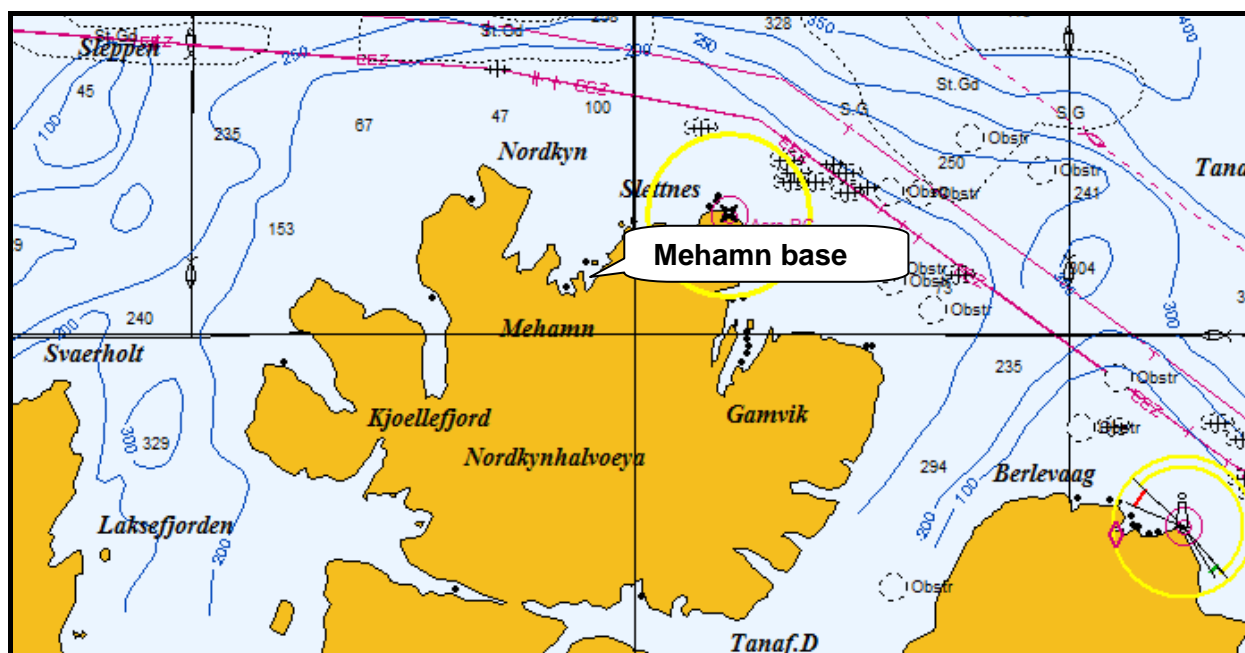
Hensikten med det arbeidet som presenteres i denne rapporten er å undersøke hvordan rolighetsforholdene (ved kai) i baseområdet endres ved moloutbygging etter alternativ A, B og A + B.

En digital dybde-datamodell er laget for et større sjøområde utenfor Mehamn, se Figur 3.1.

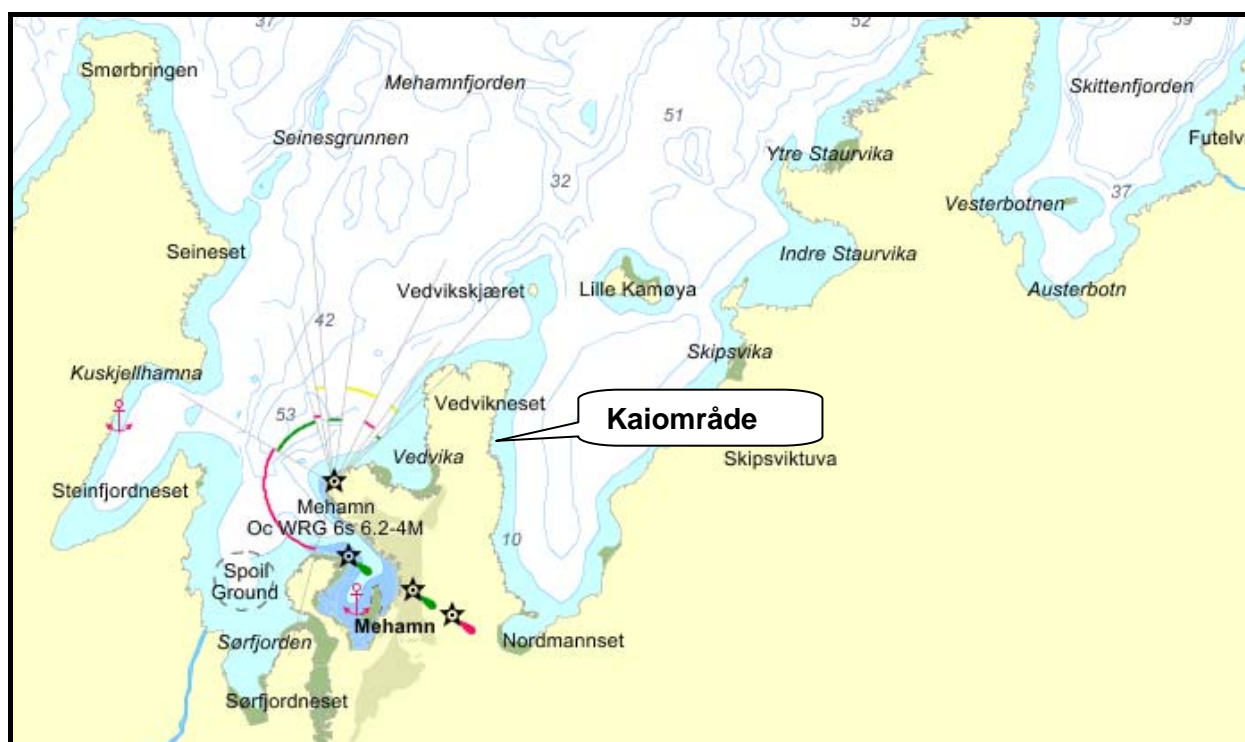
Bølgehøyden for innkommende havsjø i baseområdet er bestemt ved numeriske beregninger. Beregningene er gjennomført for eksisterende situasjon og for moloalternativ A, B og A + B.

Resultat fra beregningene er presentert i kapittel 3.

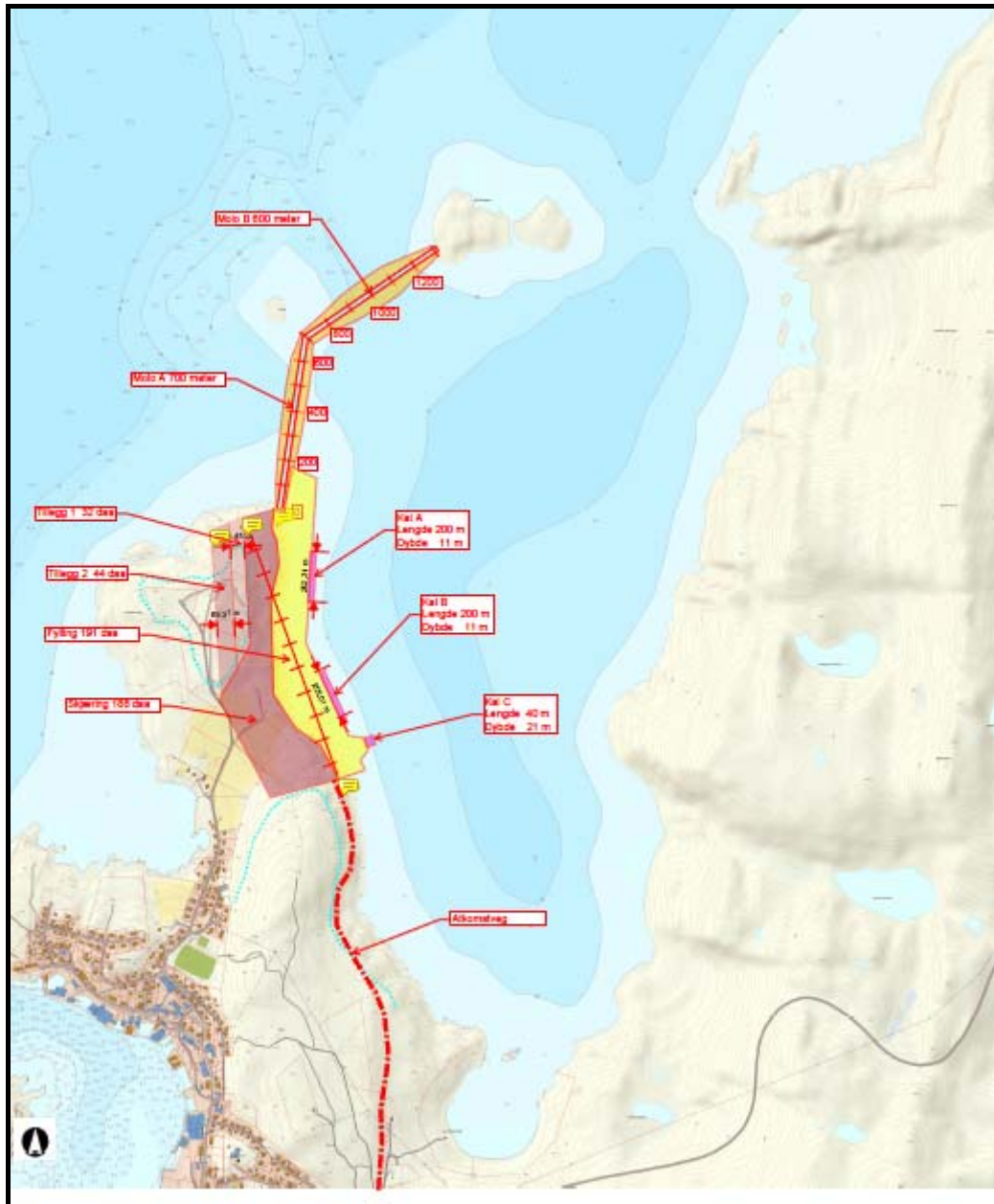
Teoretiske betraktninger knyttet til statistisk analyse og numeriske bølgeberegninger er presentert i kapittel 4.



Figur 1.1 Kart som viser planlagt baseområde øst for Mehamn



Figur 1.2 Kart som viser kaiområde i Mehamn base.



Figur 1.3 Kart over Mehamn base med moloalternativ A og B.



2 Bølger på havet

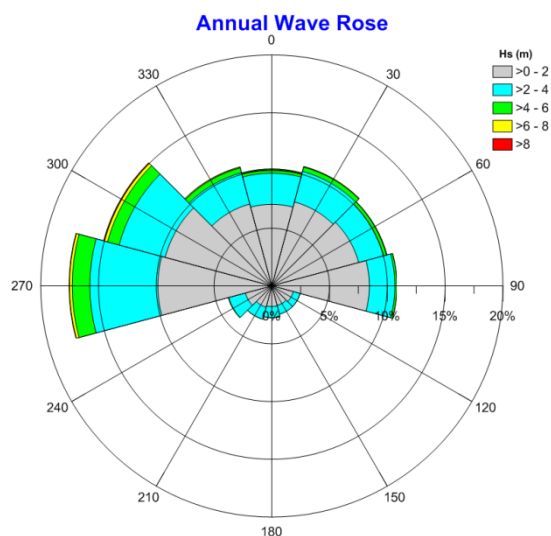
Informasjon om bølgene på havet utenfor Mehamn er tilgjengelig fra Nora10 hindcast modellen til det Norske Meteorologiske Institutt [2]. De dataene som benyttes er fra beregningspunktet ved 71.26° N, 26.50° E og omfatter perioden 1958 – 2010 (53 år). Data-intervallet er 3 timer.

