

## NOTAT

Oppdrag	<b>Nerdalen</b>	Dokumentkode	10242669-RIMT-NOT-001
Emne	Bølgeberegning for plastring	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Asplan Viak	Oppdragsleder	Silje Mordal
Kontaktperson	Tor Erling Vassrusten	Utarbeidet av	Abushet Simanesew
Kopi		Ansvarlig enhet	10235042 Marint Miljø og havbruk

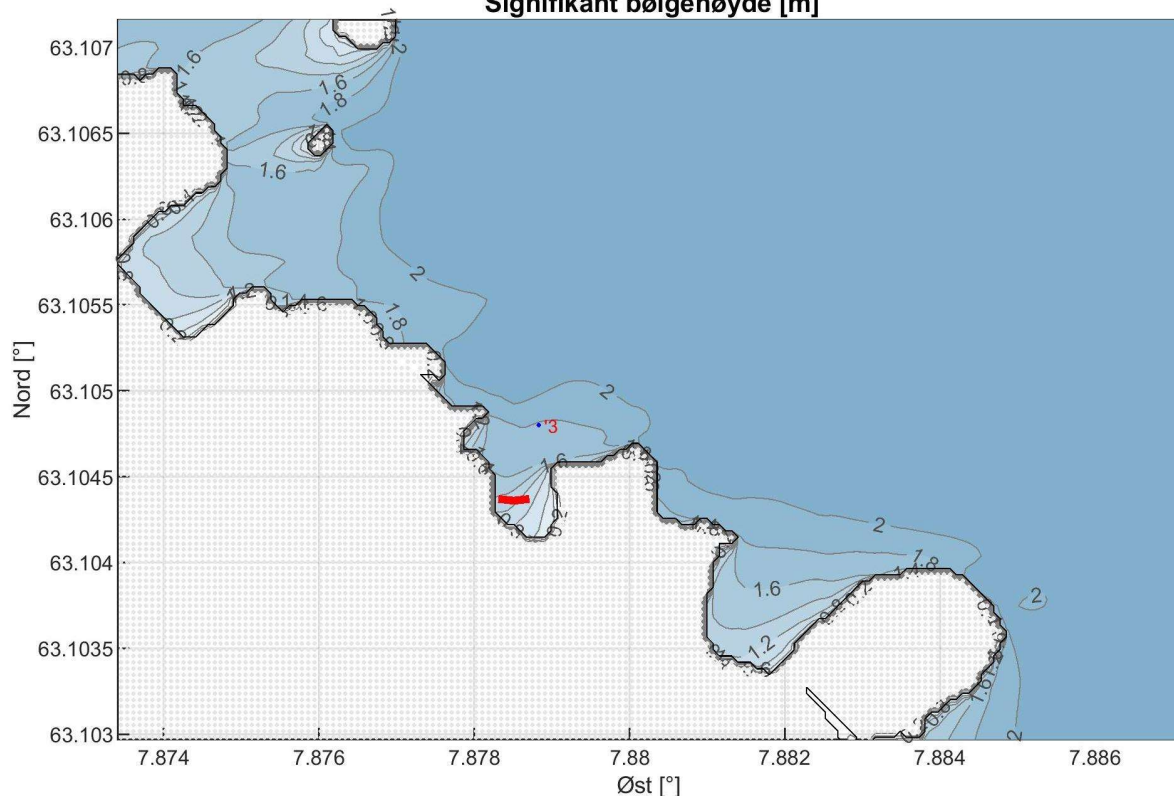
## SAMMENDRAG

I forbindelse med etablering av nytt renseanlegg i Nerdalen på Frei vurderes det å etablere plastring mot sjø. Dette notatet presenterer dimensjonerende bølgetilstand for plastring utenfor fyllingsområdet.

Resultatet viser at ekstrem kombinert bølgetilstand med 200 års gjentakintervall har en signifikant bølgehøyde på 1.8 m og en topperiode på 5.4 s. Bølgene vil treffe utfyllingsområdet med en retning fra nordøst.

Figuren under viser koter for signifikant bølgehøyde med 200 års gjentakintervall. Aktuell fyllingsfot er antydnet med rød linje.

