

NOTAT

OPPDRAAG	Finnvika, Svolvær	DOKUMENTKODE	10210049-01-RIMT-NOT-001
EMNE	Overskylling	TILJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Clemens Eiendom AS	OPPDRAAGSLEDER	Mariia Pihlainen
KONTAKTPERSON	Åsmund Rajala Strømnes	SAKSBEHANDLER	Håvard Falck
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10235042 Marint miljø og havbruk Nord

SAMMENDRAG

Det er beregnet overskylling langs fire profiler i forbindelse med planlegging av boligutbygging rundt Finnvika, Vågan kommune.

Det er funnet signifikante bølgehøyder med 200 års gjentaksintervall mellom 1.8 m og 4.1 m, med topperioder på 16 - 17 s.

Beregnet overskyllingsrate viser at det er begrenset fare for overskylling langs profilene 1 til 3 med dagens plan for utbygging, men overskylling må tas hensyn til i valg av byggehøyde og plassering. Overskylling langs profil 4 er funnet å være større, dersom det planlegges bebyggelse under kote +12 i dette området bør det vurderes utvidet studie eller tiltak i videre planlegging.

Det er i tillegg planlagt å etablere en småbåthavn i Tjeldbergvika. Bølgesimuleringene viser at området er utsatt for store bølger med lokal bølgeretning fra sørøst. Hvilke undersøkelser som bør gjøres i forbindelse med planlegging av småbåthavn er listet opp.

00	16.05.2019	Overskyllingsvurdering	HF	JB	MHP
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Overskylling

1 Innledning

I forbindelse med utredning av boligområde omkring Finnvika, Vågan kommune er Multiconsult Norge AS engasjert for å undersøke overskylling i strandsonen. Det er til sammen undersøkt overskylling langs fire profiler i terrenget i området rundt Finnvika. De fire profilene er Tjeldbergvika (Profil 1), Finnvika (Profil 2), Sørvika (Profil 3) og Sørvika nord (Profil 4), se også Figur 1. Laveste nivå med planlagt utbygging er mellom kote +5 og +10.



Figur 1: Oversiktskart over området omkring Finnvika. Profilene overskyllingsratene er beregnet for er inntegnet med røde linjer og navngitt.

2 Metode og grunnlag

2.1 Sikkerhetsklasser

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) gir råd om hvordan tall for havnivåstigning og stormflo skal brukes i kommunens planarbeid. Ved fastsettelse av vannstands nivå for stormflo og samtidig påkjennelse fra bølger må man ta hensyn til aktuelle sikkerhetsklasser definert i TEK17. Sikkerhetsklassene er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser, TEK17.

Sikkerhetsklasse	Konsekvens av oversvømmelse	Eksempler på byggverk	Gjentaksintervall
F1	Liten	Bygninger med lite personopphold, f. eks. garasje og lagerbygning	20 år
F2	Middels	Omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold, f. eks. bolig, fritidsbolig, campinghytte, kontorbygning, industribygg	200 år
F3	Stor	Omfatter bygg for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelser kan gi forurensing, f. eks. sykehjem, bygg med beredskapsmessig betydning, anlegg for avfallsdeponi	1000 år

2.2 Vannstand

Verdiene for anbefalt vannstands nivå for planlegging av tiltak nært sjø er hentet fra Kartverkets nettside om vannstands nivå (sehavniva.no). Oppgitte havnivå er hentet for punktet Tjeldbergvika og er representativt for Tjeldbergvika, Finnvika og Sørsvika, Vågan kommune, Nordland.

Ekstrem vannstand med 20 års og 200 års gjentaksintervall for Tjeldbergvika i dag er henholdsvis 2.34 m og 2.60 m (NN2000). Klimapåslaget fram mot perioden mellom 2081 og 2100 er på 0.71 m. Til boligformål benyttes sikkerhetsklasse F2 med klimapåslag, og det er denne vannstanden (NN2000 + 3.31) som er benyttet til beregning av bølger og overskylling. Tabell 2 viser vannstands nivå for de forskjellige sikkerhetsklassene (TEK17).