Hindcast-dataene er velvilligst gjort tilgjengelig av Statoil.

Figur 2.1 viser årlig bølgerose for havområdet utenfor Porsangerfjorden. Bølgerosen viser prosentvis fordeling av signifikant bølgehøyde for hver 30° sektor.

Tabell 2.1 viser årlig sannsynlighet for ikke-overskridelse av signifikant bølgehøyde.

En statistisk analyse av bølgedataene er gjennomført for å bestemme forventede ekstrem-bølger i hver 30° sektor. Tabell 2.2 viser signifikant bølgehøyde og tilsvarende pikperiode med 1, 10 og 100 år returperiode.



Figur 2.1 Årlig bølgerose for havområdet utenfor Porsangerfjorden.

Tabell 2.1 Årlig sannsynlighet for ikke-overskridelse (%) av signifikant bølgehøyde (H_s) for havområdet utenfor Porsangerfjorden.

| H_s (m) | Bølgeretning | | | | | | | | | | | | Omni |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | 0° | 30° | 60° | 90° | 120° | 150° | 180° | 210° | 240° | 270° | 300° | 330° | |
| < 1 | 2.50 | 2.74 | 3.19 | 3.07 | 0.72 | 0.42 | 0.35 | 0.40 | 0.55 | 3.05 | 3.84 | 3.05 | 23.89 |
| < 2 | 7.04 | 7.52 | 7.72 | 8.67 | 1.96 | 1.75 | 1.79 | 1.89 | 2.34 | 9.59 | 9.63 | 7.42 | 67.32 |
| < 3 | 9.06 | 9.57 | 9.37 | 10.39 | 2.46 | 2.40 | 2.59 | 2.78 | 3.45 | 13.41 | 12.53 | 9.42 | 87.43 |
| < 4 | 9.73 | 10.27 | 9.95 | 10.93 | 2.57 | 2.51 | 2.77 | 2.97 | 3.80 | 15.34 | 13.84 | 10.25 | 94.92 |
| < 5 | 9.95 | 10.58 | 10.15 | 11.07 | 2.58 | 2.51 | 2.78 | 2.98 | 3.83 | 16.37 | 14.53 | 10.55 | 97.90 |
| < 6 | 10.03 | 10.67 | 10.21 | 11.10 | 2.58 | | | 2.98 | 3.84 | 16.82 | 14.91 | 10.69 | 99.13 |
| < 7 | 10.07 | 10.69 | 10.24 | 11.11 | | | | | | 16.99 | 15.09 | 10.76 | 99.64 |
| < 8 | 10.08 | 10.72 | 10.25 | 11.11 | | | | | | 17.05 | 15.20 | 10.77 | 99.87 |
| < 9 | 10.09 | 10.72 | 10.25 | | | | | | | 17.07 | 15.24 | 10.78 | 99.95 |
| < 10 | 10.09 | 10.72 | | | | | | | | 17.08 | 15.26 | 10.78 | 99.98 |
| < 11 | | | | | | | | | | 17.08 | 15.27 | 10.79 | 100.00 |
| < 12 | | | | | | | | | | 17.08 | 15.27 | 10.79 | 100.00 |
| < 13 | | | | | | | | | | 17.08 | 15.27 | | 100.00 |
| < 14 | | | | | | | | | | 17.08 | | | 100.00 |
| < 15 | | | | | | | | | | 17.08 | | | 100.00 |
| Total | 10.09 | 10.72 | 10.25 | 11.11 | 2.58 | 2.51 | 2.78 | 2.98 | 3.84 | 17.08 | 15.27 | 10.79 | 100.00 |
| Middel | 1.78 | 1.78 | 1.63 | 1.59 | 1.59 | 1.73 | 1.84 | 1.85 | 1.91 | 2.20 | 2.05 | 1.81 | 1.86 |
| Maksimum | 9.70 | 9.30 | 8.50 | 7.80 | 5.00 | 4.50 | 4.80 | 5.70 | 5.90 | 14.40 | 12.80 | 10.80 | 14.40 |



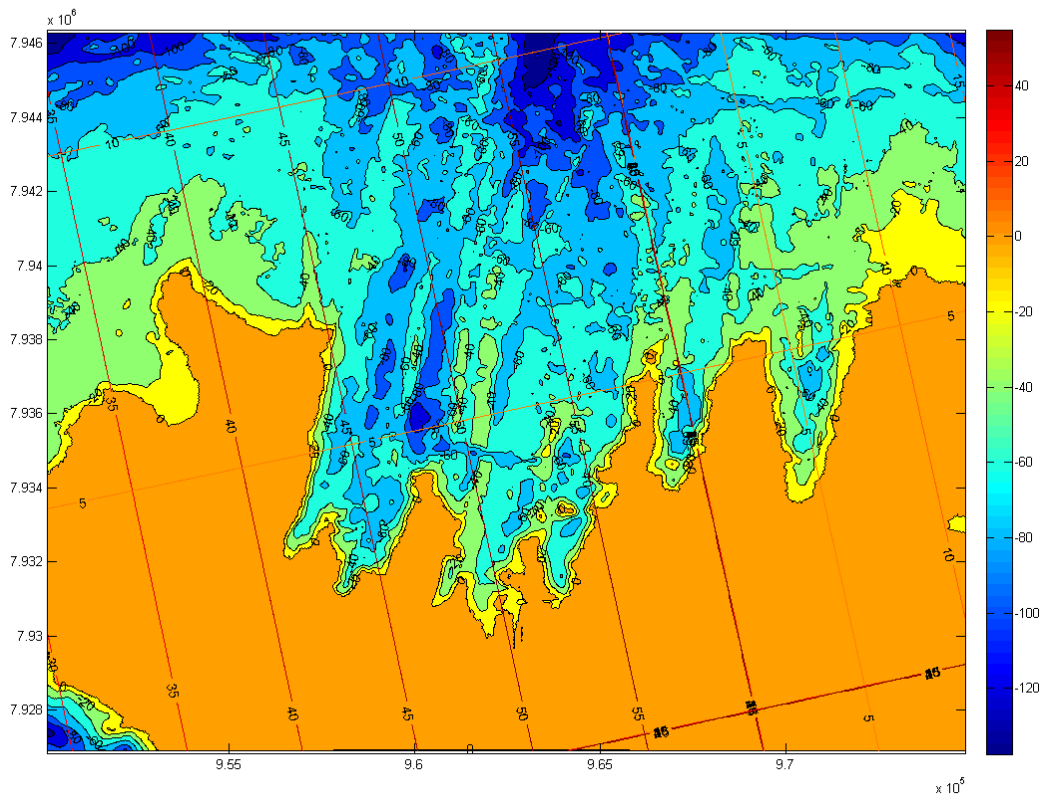
Tabell 2.2 Retningsekstremer for signifikant bølgehøyde (H_s) og tilsvarende pikperiode (T_p) for havområdet utenfor Porsangerfjorden.

| Retnings- sektor | Sektor sannsynlighet | Returperiode | | | | | |
|---------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 år | | 10 år | | 100 år | |
| | | H_s (m) | T_p (s) | H_s (m) | T_p (s) | H_s (m) | T_p (s) |
| 0° | 10.09 | 6.4 | 12.0 | 8.6 | 13.5 | 10.6 | 14.6 |
| 30° | 10.72 | 6.4 | 12.0 | 8.4 | 13.3 | 10.4 | 14.5 |
| 60° | 10.25 | 5.9 | 11.7 | 7.8 | 13.0 | 9.7 | 14.1 |
| 90° | 11.11 | 5.3 | | 6.9 | | 8.4 | |
| 120° | 2.58 | 3.7 | | 4.7 | | 5.5 | |
| 150° | 2.51 | 3.4 | | 4.1 | | 4.6 | |
| 180° | 2.78 | 3.7 | | 4.4 | | 5.0 | |
| 210° | 2.98 | 4.0 | | 5.0 | | 5.8 | |
| 240° | 3.84 | 4.2 | | 5.0 | | 5.8 | |
| 270° | 17.08 | 8.3 | | 10.5 | | 12.6 | |
| 300° | 15.27 | 8.5 | 13.4 | 11.2 | 15.0 | 13.9 | 16.5 |
| 330° | 10.79 | 7.0 | 12.4 | 9.4 | 13.9 | 11.7 | 15.3 |
| 0°-360° | 100.00 | 9.4 | 15.1 | 11.8 | 16.8 | 14.1 | 18.5 |

3 Bølgeberegninger

3.1. Dybdedatamodell

Beregningene av bølgehøyde er gjennomført for et større sjøområde utenfor Mehamn som vist i Figur 3.1.



Figur 3.1 Modellområde for bølgeberegningene.

I dybdedatamodellen er dybden gitt i et rutenett med oppløsning (rutestørrelse) på 25 m.

Dybde-dataene er hentet fra Norge Digitalt [1]. Disse dataene er gitt i et rutenett med oppløsning på 50 m. En oppløsning på 25 m er oppnådd ved interpolasjon av data i dette rutenettet.

Bølgeberegningene er gjennomført ved bruk av programmet STWAVE Version 4.0 fra US Army Corps of Engineers Coastal & Hydraulics Laboratory [3], se kapittel 4.2.



3.2. Eksisterende situasjon

Beregningene av bølgehøyde er gjennomført for midlere høyyvann som er 2.5 m over sjøkartnull.