**Bølgekart Nerdalen RP200**  
**Signifikant bølgehøyde [m]**



REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
00	22.02.2023	Bølgevurdering for prosjektering av plastring	Abushet Simanesew	Juni Vaardal-Lunde	Silje Mordal

## 1 Innledning

### 1.1 Begrep og forkortelser

<b>Gjentaksintervall</b>	Statistisk begrep som beskriver hyppigheten til en hendelse. 20 års gjentaksintervall vil f.eks. opptre i gjennomsnitt hvert 20 år, og ha en 5 % sannsynlighet for å opptre i løpet av et år. Også kalt returperiode.
<b>Hs</b>	Signifikant bølgehøyde – Gjennomsnittlig bølgehøyde [m] (bølgetopp til bølgebunn) for den høyeste tredjedelen av bølgene i en sjøtilstand.
<b>Tp</b>	Topperiode – Tid [s] mellom to bølgehøyder for de mest energirike bølgene i en sammensatt bølgetilstand.
<b>Sjøkartnull</b>	Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevanntabeller. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT).
<b>Vannstand/stille vann (SWL)</b>	Høyden av vannflaten på et bestemt sted på et gitt tidspunkt. For havet påvirkes vannstanden av tidevann og værrets virkning (vind, lufttrykk, mm).

### 1.2 Grunnlag

I forbindelse med etablering av nytt renseanlegg i Nerdalen på Frei vurderes det å etablere plastring mot sjø. Dette notatet presenterer dimensjonerende bølgetilstand utenfor fyllingsområdet. Figur 1 viser oversiktskart med en skisse av aktuell fyllingsfot.



Figur 1 Kart over nærområdet Nerdalen. Fyllingsfoten antydnet med rød linje (Kart fra kystinfo.no)

## 2 Metode

### 2.1 Beregningsmodell og modellinput

Bølgemodellen SWAN (SWAN, 2016) er benyttet for å beregne dimensjonerende bølgetilstand utenfor Nerdalen. Modellen er utviklet av Delft Technical University for å beregne utvikling og forplantning av bølger i kystområder. For mer detaljert modellinformasjon se Appendiks A.

Det er beregnet bølger i fire steg, der resultatene fra et steg er brukt som input til neste (se Figur 2). Oppløsningen øker fra steg til steg (fra 260 m til 115 m til 20 m til 4 m).

Bunndata brukt i bølgemodellen er hentet fra Kartverket (Kartverket 2019).

I bølgeberegningene er det benyttet stedvindhastigheter med 200 års gjentaksintervall fra 8 retningssektorer bestemt iht. NS-EN 1991-1-4 for Kristiansund kommune, med terrengkategori 1 for alle retningene. Stedvindhastigheter med 200 års gjentaksintervall er gitt i Tabell 1.

**Tabell 1:** Input vind (stedvind  $V_m$ ) brukt for bølgeberegningen med 200 års gjentaksintervall for Kristiansund kommune, bestemt iht. NS-EN 1991-1-4. Introdusert i modellsteg 2

200-års	Vindretning							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
$V_m$ [m/s]	30	30	23	23	34	38	38	30

Det er studert forplantning av offshore bølger inn mot lokaliteten. I beregninger med offshore bølger er det tatt utgangspunkt i bølgesituasjonen med 200 års gjentaksintervall langs randen av det største beregningsgridet, steg 1 (se Figur 2). Offshore bølgetilstand er utledet fra statistisk analyse av hindcastdata fra punkt 63.52° N, 6.97° Ø i modellen NORA10EI. Modellen har en oppløsning på omtrent 10 km og dekker tidsperioden 1979 - 2017 med 1 time oppløsning.

Offshore bølgetilstand med 200 års gjentaksintervall er gitt i Tabell 2 for 5 retninger.