Tabell 2: Vannstand ved Tjeldbergvika i dag og med fremskrevet havnivåstigning i 2100

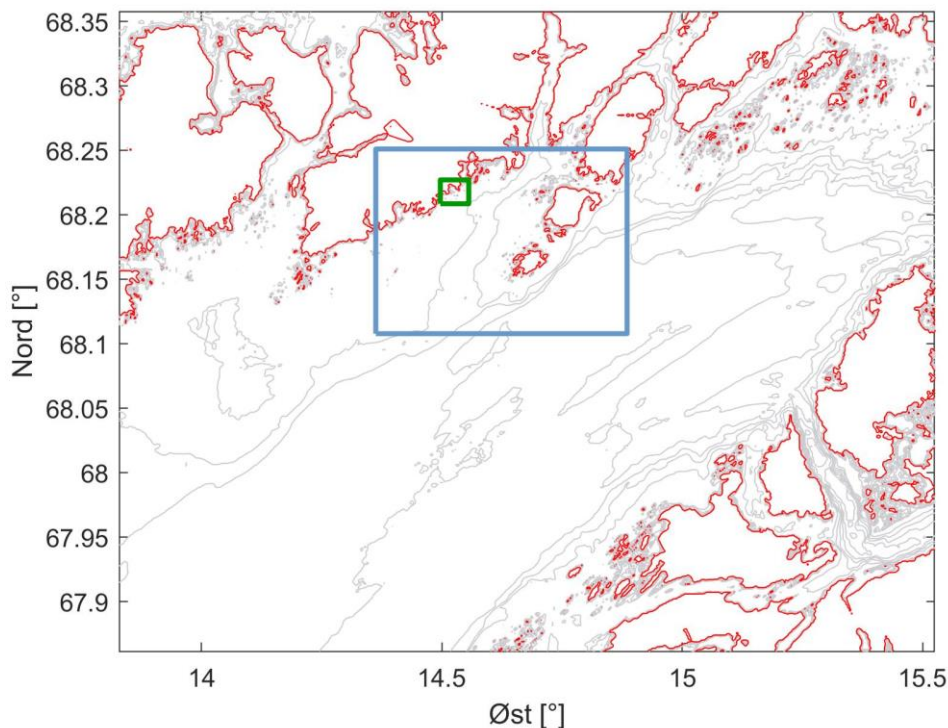
Sikkerhetsklasser TEK17	I dag (m rel. NN2000)	Med klimapåslag (m rel. NN2000)
F1	2.34	3.05
F2	2.60	3.31
F3	2.76	3.47

2.3 Bølgetilstand

Ekstrem bølgetilstand ved Finnvika med 200 års gjentaksintervall er simulert med bølgemodellen SWAN (Simulating Waves Nearshore). SWAN er en tredje generasjons bølgemodell for estimering av bølgeforhold i kystsonen (SWAN 2015). For mer informasjon om bølgemodellen, se Tillegg A. Både vindgenererte bølger fra seks retninger, innkommende havbølger mot kysten fra tre retninger og relevante kombinasjoner av disse er simulert. Modelldomenet er vist i Figur 2.

Overskylling

Inndata for vind til bølgeberegningene er basert på metode for fastsettelse av ekstremvind som beskrevet i NE-EN 1991-1-4 og gitt i Tabell 3. Inndata til innkommende havbølger er vist i Tabell 4 (for datakilde se Tillegg A).



Figur 2: Bildet som viser modelldomenet brukt til bølgeberegningene.

Tabell 3: Vindhastighet og retning brukt til simulering av vindbølger ved Finnvika. Retning beskriver hvor vinden kommer fra. Vindhastighet med 200 års returperiode for forskjellige retningssektorer er vist i nederste rad.

	Vindretning (fra)					
	45°	90°	135°	180°	225°	270°
Vindhastighet [m/s]	33	33	37	36	40	40

Tabell 4: Bølgeretning, signifikant bølgehøyde H_s og toppperiode T_p på innkommende havbølger mot kysten omkring Finnvika. Retningen beskriver hvor havbølgene kommer fra.