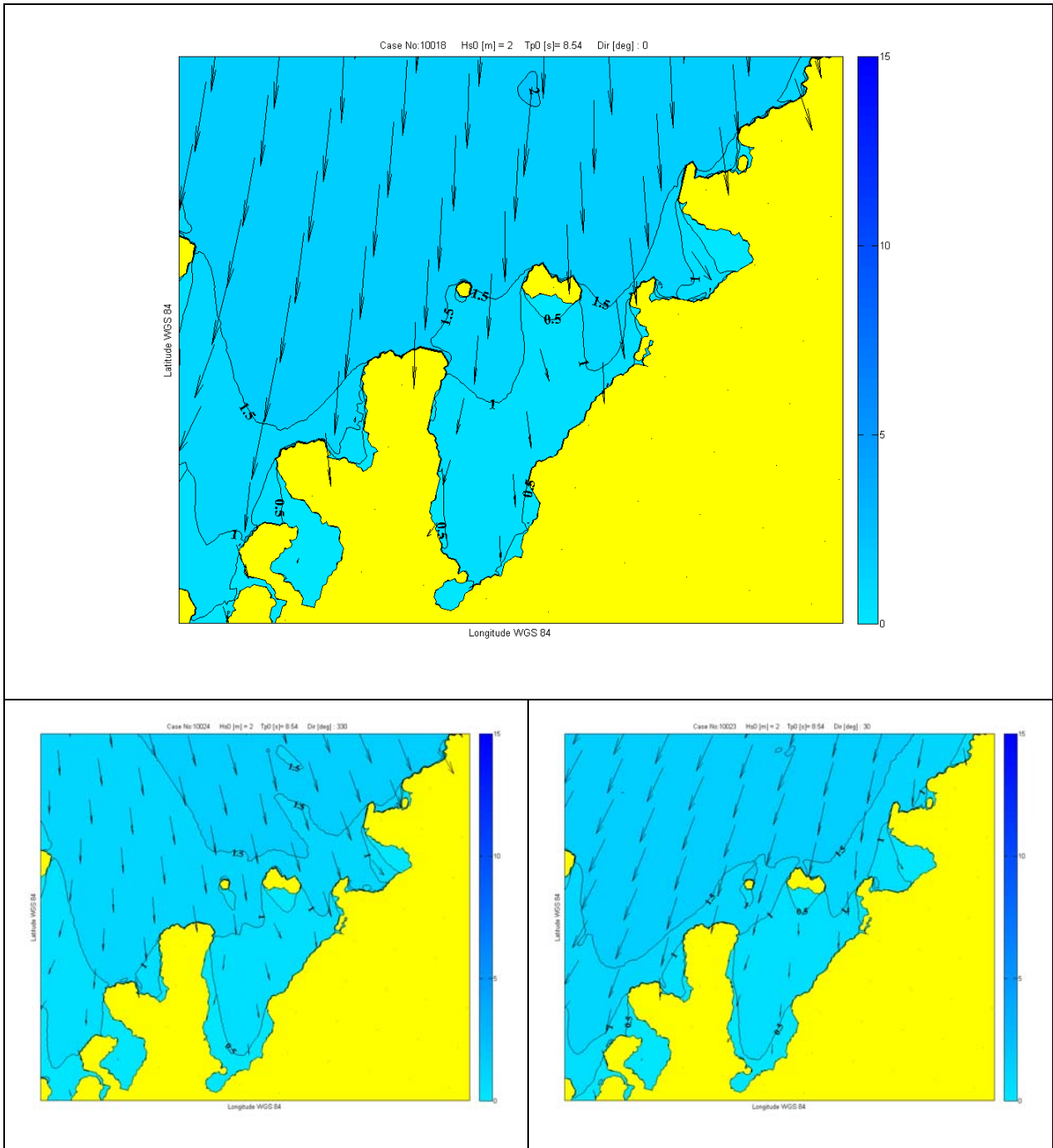
Figur 3.2 - Figur 3.5 viser beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med bølgehøyde lik 2 og 3 m samt 1 og 100-års bølgehøyde. Beregningene er gjennomført for dypvanns bølgeretning lik 330°, 0° og 30°.

Beregningene viser blant annet:

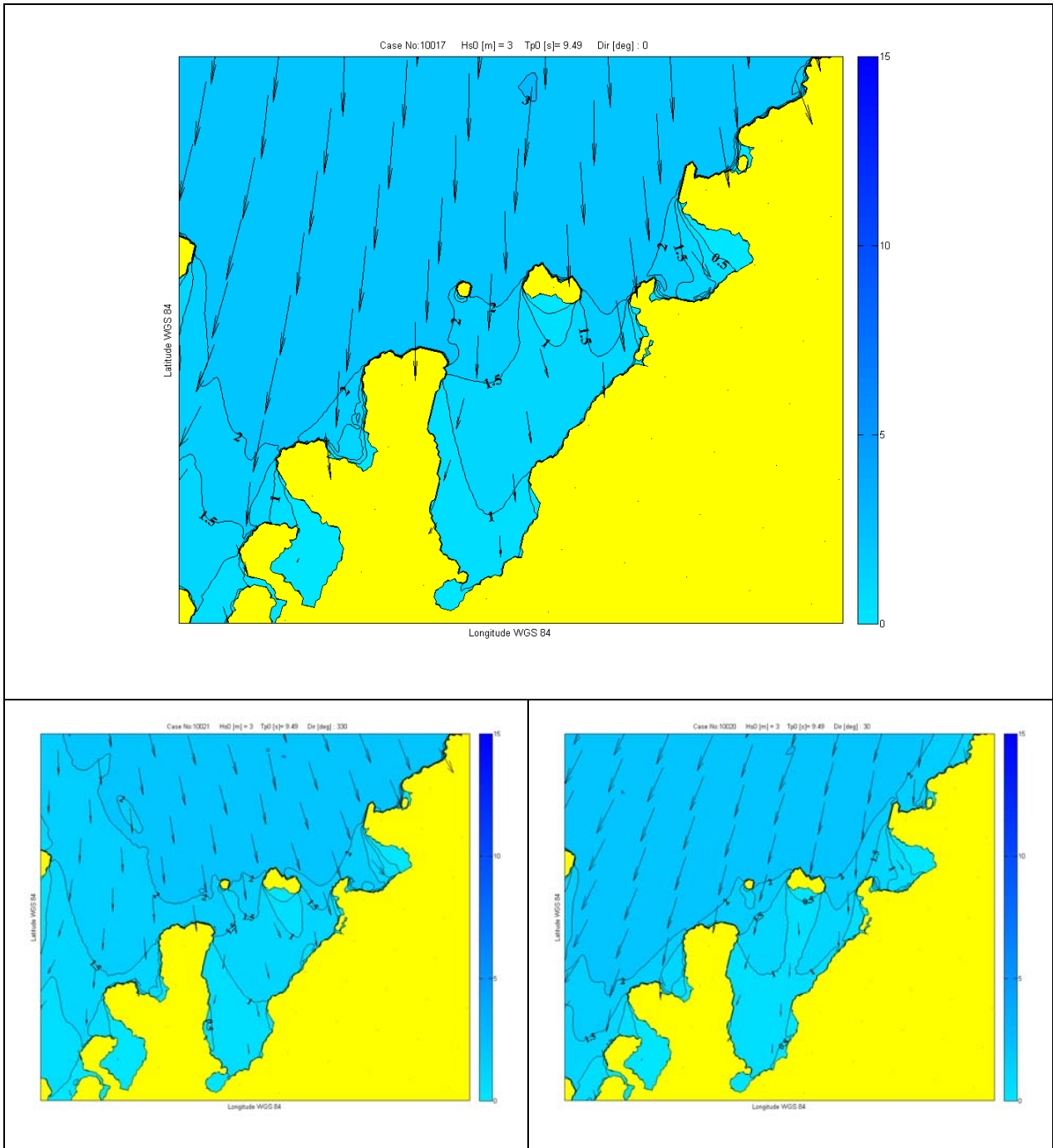
- Bølgehøyden avtar innover fra Kai A til Kai B
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 50 % av bølgehøyden på havet utenfor

Ved å sammenholde resultat fra bølgeberegningen med data for havsjø gitt i Tabell 2.1 finner en at:

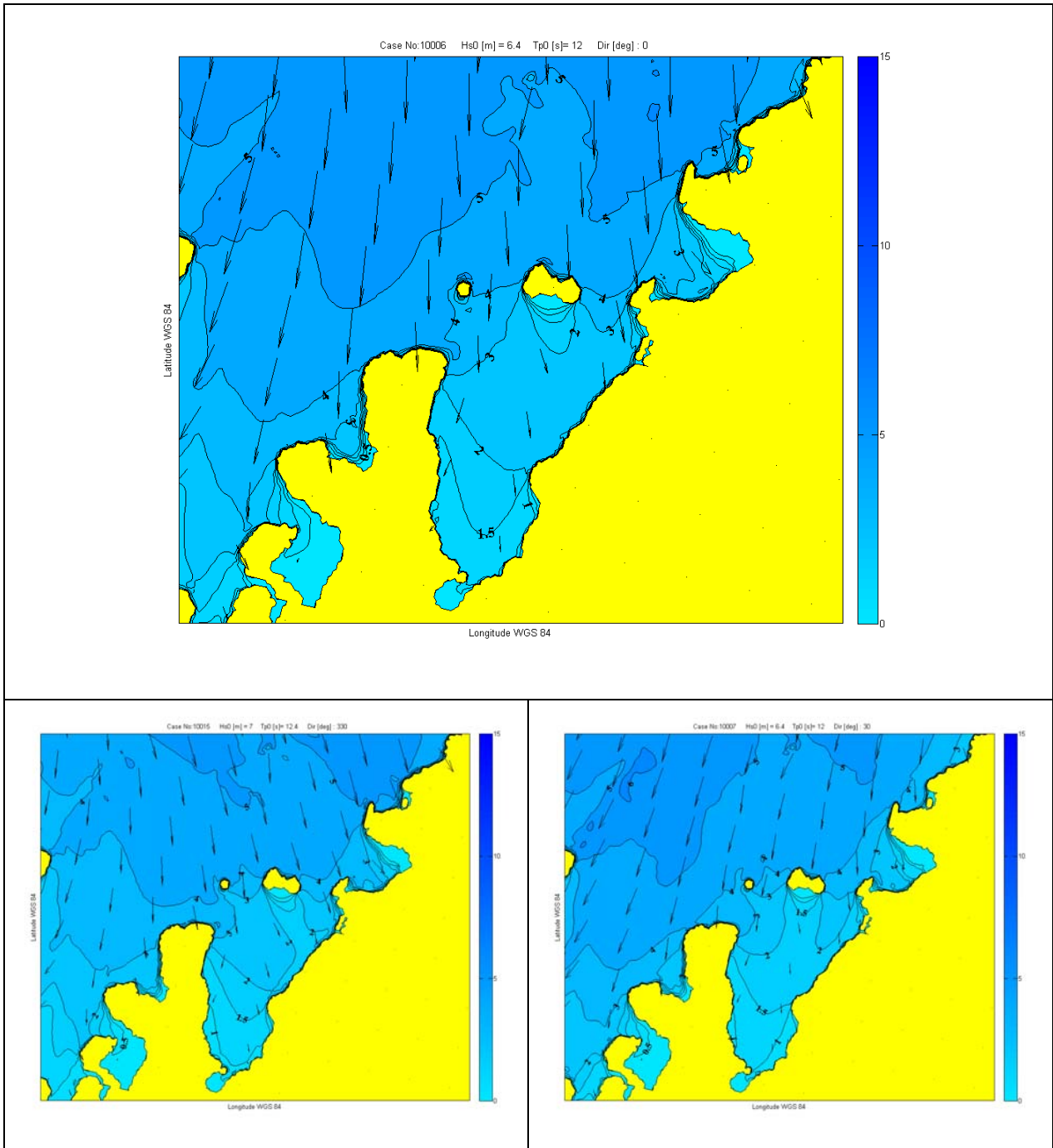
- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i rundt 10 % av tiden, dvs rundt 36 dager i året.