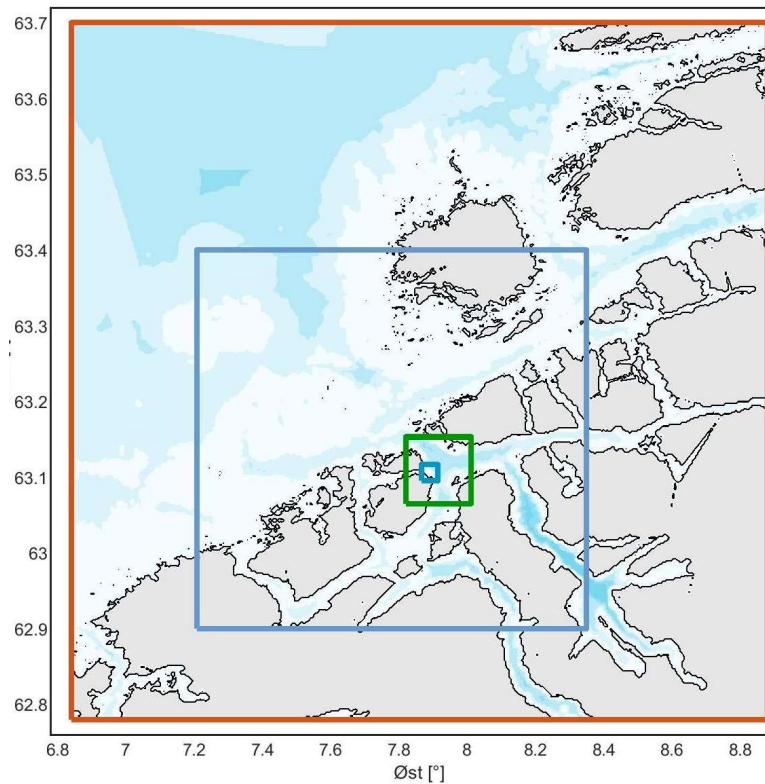
Beregningene er utført med påsatt vannstand i modellen på 4.03 m over sjøkartnull (Kartverket, 2022). Vannstanden tilsvarer 200 års gjentaksintervall med klimapåslag for Nerdalen. Kombinasjoner av vind fra nordøst (30°) og dønning fra 270°, 300° og 330° er undersøkt for å beregne opptredende kombinertbølger ved Nerdalen.

På grunn av manglende bunndata ved fyllingsfoten er bølger rapportert for punkt 63.1048° N 7.87883° E som ligger 50 m nord-nordøst for fyllingsfoten (se Figur 3). Beregningspunktet anses som konservativt.

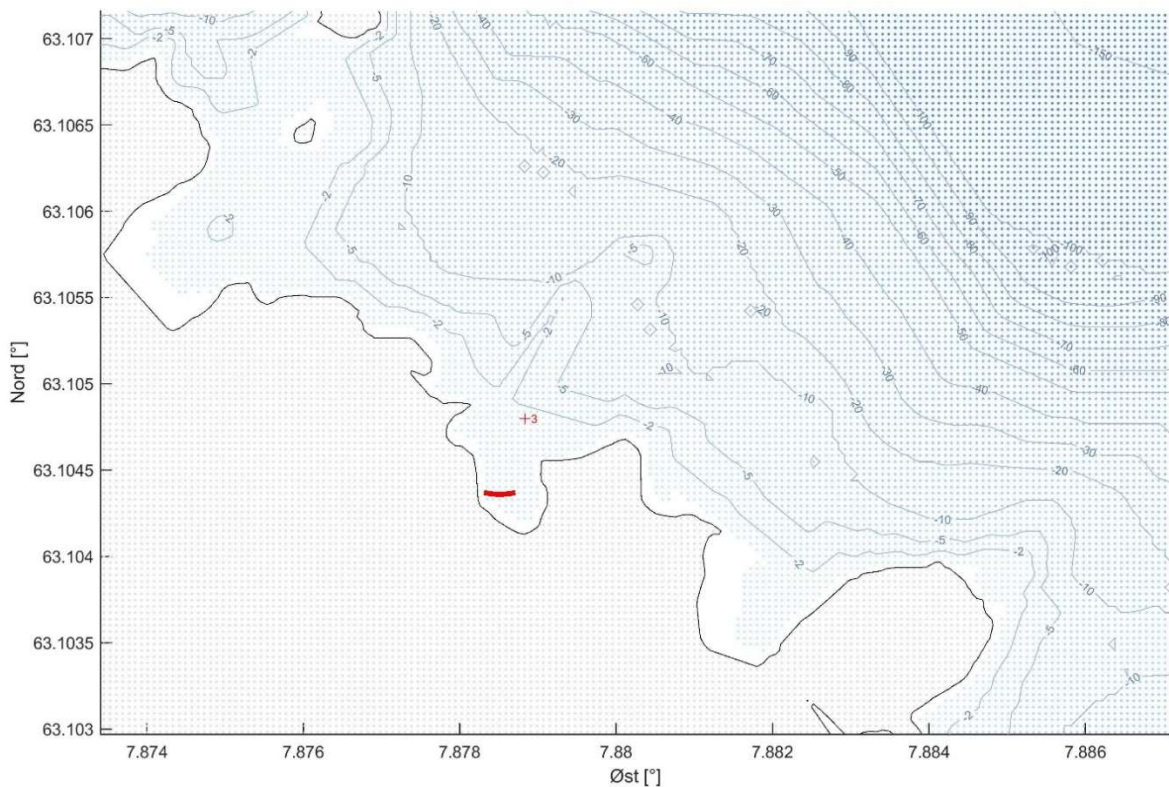
**Tabell 2:** Offshore bølgetilstand med 200 års gjentaksintervall ved bølgemodellens ytre grense (modellsteg 1). Utledet fra statistisk analyse av hindcastdata fra punkt 63.52° N, 6.97° Ø.