	Bølgeretning (fra)		
	190°	215°	240°
H_s [m]	6.0	13.1	13.8
T_p [s]	9.2	16.7	19.1

Overskylling

2.4 Overskylling

Det er utført en forenklet estimering av overskylling inn mot planlagt bebyggelse. Overskylling angir vannmengde som skyller over overkant av profilene. Beregningen skal gi en første indikasjon på effekten av overskylling ved Finnvika.

Inndata til overskyllingsberegningen er oppgitt i Tabell 5

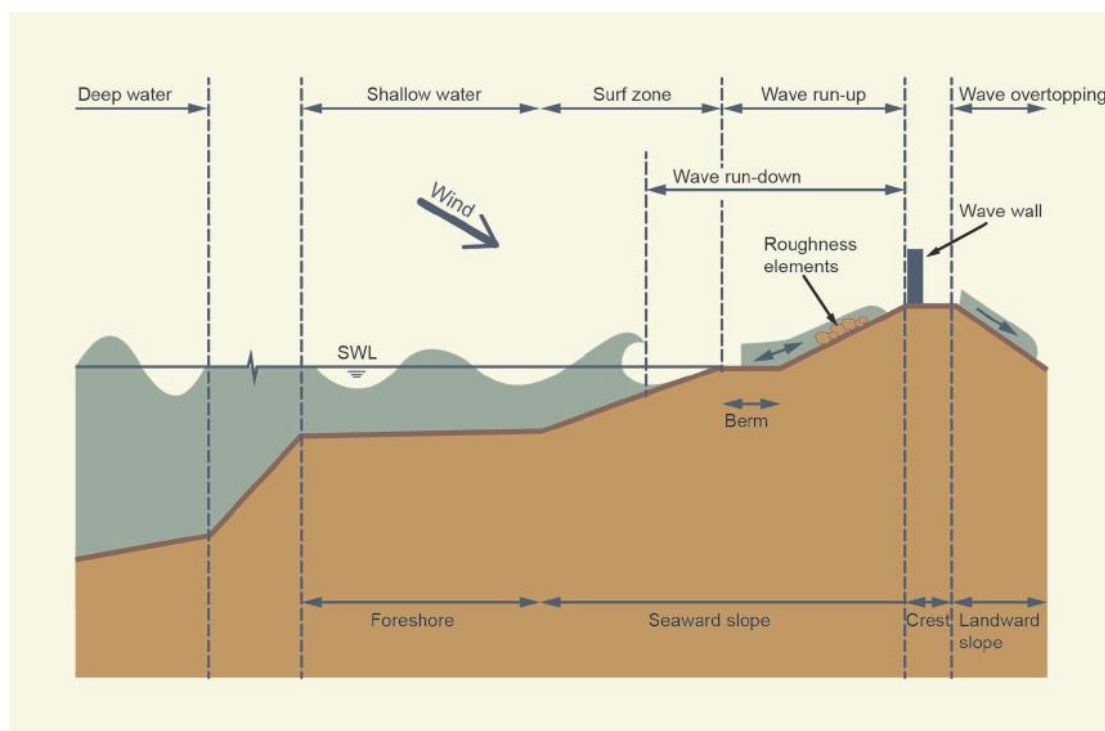
Beregningene er gjort langs de fire profilene vist i Figur 1. Overskylling er beregnet ved bruk av empiriske ligninger fra EurOtop (2018), som gjelder fyllinger eller diker med enkle profiler med jevn helning og ruhet. Ligningene for dimensjonering («Design Approach») er brukt.

Helningene er basert på land- og sjøkart fra Statens Kartverk (se Figur 1).

Se Figur 3 for skjematisk fremstilling av overskylling.