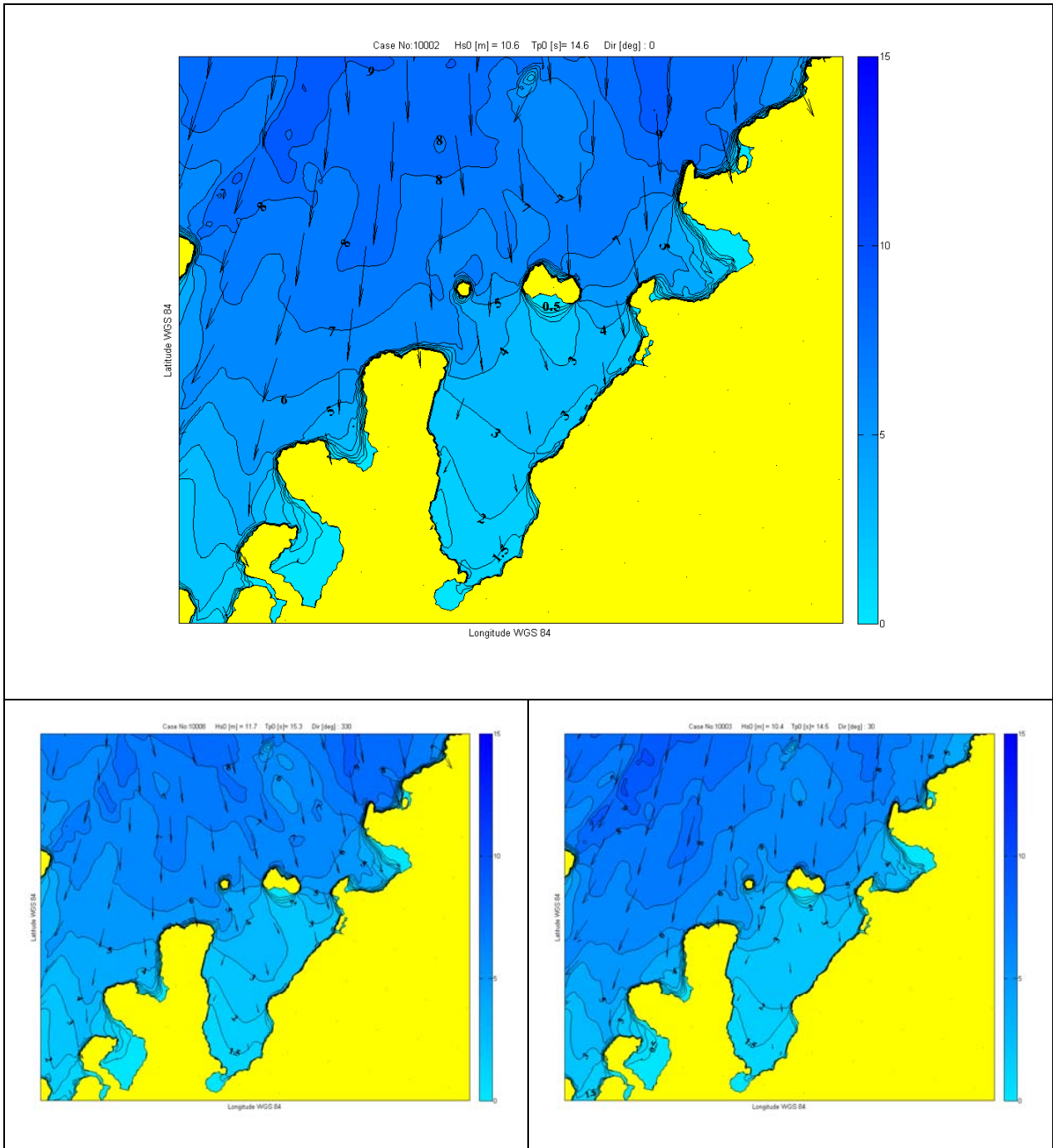
Figur 3.2 Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølgehøyde lik 2 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.3 Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølgehøyde lik 3 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.4 Beregnet 1-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.5 Beregnet 100-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



3.3. Moloalternativ A

Moloalternativ A består av en 700 m lang molo fra Vedvikneset til grunnområdet like sør av Vedvikskjæret, se Figur 1.3.

Beregningene av bølgehøyde er gjennomført for midlere høyyvann som er 2.5 m over sjøkartnull.

Figur 3.6 - Figur 3.9 viser beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med bølgehøyde lik 2 og 3 m samt 1 og 100-års bølgehøyde. Beregningene er gjennomført for dypvanns bølgeretning lik 330°, 0° og 30°.

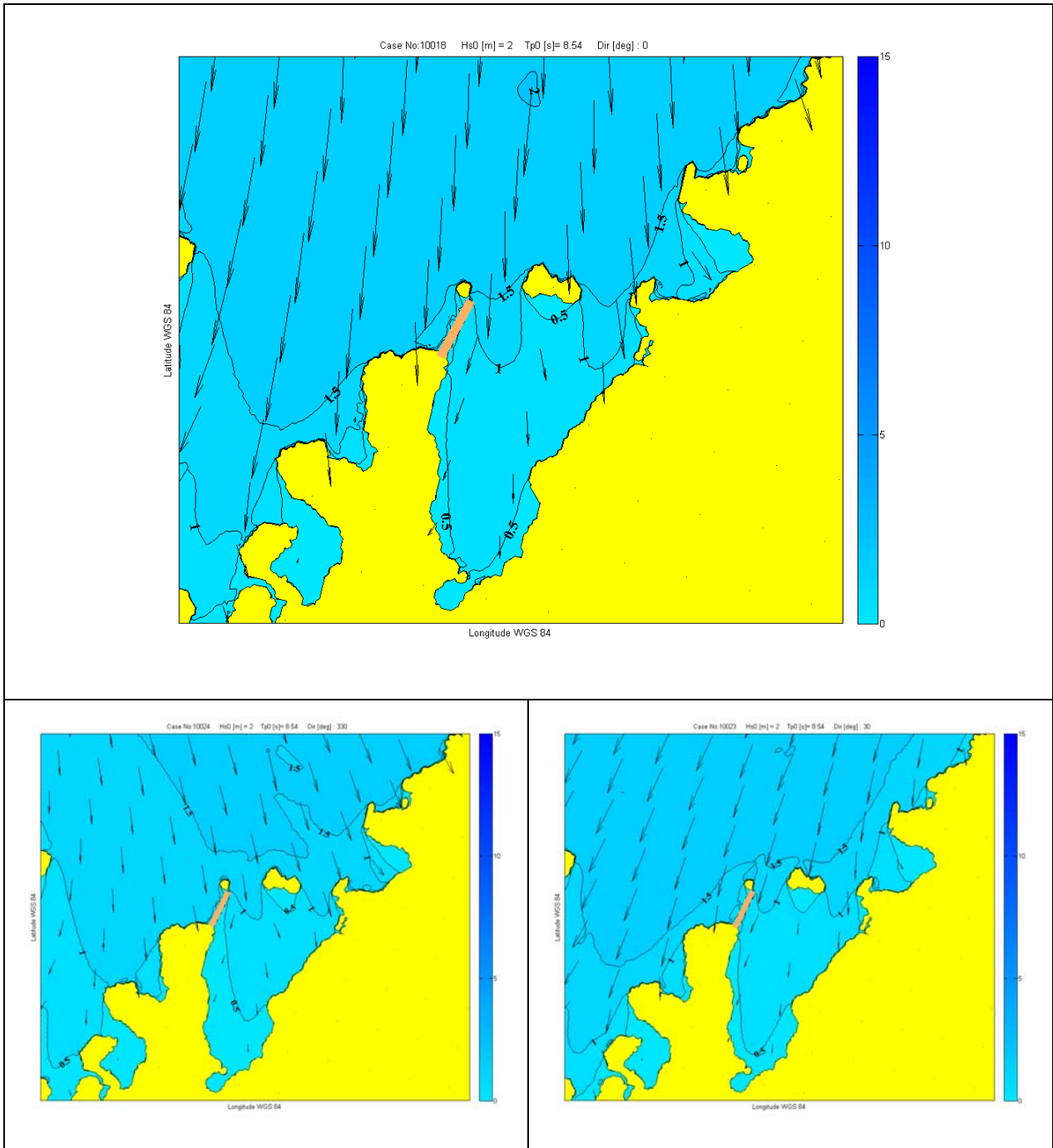
Beregningene viser at:

- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt halvparten av bølgehøyden i eksisterende situasjon
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 25 % av bølgehøyden på havet utenfor

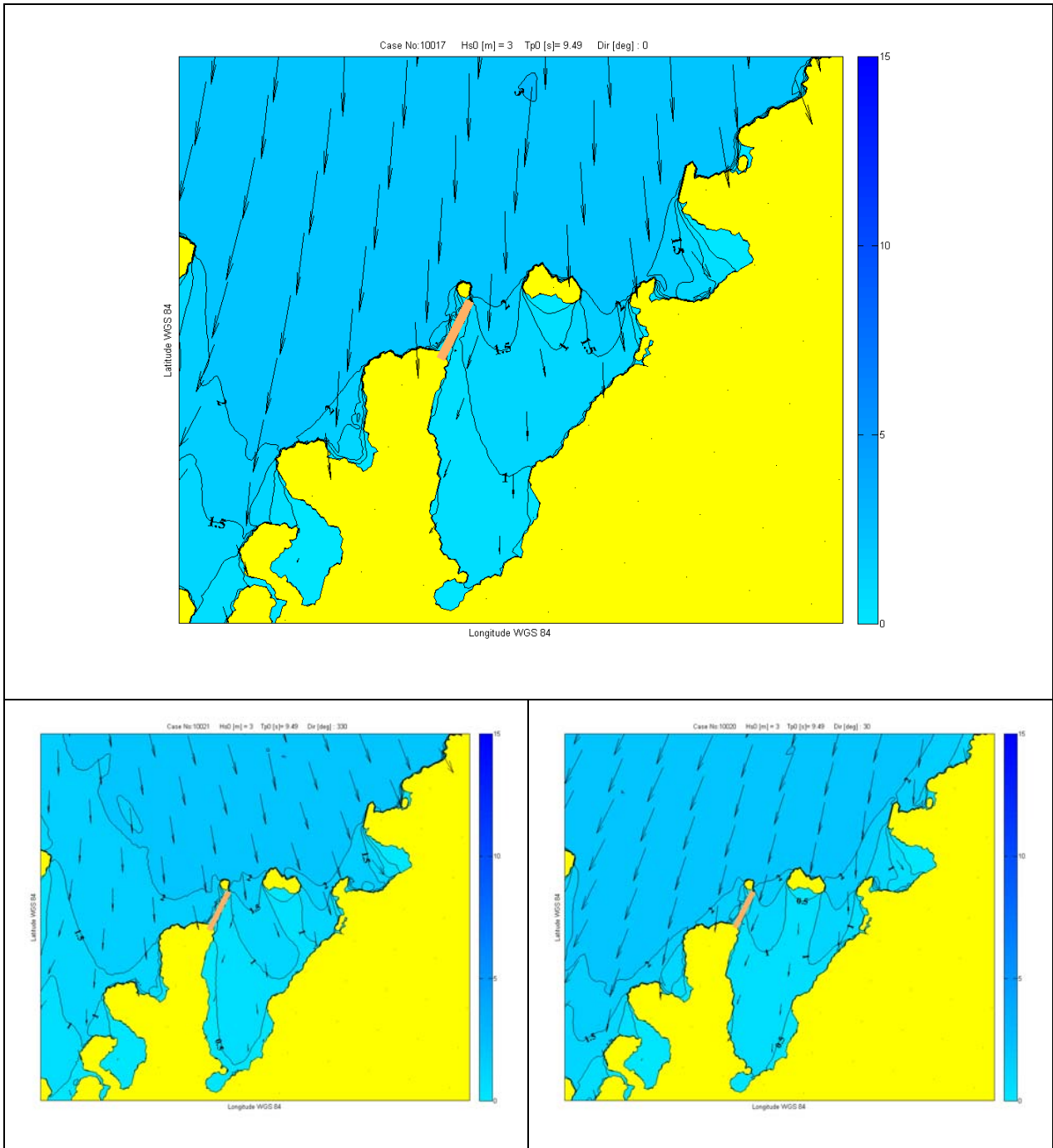
Ved å sammenholde resultat fra bølgeberegningen med data for havsjø gitt i Tabell 2.1 finner en at:

- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i rundt 1.4 % av tiden, dvs rundt 5 dager i året.