	Bølgeretning (fra)				
	0°	240°	270°	300°	330°
Hs [m]	13.6	19.5	18.1	13.9	13.6
$T_p$ [s]	16.0	20.0	19.0	17.0	16.0

## Bølgeberegning for plastring



Figur 2: Beregningsdomene for modellen. Rød ramme, blå ramme, grønn ramme og lyseblå ramme viser beregningssteg med økt oppløsning (fra 260 m til 115 m til 20 m til 4 m). Akser i geografiske koordinater



Figur 3: Bunntopografi for nærområde. Koter gitt i meter. Utfyllingsfoten er antydnet med rød linje. Plassering av outputpunktet for beregningsresultater er antydnet som +3

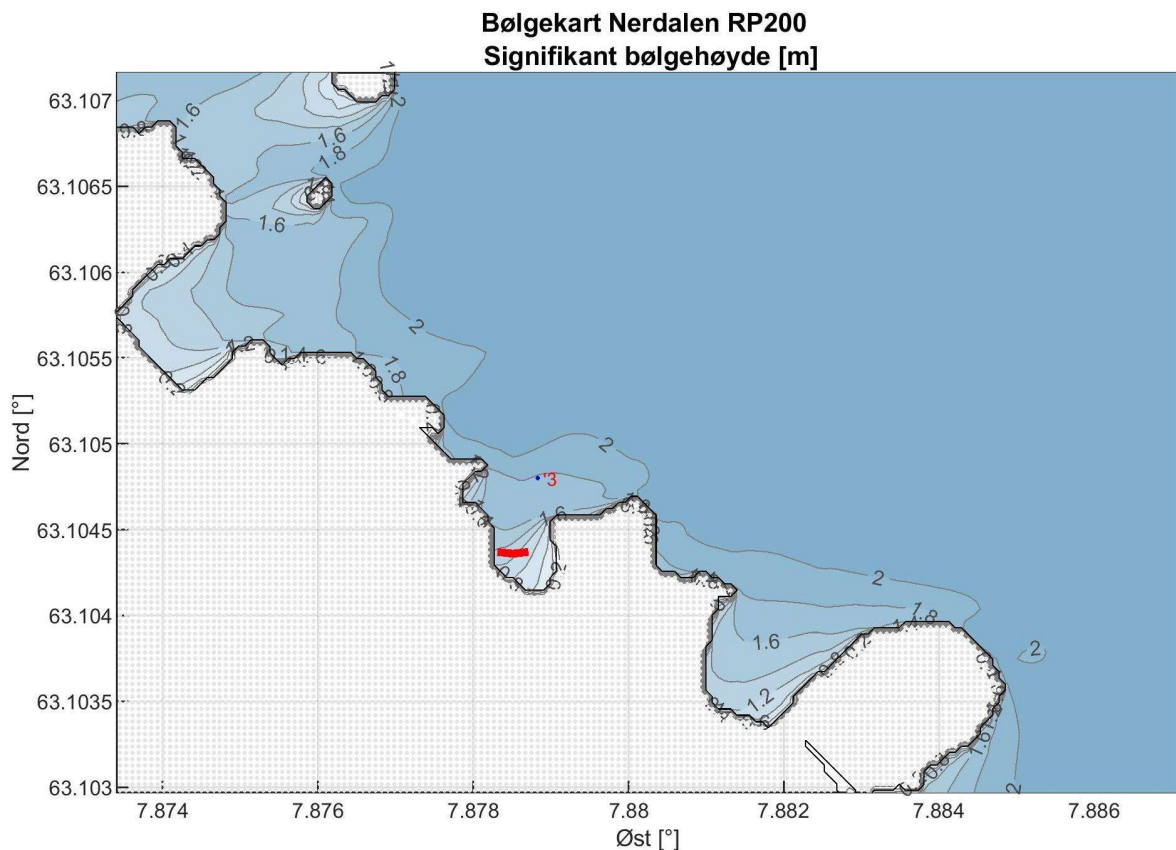
### 3 Resultater

Bølgetilstand med 200 års gjentaksintervall ved utfyllingsområdet ved Nerdalen er listet i Tabell 3. Den største bølgetilstanden oppstår ved vind fra nordøst kombinert med offshore dønning fra nordvest. Kombinert bølgetilstand med 200 års gjentaksintervall har signifikant bølgehøyde på 1.8 m og topperiode på 5.4 s. Bølgene treffer utfyllingen med en retning fra nordøst (58°). Legg merke til at resultatet er hentet fra et punkt i kartet som ligger 50 m nord-nordøst for fyllingsfoten grunnet manglende bunntopografi. Resultatet er derfor ansett som konservativt.

Figur 4 viser største kombinerte bølgetilstand med 200 års gjentaksintervall.

Tabell 3: Største kombinertbølge for 200 års gjentaksintervall

	Kombinertbølge
Hs [m]	1.8
Tp [s]	5.4
Retning av høyeste bølge [°]	58



Figur 4: Største kombinerte bølgetilstand med 200 års gjentaksintervall. Tabellresultater er hentet fra Punkt 3. Fyllingsfoten er antydnet med rød linje. Akser i geografiske koordinater. Kotene angir signifikant bølgehøyde

## 4 Referanser

Kartverket. (2019A). Sjøkart - Dybdedata.

Kartverket. (2022). *Kartverkets ressursnettsted om havnivå og vannstand*. Hentet fra <https://www.kartverket.no/sehavniva/>.

Kystinfo. (2022). *Karttejeneste fra Kystverket*. Hentet fra kystinfo: <https://kystinfo.no/>

Leenknecht, D. A., Sherlock, A. R., & Szuwalski, A. (1992). Automated Coastal Engineering System – Technical Reference, Chapter I: Windspeed Adjustment and Wave Growth. *Coastal Engineering Research Center, Department of the Army Waterways Experiment Station, Corps of Engineers*.