Tabell 5: Inndata til overskyllingsberegningene

	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
Vinkel på overskyllingsprofil (°)	197	205	87	79
Helning på profil (høyde/lengde)	1:6.7	1:17.5	1:7.0	1:3.2
Ruhet	0.9	0.9	0.9	0.9



Figur 3: Skjematisk fremstilling av overskyllingsmodellen.

Overskylling

3 Resultat

3.1 Bølger

Resultatene fra bølgesimulering som er brukt til beregning av overskylling er vist i Tabell 6. Resultatene er beregnet i kombinasjon av innkommende bølger fra havet og lokalt genererte vindbølger. Største bølger oppstår ved vind og dønning fra sør-sørvest.

Tabell 6: Resultatene fra bølgesimuleringen som er brukt som inndata til overskyllingsberegning

	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
Hs (m)	1.8	2.6	4.1	3.9
Tp (s)	16.7	16.7	16.6	16.5
Retning (° fra)	144	173	137	173
Tmm10 (s)	10.0	11.7	12.4	11.7

3.2 Overskylling

Etter EuroTop (2018) er skadepotensialet avhengig av gjennomsnittlig overskyllingsrate og bølgehøyde. Bølgehøyden påvirker den maksimale overskyllingen en enkelt bølge kan føre til. Store bølger har et større skadepotensial. EurOtop (2018) anbefaler en grov inndeling der store bølger klassifiseres som bølger med signifikant bølgehøyder større enn 3-5 m. Forholdene ved Profil 3 og 4 faller inn under denne kategorien.

For bygninger som står nært overkanten av profilen, angir EurOtop (2018) en grenseverdi for gjennomsnittlig overskylling mot bygning på 1 liter/sekund/løpemeter før spesielle tiltak bør iverksettes. Videre angis grenseverdi for maksimal overskyllingsvolum fra en enkelt bølge på 1000 liter/løpemeter.

Mengden overskylling som til slutt kan aksepteres avhenger av:

- Avstand fra overkant av profilen til bygning
- Dreneringsegenskaper av arealet mellom vannkanten og bygning
- Bygningens sårbarhet for overskylling
- Planlagt bruk av arealet mellom bygning og vannkanten.

Tabell 7 **Error! Reference source not found.** viser overskyllingsrate i liter per sekund per meter (l/s/m) for hver av de fire profilene for forskjellige høyder relativ til NN2000. Overskyllingsraten er gitt i overkant av profilen. Med økende avstand fra kanten vil overskyllingsraten avta.

Langs profil 1 Tjeldbergvika er overskyllingsraten beregnet til 0.3 l/s/m ved kote +6. Langs profil 2 i Finnvika er overskyllingsraten beregnet til 0.2 l/s/m ved kote +5. Profil 3 i Sørvika har beregnet overskyllingsrate på 0.5 l/s/m ved kote +8 og profil 4 nord for Sørvika har beregnet overskyllingsrate 0.5 l/s/m ved kote +12.

Den største faren for overskylling er funnet langs profil 4 nord for Sørvika. Området har komplisert geometri som overskyllingsmodellen brukt i denne beregningen bare delvis tar høyde for. Dersom det planlegges bebyggelse under kote +12 i dette området bør tiltak og eventuelt utvidet studie av lokal overskylling vurderes nøye. Utvidet arbeid med dette kan gjøres med en CFD-analyse som tar hensyn til lokal, kompleks topografi.

For profilene 1 og 3 er overskyllingsraten beregnet til omtrent 1 l/s/m mellom kote +5 og +8. Overskylling må tas hensyn til ved planlegging av bebyggelse.

Overskylling

Estimerte overskyllingsrater er sterkt avhengig av utformingen av vannkanten. Dersom endringer av terrenget planlegges må overskylling vurderes på nytt.