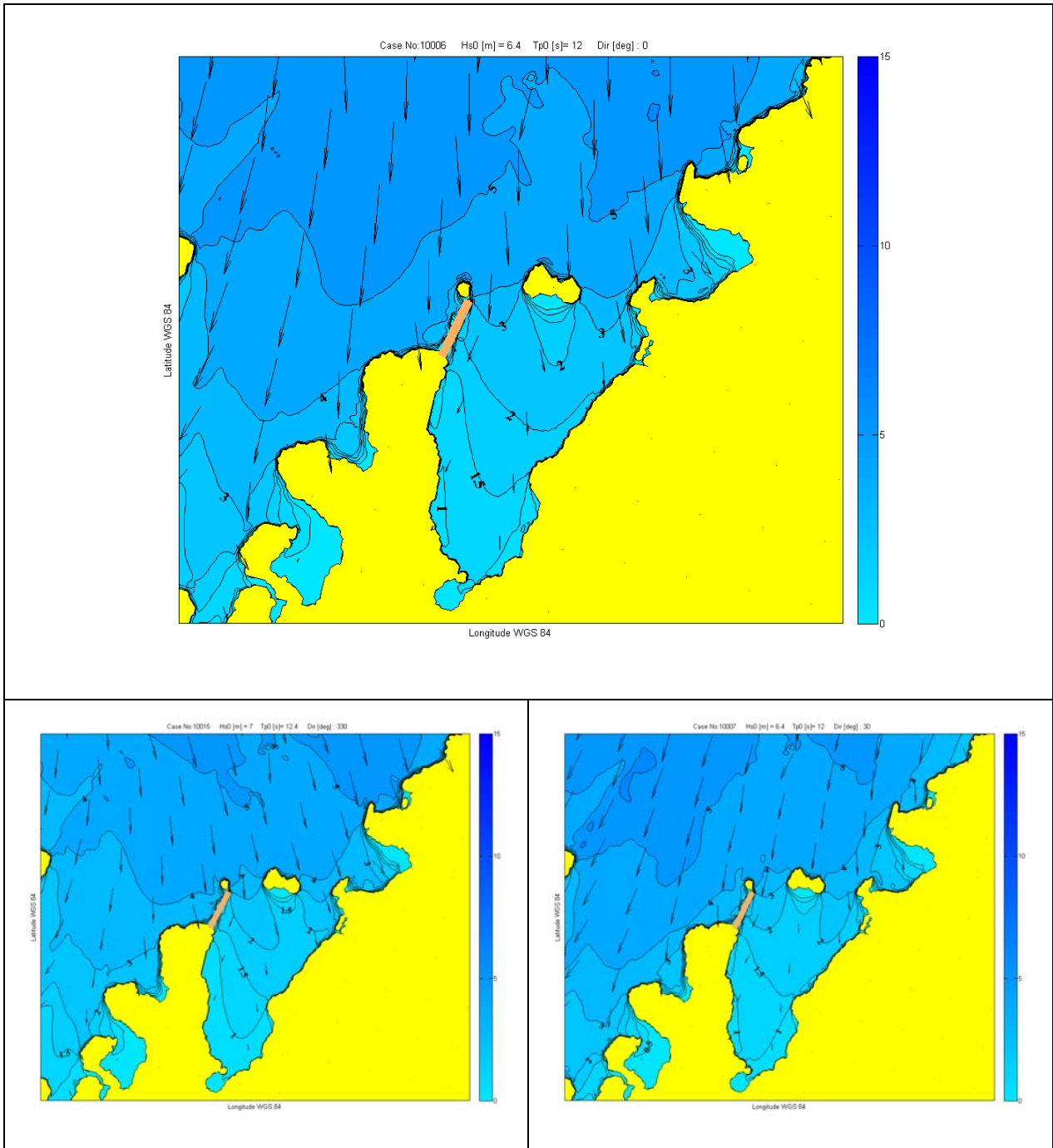
Dimensjonerende signifikant bølgehøyde (100-års returperiode) langs molo A er rundt 6.0 m.



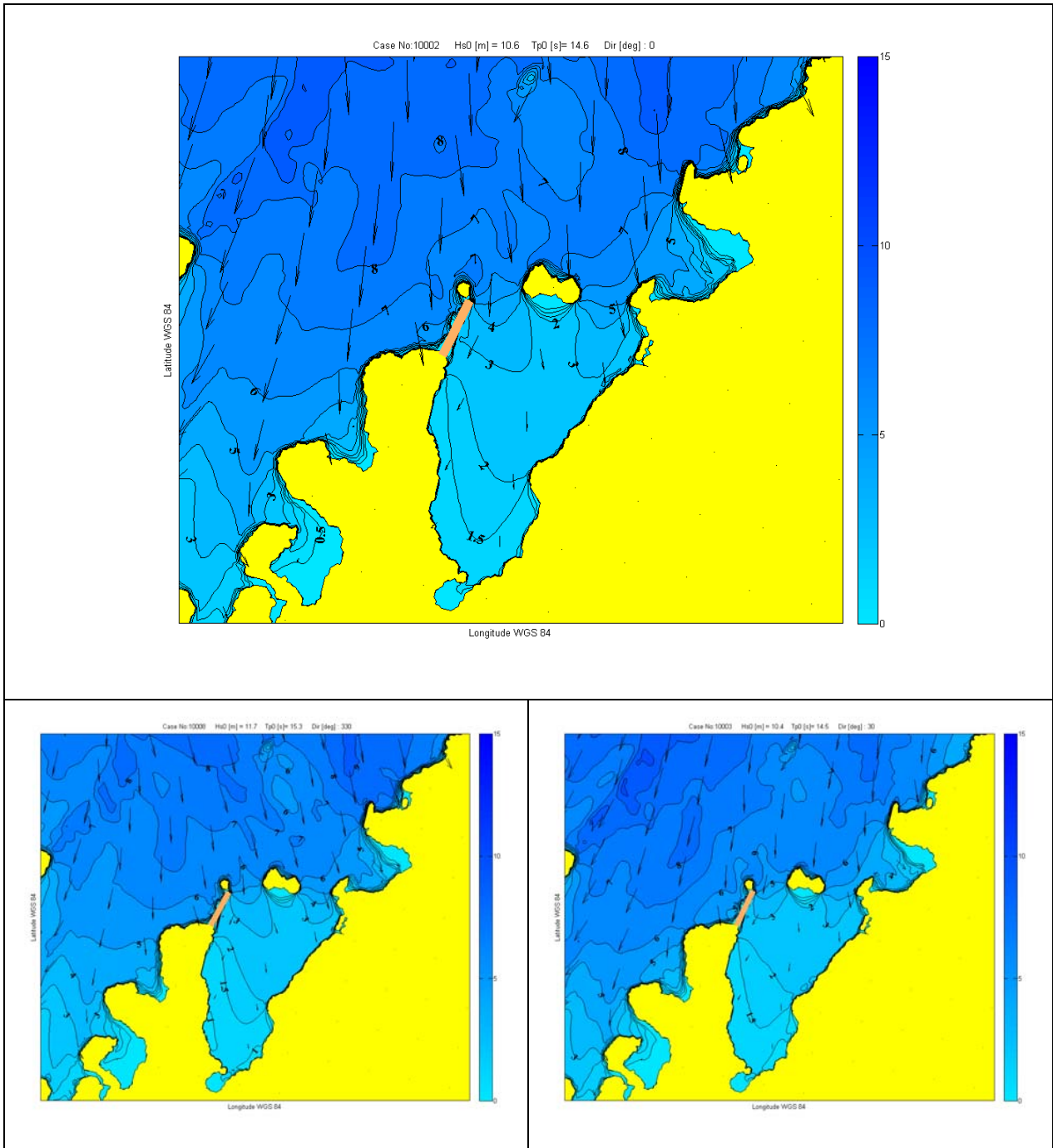
Figur 3.6 Moloalternativ A: Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølge-høyde lik 2 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.7 Moloalternativ A: Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølge-høyde lik 3 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.8 Moloalternativ A: Beregnet 1-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.9 Moloalternativ A: Beregnet 100-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



3.4. Moloalternativ B

Moloalternativ B består av en 600 m lang molo fra Vedvikskjæret til Lille Kamøya, se Figur 1.3.

Beregningene av bølgehøyde er gjennomført for midlere høyyvann som er 2.5 m over sjøkartnull.

Figur 3.6 - Figur 3.9 viser beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med bølgehøyde lik 2 og 3 m samt 1 og 100-års bølgehøyde. Beregningene er gjennomført for dypvanns bølgeretning lik 330°, 0° og 30°.

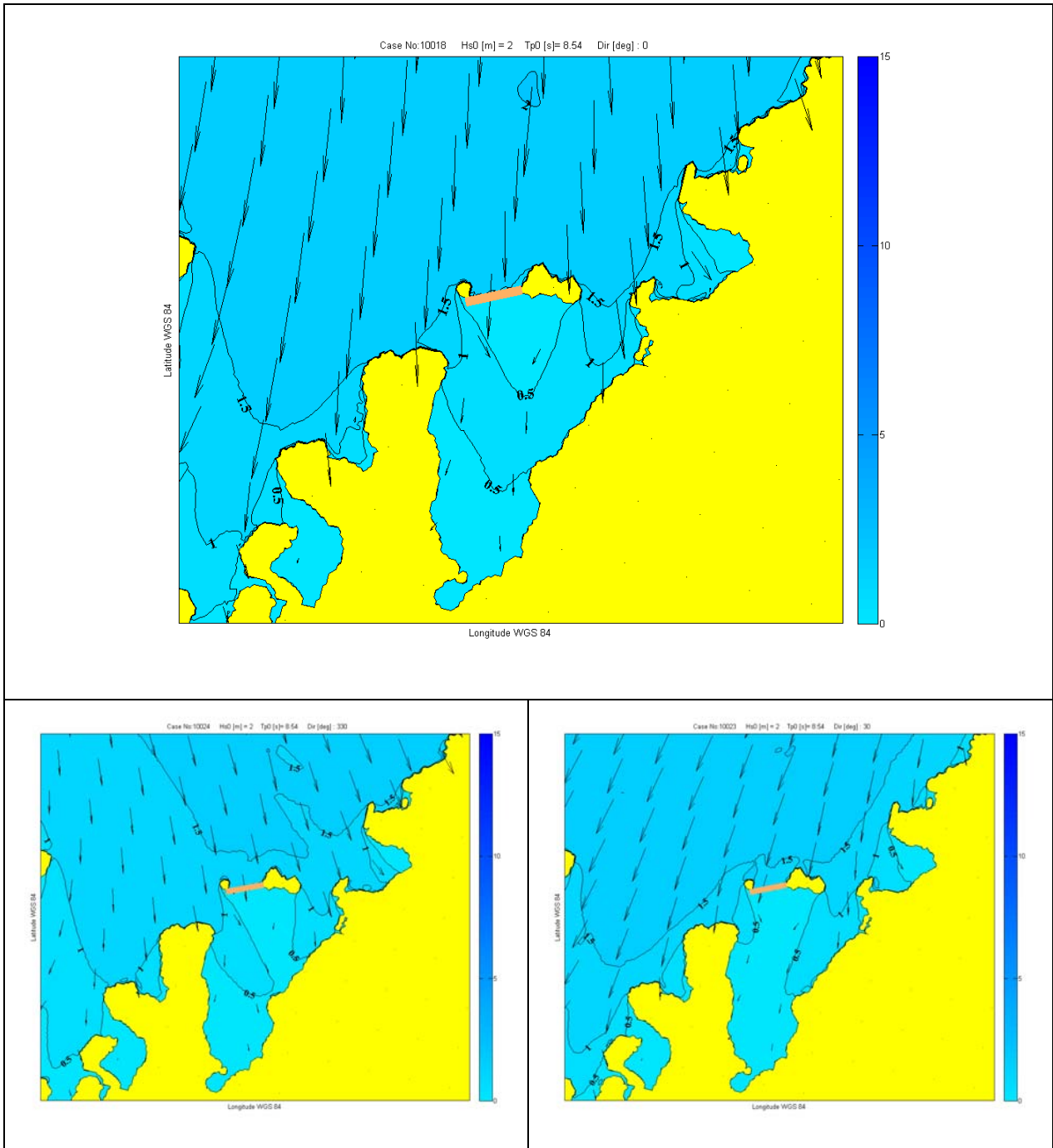
Beregningene viser at:

- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 70 % av bølgehøyden i eksisterende situasjon
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 35 % av bølgehøyden på havet utenfor

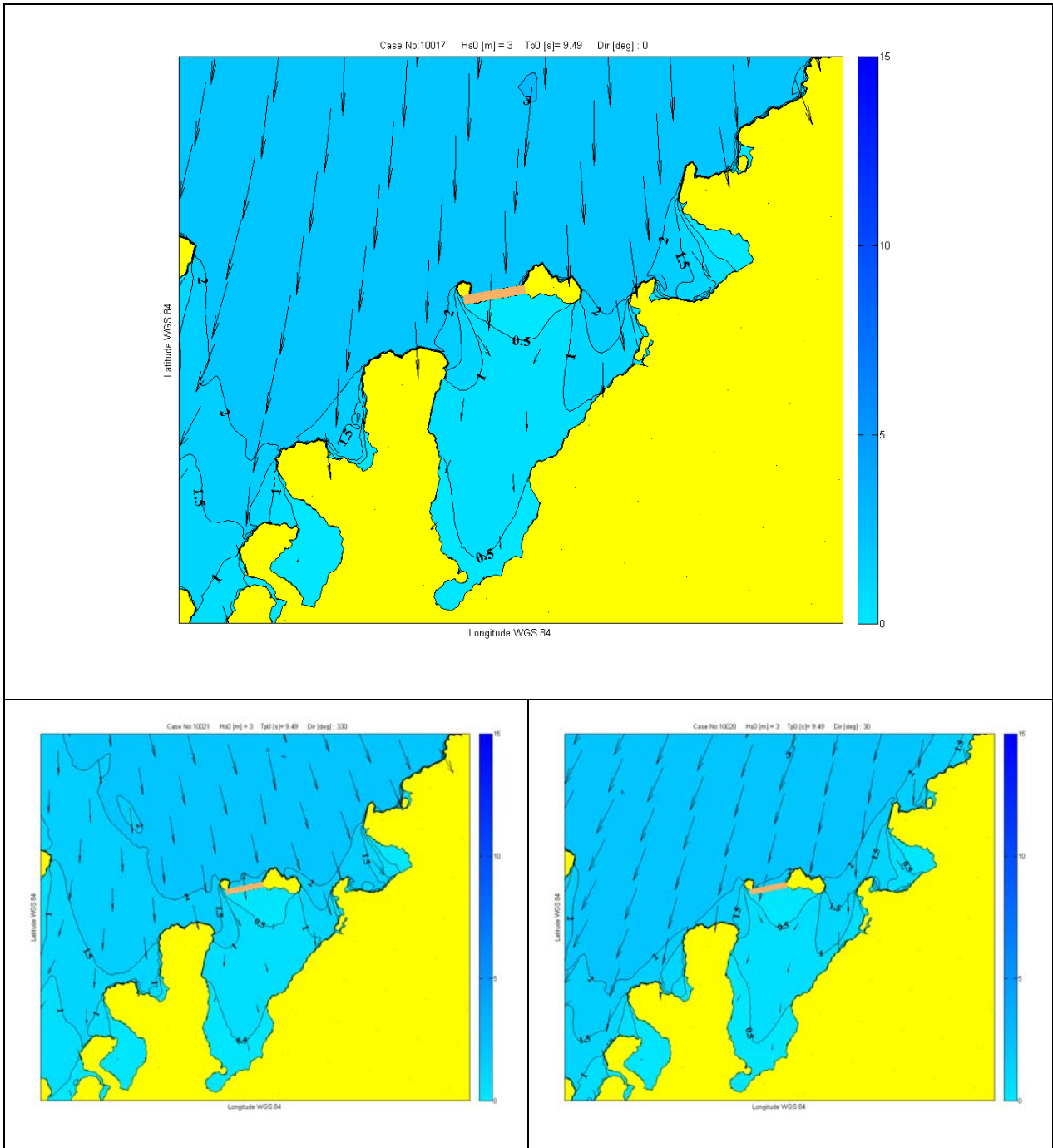
Ved å sammenholde resultat fra bølgeberegningen med data for havsjø gitt i Tabell 2.1 finner en at:

- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i rundt 3.6 % av tiden, dvs rundt 13 dager i året.

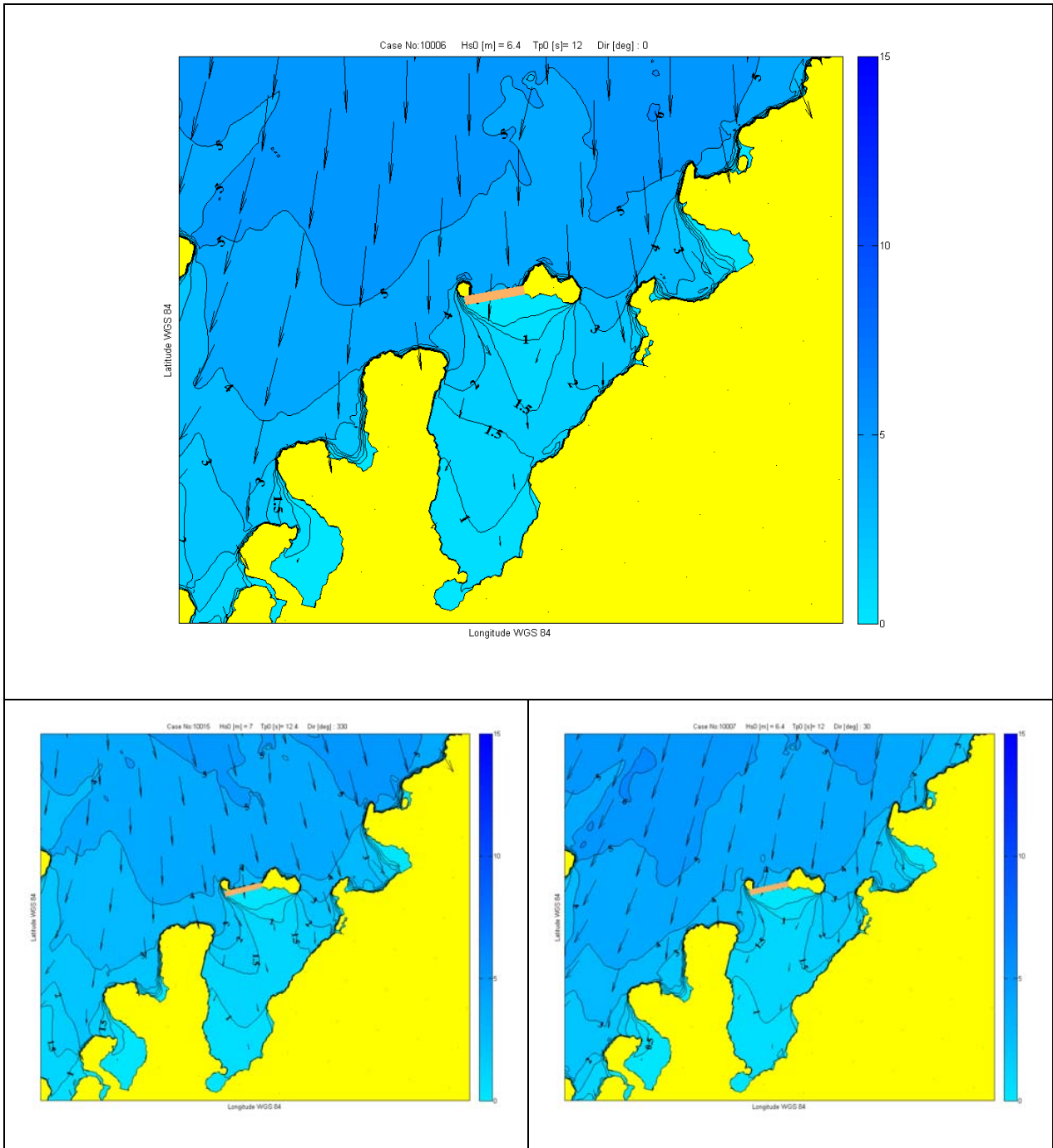
Dimensjonerende signifikant bølgehøyde (100-års returperiode) langs molo A er rundt 6.0 m.



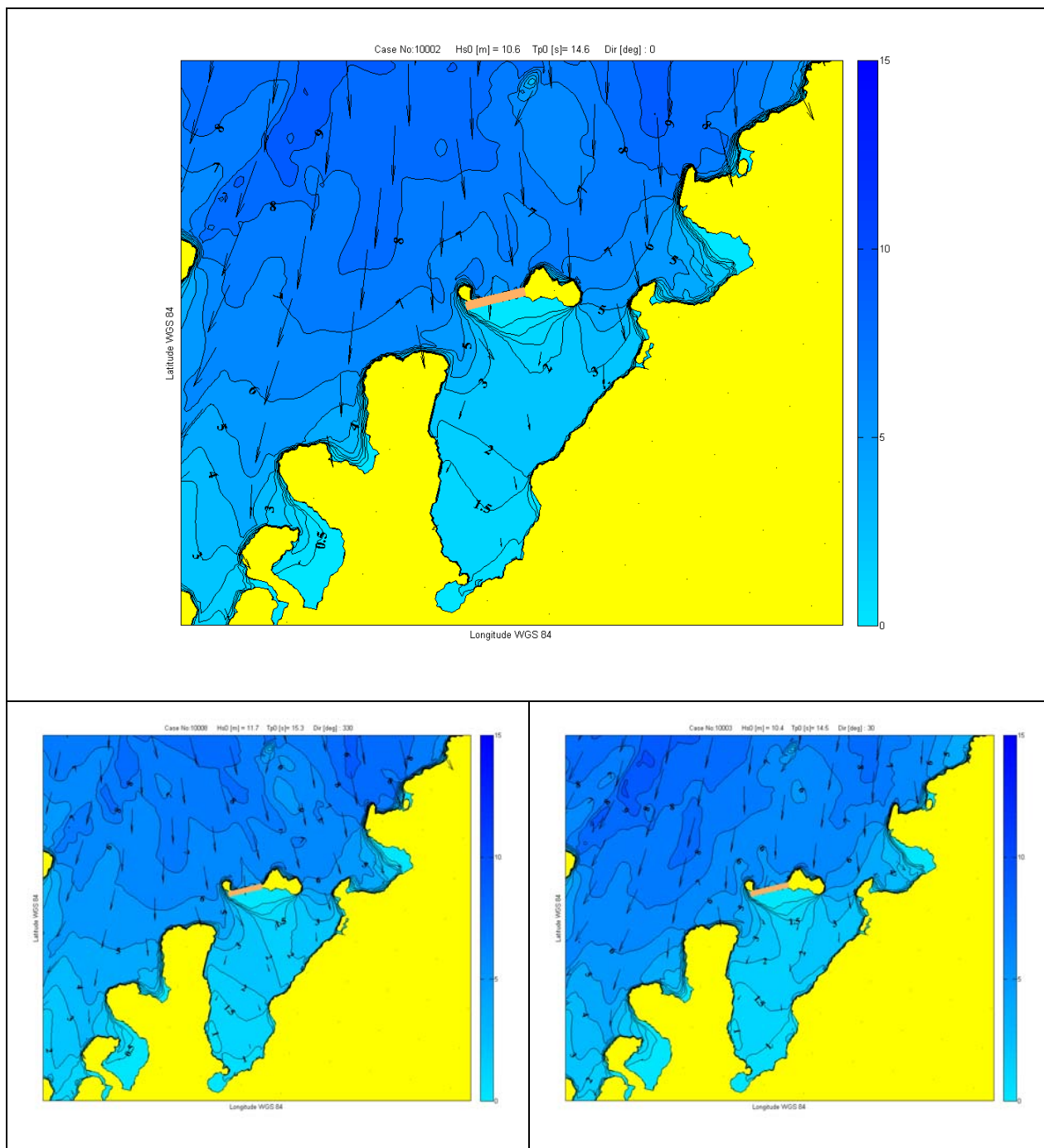
Figur 3.10 Moloalternativ B: Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølge-høyde lik 2 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.11 Moloalternativ B: Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølge-høyde lik 3 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.12 Moloalternativ B: Beregnet 1-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.13 Moloalternativ B: Beregnet 100-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