NORSOK N-003. (2007). *Actions and action effects*. NORSOK STANDARD.

NS-EN-1991-1-4:2005+NA. (2009). *Laster på konstruksjoner. Del 1-4. Almenne laster. Vindlaster*.

Smith, A., Resio, D., & Zundel, A. (1999). *Instruction Report CHL-99-1, STWAVE: Steady-State Spectral Wave Model. Report 1: User's Manual for STWAVE Version 2.0*. WES, U.S. Army Corps of Engineers.

SWAN. (2016). *Technical documentation – SWAN Cycle III version 41.01A*. Delft University of Technology.

## APPENDIKS A Bakgrunnsinformasjon om modellen

Modellen SWAN (SWAN, 2016) er benyttet for å beregne bølgetilstand ved lokaliteten. Modellen tar hensyn til mange bølgeprosesser, så som:

- Avbøyning pga dybdeendringer (refraksjon)
- Avbøyning pga landformasjoner (diffraksjon)
- Grunningseffekter og brytning
- Bølge-bølge-interaksjon

Modellen er en spektralmodell som beregner generering og forplantning av en bølgetilstand som består av flere bølgeperioder.

På grunn av at SWAN kjøres i stasjonær modus modifiseres vindhastigheten til en såkalt "strøkvind", dvs. den midlere vindhastigheten i tidsperioden fram til bølgefeltet blir stasjonært. Denne tidsperioden finnes ved å beregne den korteste tiden det tar for bølgefeltet til å bli strøkbegrenset (Leenknecht et al., 1992). Strøkvinden beregnes som middelvind over denne perioden i henhold til NORSOK N-003. For retninger med korte strøk, vil strøkvinden være midlet over kortere tid (f.eks. 10 minutt) enn for retninger med lange strøk (f.eks. 3 timer).

Strøkvinden er beregnet med utgangspunkt i 10 minutters middelvind i 10 m høyde og strøkgeometrien.

For å ikke overestimere vindbølgene for lange åpne strøk er vind først introdusert i modellsteg 2. Modellgridet i modellsteg 2 er valgt så avstanden på det lengste åpne strøket tilsvarer ca. 30 km. En strøklengde på 30 km tilsvarer en varighet på ca. 3 timer for 30 m/s vind.

Forplantning av dønning er beregnet ved å sette en bølgetilstand beskrevet med JONSWAP spekter på grensen av det største beregningsgridet med spredningsparameter og spisshetsparameter ifølge Smith et al (1999).