Forhold som reduserer risiko forbundet med overskylling:

- Øke byggehøyde
- Økende avstand fra profilkant til bygning gir redusert overskylling på bygning
- Økende bredde på en eventuell krone/ fyllingstopp av grov plastringsstein gir raskt avtakende overskylling innover kronen / fyllingstoppen
- Konstruksjonselementer mellom bygningsvegg og fyllingskant som bremser overskylling.
- Bygningstekniske tiltak for å motstå overskylling

Tabell 7: Estimerte overskyllingsrater over toppen av profilen for 4 profiler ved Finnvika. Høyder er relative til NN2000. Overskyllingsrater lavere enn 1 l/s/m er farget med grønt

		Høyde (m rel. NN2000)						
		4	5	6	7	8	10	12
Overskylling (l/s/m)	Profil 1	34.6	4.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profil 2	8.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Profil 3	49.1	19.5	6.4	1.8	0.5	0.0	0.0
	Profil 4	87.8	56.5	33.3	18.4	9.7	2.4	0.5

4 Etablering av småbåthavn

Det er i tillegg planlagt å etablere en småbåthavn i Tjeldbergvika (se Figur 4). Bølgesimuleringene gjennomført i forbindelse med beregning av overskylling viser at Tjeldbergvika er utsatt for store bølger. Spesielt vær fra sørøst til sørvest er ventet å gi store bølger. Bølgene får en lokal retning inn til Tjeldbergvika fra sørøst.

Før igangsettelse med prosjektering av småbåthavna bør det gjøres grundige forundersøkelser. Dette er for å bekrefte at det er forsvarlig å etablere havna, både fysisk og økonomisk.



Figur 4: Skisse av planlagt småbåthavn i Tjeldbergvika

Følgende momenter bør undersøkes:

1. Operasjonelle bølgeforhold

I dette notatet er det beregnet ekstreme bølger med 200 års gjentakintervall. For å vurdere hvor mye av tiden havna vil kunne brukes og hvordan bruken vil oppleves, bør det undersøkes hyppigheten av forskjellige bølgetilstander.

2. Vurdering av havneplassering og skjermingsmuligheter

Tjeldbergvika ser ut til å være utsatt for store bølger. Dersom studien av operasjonelle bølgeforhold bekrefter dette, bør flytting av småbåthavna til en mer skjermet lokalitet vurderes. Urstabbvika kan være et mer skjermet alternativ.

Eventuelt bør skjermingsmuligheter som en molo eller bølgebryter utredes. Igjenfylling av alle sundene mellom øyene like sør for Urstabbvika er nevnt som et mulig tiltak. Dette kan være med på å dempe bølgene noe, spesielt ved bølger fra sørvest. For bølger fra sørøst er dette tiltaket ventet å gi liten effekt. Det er store innkommende bølger ved vind og dønning både fra sørvest og sørøst i de nåværende bølgesimuleringene. Største vindbølge i Tjeldbergvika oppstår ved vind fra sørøst med 200 års gjentakintervall har en signifikant bølgehøyde på 1.2 m. Hoveddelen av bølgeenergien har retning fra sørøst inn til Tjeldbergvika som indikerer at igjenfylling mellom øyene har liten effekt.

Overskylling

3. Havneeffekter

Dersom en molo planlegges, som lukker Tjeldbergvika/Urstabbvika ytterligere, bør det vurderes om havneeffekter (f.eks. havneresonans) kan oppstå.

4.1 **Prisoverslag molo**

Som nevnt ovenfor forventes det at det må lages to moloer for å få tilfredsstillende bølgeforhold for småbåthavnen i Tjeldbergvika. Det er gjort ett grovt overslag av kalkylepriser på molo samt nødvendige undersøkelser. Høyder og volum er beregnet ut ifra Norgeskart. Vedlagte forslag er bare en prinsippskisse, eksakt plassering og utforming må detaljeres. Tilgang på stein vil være svært avgjørende for prisen (50 kr opp eller ned i kubikkpris utgjør 8 millioner). Prisen for stein forventes å ligge mellom 150-250 kr/m³ mens prisen for plastringsstein forventes å ligge mellom 800-1.600kr/m². Mengder vil også kunne endres ved nærmere undersøkelser og optimal plassering av molo.