3.5. Moloalternativ A+B

Moloalternativ A + B består av en 700 m lang molo fra Vedvikneset til grunnområdet like sør av Vedvikskjæret med en 600 m lang forlengelse til Lille Kamøya, se Figur 1.3.

Beregningene av bølgehøyde er gjennomført for midlere høyyvann som er 2.5 m over sjøkartnull.

Figur 3.14 - Figur 3.17 viser beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med bølgehøyde lik 2 og 3 m samt 1 og 100-års bølgehøyde. Beregningene er gjennomført for dypvanns bølgeretning lik 330°, 0° og 30°.

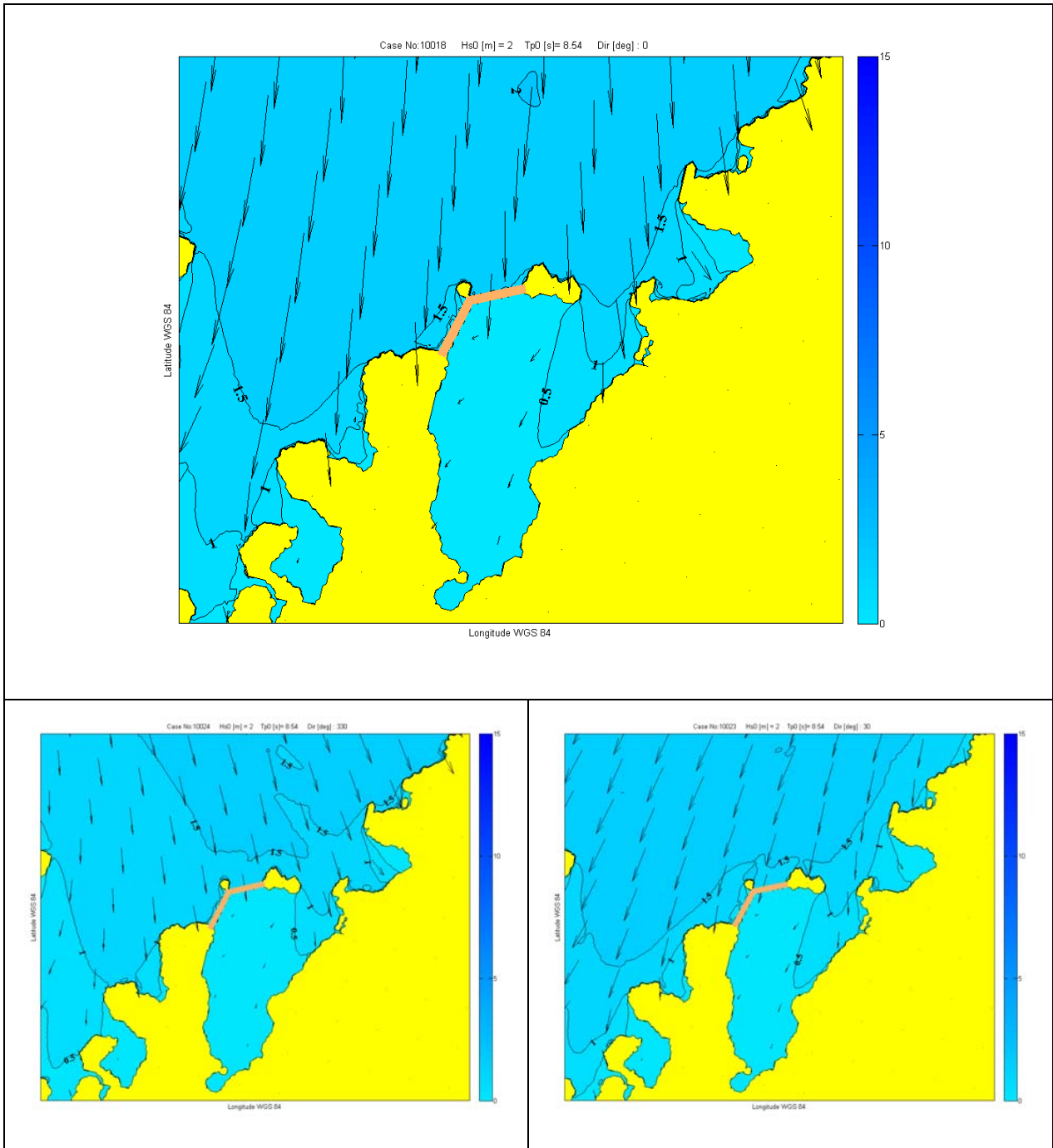
Beregningene viser at:

- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 20 % av bølgehøyden i eksisterende situasjon
- Bølgehøyden i kaiområdet er (ved bølger fra nord) rundt 10 % av bølgehøyden på havet utenfor

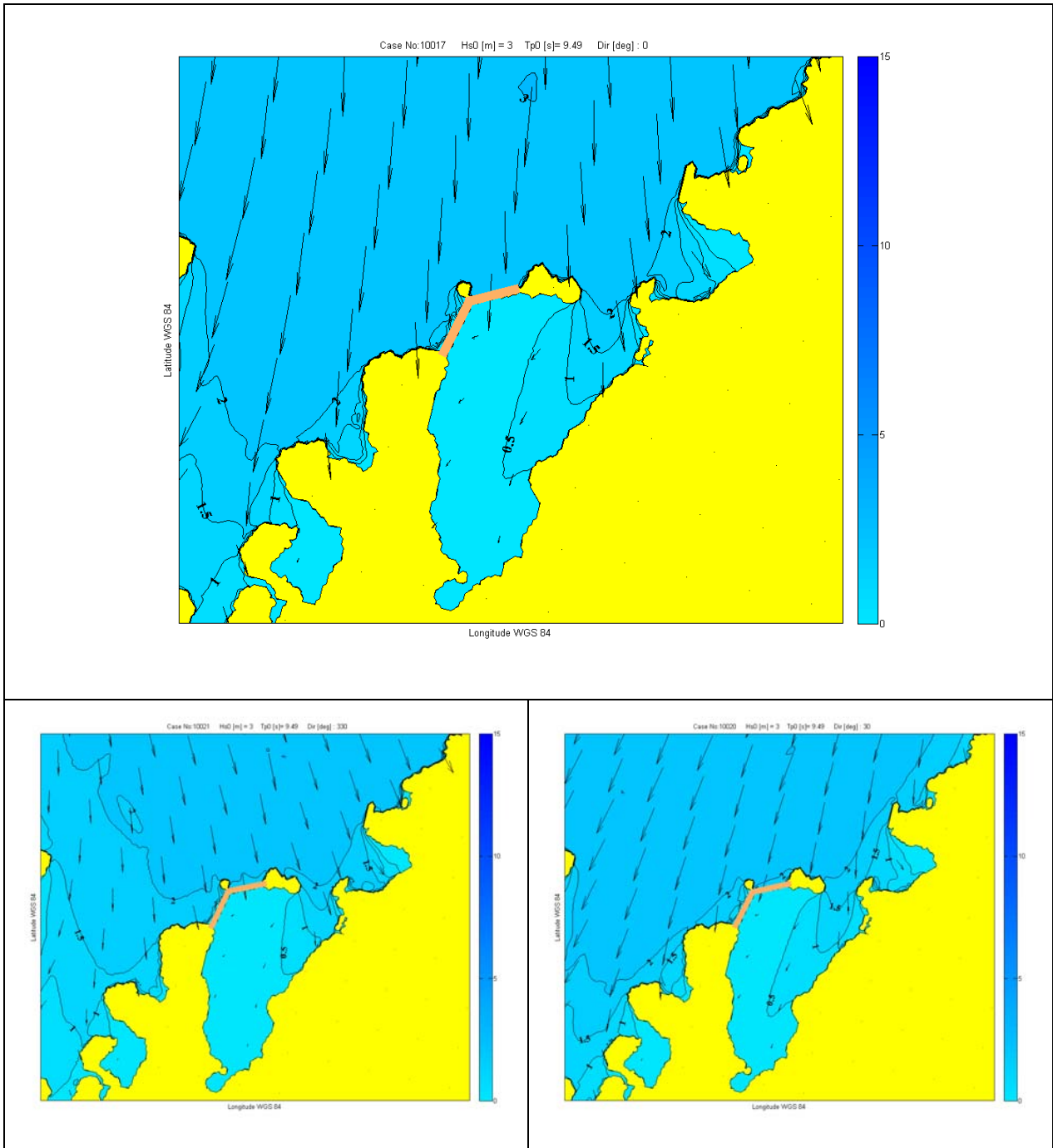
Ved å sammenholde resultat fra bølgeberegningen med data for havsjø gitt i Tabell 2.1 finner en at:

- Signifikant bølgehøyde i kaiområdet er større enn 1.0 m i mindre enn 0.01 % av tiden, dvs mindre enn 9 timer i året.