Geo-fag

Geotekniske grunnundersøkelser	300.000,-
Geoteknisk prosjektering	130.000,-
Miljøgeologiske grunnundersøkelser	120.000,-
Søknad til Fylkesmann	50.000,-
SUM Geo-fag	600.000,-

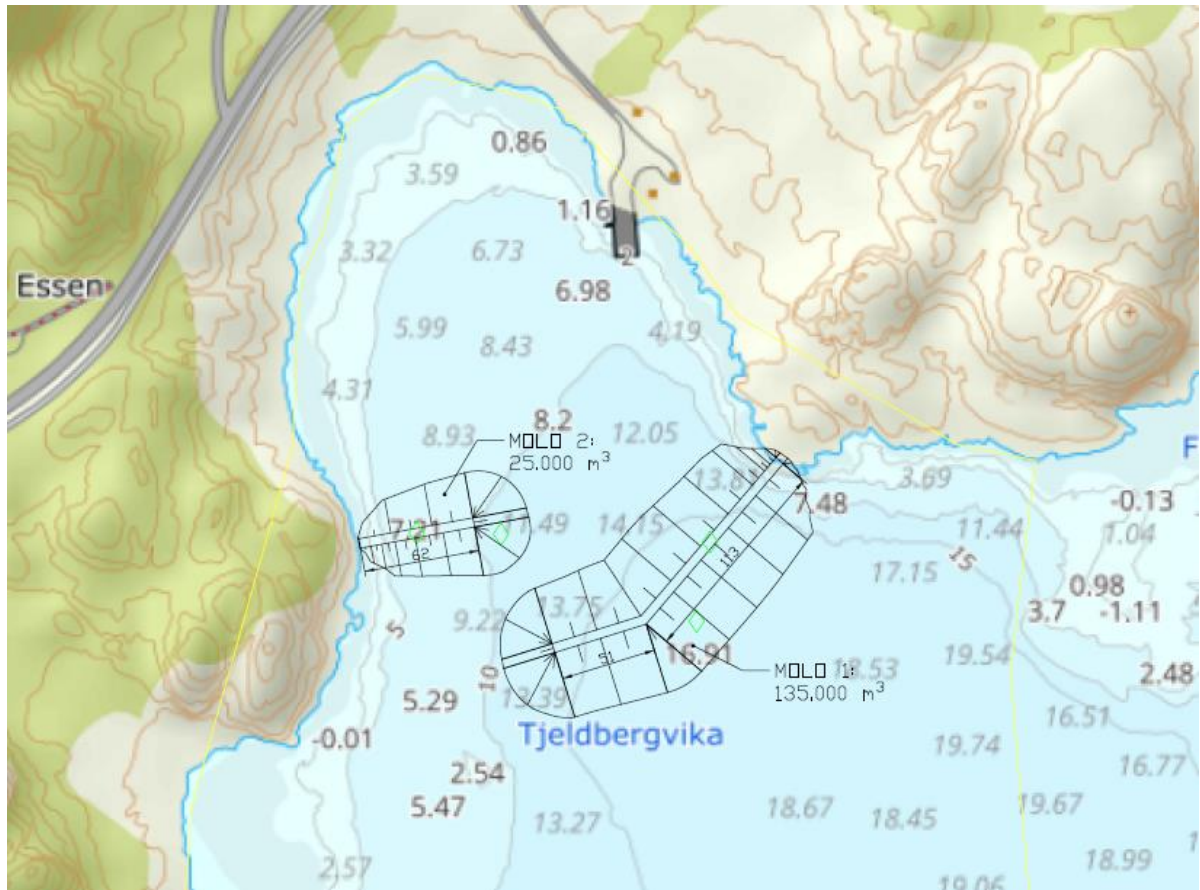
Administrasjon

Ansvarlig søker	50.000,-
Prosjektledelse/forprosjekt	85.000,-

SUM Administrasjon**135.000,-****Molo**

Stein	160.000m ³ · 200 kr/m ³	32.000.000,-
Plastringsstein	3.800m ² · 1200 kr/m ²	4.560.000,-
SUM Molo		36.560.000,-