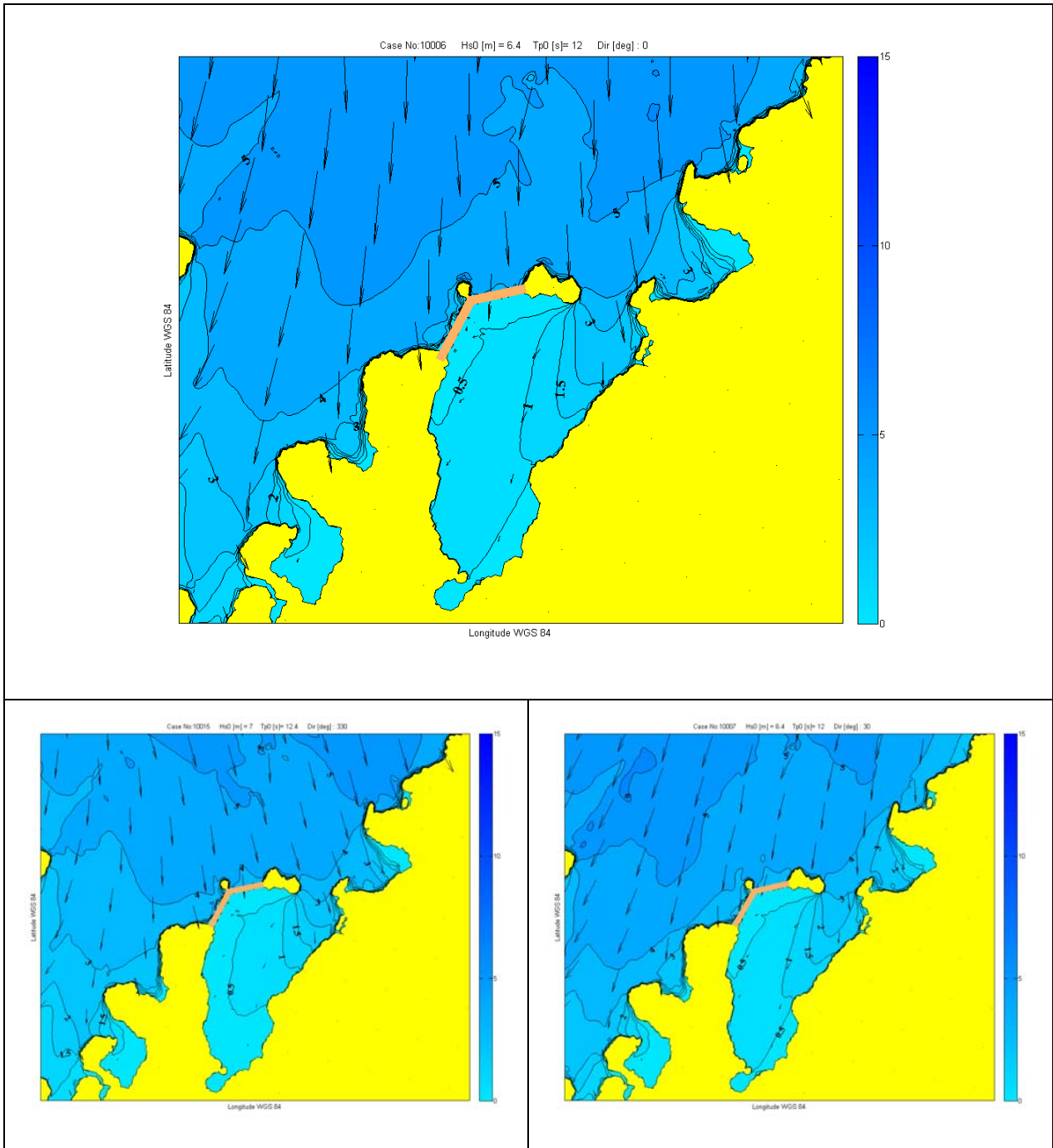
Dimensjonerende signifikant bølgehøyde (100-års returperiode) langs molo B er rundt 7.0 m.



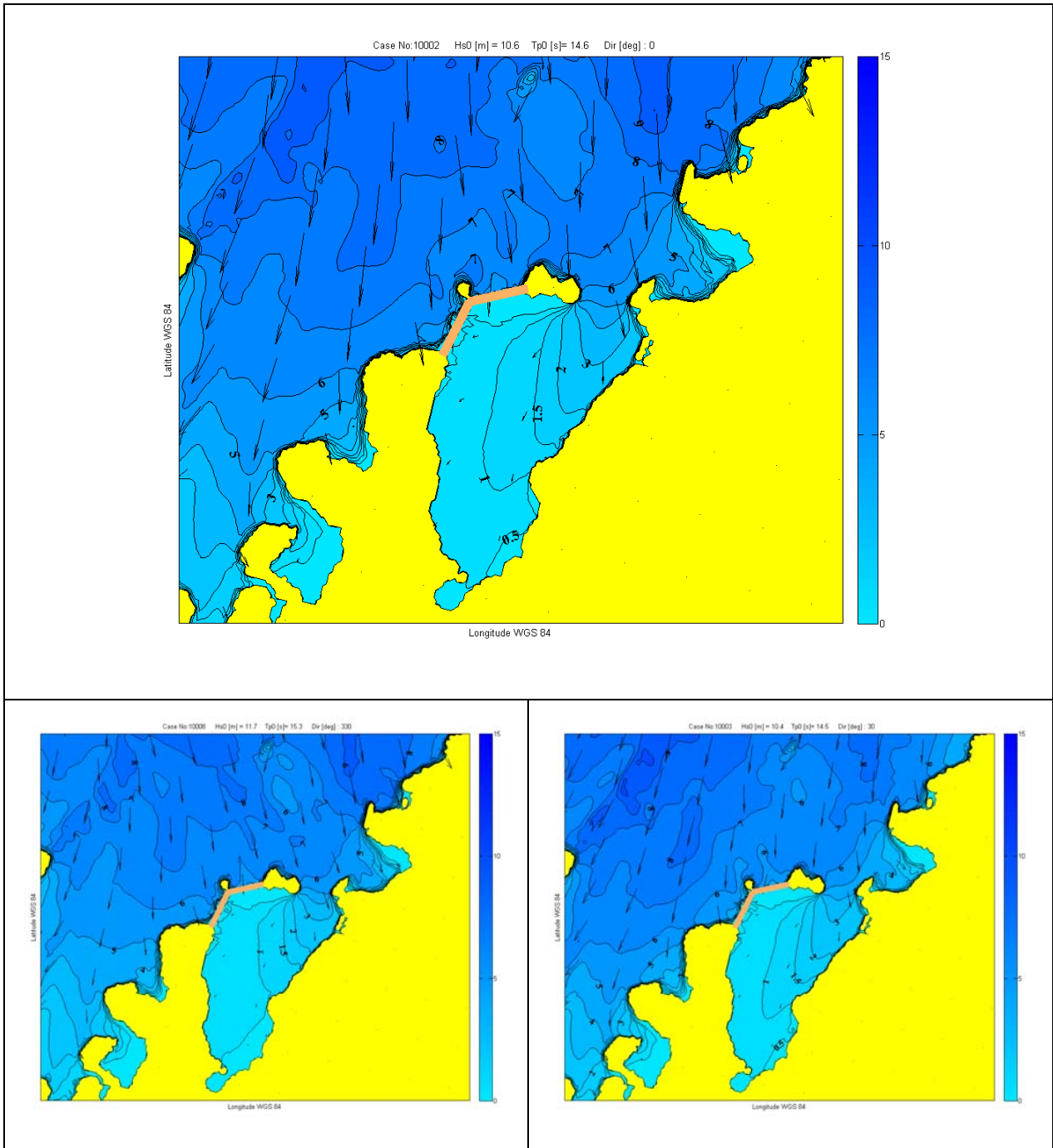
Figur 3.14 Moloalternativ A+B: Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølge-høyde lik 2 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.15 Moloalternativ A+B: Beregnet signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø med signifikant bølge-høyde lik 3 m for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.16 Moloalternativ A+B: Beregnet 1-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



Figur 3.17 Moloalternativ A+B: Beregnet 100-års signifikant bølgehøyde for innkommende havsjø ved Mehamn for bølger fra 330°, 0° og 30°.



4 Teori, metoder og program

4.1. Langtids bølgestatistikk

Langtids-fordelingen $F(h)$ av signifikant bølgehøyde er modellert ved en Weibull-fordeling:

$$F(h) = 1 - \exp\left\{-\left[\frac{h - \varepsilon}{\theta}\right]^\gamma\right\} \quad (4.1)$$

hvor:

| | |
|---------------|------------------------|
| h | Signifikant bølgehøyde |
| ε | Steds-parameter |
| θ | Skala-parameter |
| γ | Form-parameter |

Ekstremverdier, h_R , tilsvarende en returperiode, R , fines ved å invertere ligning (4.1) for en kumulativ fordeling $F = 1 - \tau/pR$, i.e.:

$$h_R = \varepsilon + \theta \cdot \left[-\ln\left(\frac{\tau}{pR}\right)\right]^{1/\gamma} \quad (4.2)$$

hvor

| | |
|--------|--|
| τ | Varighet av en hendelse (3 timer for signifikant bølgehøyde) |
| p | Sektor eller måneds-sansynlighet (1/12 for månedlig fordeling) |
| R | Returperiode |

Parametrene i langtids-fordelingen av signifikant bølgehøyde bestemmes ved moment-metoden, det vil si slik at middelvei, varians og skjevhet i Weibull-modellen blir lik tilsvarende statistiske moment i fordelingen av data. Ekstremverdiene av signifikant bølgehøyde bestemmes ved ekstrapolasjon av Weibull-modellen.

4.2. Bølgeberegning med STWAVE

Bølgebergningene er gjennomført ved bruk av programmet STWAVE Version 4.0 fra US Army Corps of Engineers Coastal & Hydraulics Laboratory [3]. Dette programmet beregner bølgeutbredelse fra dypt vann, der bølgeforholdene er kjent, og innover mot grunnere vann. Programmet modellerer ulike bølgefenomen som refraksjon, grunning, brytning, diffraksjon, bølge-bølge vekselvirkning og effekt av vind. STWAVE modellerer ikke bunnfriksjon og ikke refleksjon av bølger fra land.

Inndata til bølgeberegningene er gitt ved et bølgespekter på formen:

$$S(f, \theta) = S(f)D(\theta) \quad (4.3)$$

der $S(f)$ er frekvensspekteret og $D(\theta)$ retningsfordelingen definer slik at:

$$\int_0^{2\pi} D(\theta) d\theta = 1 \quad (4.4)$$

Frekvensspekteret er modellert som et JONSWAP-spekter:

$$S(f) = \frac{5}{16} H_s^2 T_p \left(\frac{f}{f_p} \right)^{-5} \exp \left\{ -\frac{5}{4} \left(\frac{f}{f_p} \right)^{-4} \right\} (1 - 0.287 \ln(\gamma)) \cdot \gamma^{\exp \left\{ -0.5 \left(\frac{f-f_p}{f_p \sigma} \right)^2 \right\}} \quad (4.5)$$

der H_s er signifikant bølgehøyde, T_p er pikperioden, $f_p = 1/T_p$, $\gamma = 2.0$ og

$$\sigma = \begin{cases} 0.07 & \text{for } f \leq f_p \\ 0.09 & \text{for } f > f_p \end{cases} \quad (4.6)$$

Retningsfordelingen $D(\theta)$ er valgt som en normalfordeling med standardavvik på 25° .



5 Referanser

- 1 Norge Digitalt().
URL: <http://159.162.103.4/norgedigitalt.no/?to=914>
- 2 Reistad, M, Breivik, Ø, Haakenstad, H, Aarnes, O J, Furevik, B R and Bidlot, J-R (2011), A high-resolution hindcast of wind and waves for the North Sea, Norwegian Sea, and the Barents Sea,
Journal of Geophysical Research, 116, C05019, doi: 10.1029/2010JC006402.
URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2010JC006402/supinfo>
- 3 Smith, J M, Sherlock, A R and Resio, D T (2010) STWAVE: Steady-state spectral wave model user's manual for STWAVE, Version 3.0, Coastal and Hydraulics Laboratory Report No. ERDC/CHL SR-01-1.
URL: <http://chl.erd.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=SOFTWARE;9>

== Slutt rapport