Overskylling



Figur 5 Skisse av to moloer utenfor Tjeldbergvika

5 Referanser

DNV-RP-C205 (2010): Recommended Practice DNV-RP-C205 - Environmental conditions and environmental loads, Det Norske Veritas, 2010

EurOtop (2018): Manual on wave overtopping of sea defenses and related structures. www.overtopping-manual.com

Kartverket (2007): Dybdegrunnlag fra Statens kartverk sjø. Gjengitt med tillatelse 571/07

Leenknecht et al. (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

Mathisen og Bitner-Gregersen (1990): Joint distributions for significant wave height and wave zero-up-crossing period, Applied Ocean Research, 1990, Vol. 12, No.2

MC (2015): Estimering av ekstremverdier av offshore bølgetilstand. Multiconsult, Internt notat,4042-NOT-RIMT-150807

NORSOK N-003 (2007): Actions and action effects (Edition 2, September 2007), Standard

NS-EN 1991-1-4:2005/NA:2009 Laster på konstruksjoner. Del 1-4- Almenne laster. Vindlaster

Reistad, Magnar, Øyvind Breivik, Hilde Haakenstad, Ole Johan Aarnes, Birgitte R. Furevik, and Jean-Raymond Bidlot. 2011. 'A High-Resolution Hindcast of Wind and Waves for the North Sea, the Norwegian Sea, and the Barents Sea'. Journal of Geophysical Research 116 (C5). doi:10.1029/2010JC006402.

SWAN (2015): Technical documentation – SWAN Cycle III version 41.01A, Delft University of Technology

TEK17: Byggteknisk forskrift, Direktoratet for byggkvalitet

Tillegg A Bølgemodellen SWAN

Modellen SWAN (Simulating Waves Nearshore) er brukt til å simulere vingenererte bølger og innkommende havbølger mot kysten i tre steg. Resultatene fra ett steg er brukt som input til det neste beregningssteget. Oppløsningen øker mellom hver steg, samtidig som at den geografiske utstrekningen minker. Bunntopografien er basert på data fra Statens Kartverk (Kartverket, 2007).

SWAN kjøres i stasjonær modus (uavhengig av tid). For å ta hensyn til tidsperioden som trengs for å bygge opp en stasjonær bølgetilstand, benyttes strøkvind som input i beregningene (beregnet ved hjelp av metode beskrevet i Leenknecht et al. (1992)). Strøkvinden beregnes som middelvind over denne perioden i henhold til NORSOK N-003. For retninger med veldig 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 basert på 10 minutters middelvind i 10 m høyde og strøkgeometrien rundt den aktuelle lokaliteten.

For å estimere innkommende havbølger mot kysten utenfor Finnvika er det brukt tidsserier av bølgetilstanden fra reanalysen NORA10 (Norwegian Reanalysis Archive, Reistan et al. 2011). Det er en dynamisk nedskalkering av ERA-40 til en oppløsning på 10–11 km. Tidsserien strekker seg fra 1957 til 2016.

Statistisk analyse av bølgedata fra modellen NORA10 danner input til beregning av dønning. Datasettet fra NORA10 består av tidsserier av signifikant bølgehøyde, topperiode og retning av vindbølger, havbølger og kombinertbølger. Ekstremverdier er beregnet for kombinertbølger for relevante retningssektorer. Beregnede ekstremverdier av signifikant bølgehøyde H_s er basert på antakelsen at årlig maksimal bølgehøyde er gumbelfordelt. For å finne simultanfordelingen av H_s og topperiode T_p metoden Conditional Modelling Approach er benyttet. Metoden er beskrevet i DNV-RP-C205 (2010) og Mathisen og Bitner-Gregersen (1990).

I beregningene tas det hensyn til bølgegenerering, dissipasjon fra dannelse av skumtopper, bølge-bølgeinteraksjon, dissipasjon fra bunnfriksjon og dissipasjon fra dybdeindusert brytning og reflekterte bølger (SWAN 2015).