



Notat

OPPDRAG	Detaljregulering for Nørvevika – Sørnesvågen gbnr. 137/19	DOKUMENTKODE	10267091-01-RIMT-NOT-001
EMNE	Vurdering av stormflo og bølgepåvirkning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Margarida pais arkitektur AS	OPPDRAGSLEDER	Abushet Simanesew
KONTAKTPERSON	Ole Andreas Søvik	UTARBEIDET AV	Abushet Simanesew
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10235017 Marin Teknikk

SAMMENDRAG

Det gjøres undersøkelser for planlagt bolig- og næringsbebyggelse ved Nørvevika og Magdevågneset i Ålesund som omfattes av sikkerhetsklasse F2 i TEK17, kap. 7.2. Bygg er planlagt på kotehøyde +3.3 og +3.4 rel. NN2000 og ligger over 200 års vannstand med klimapåslag (+2.7 m). Det skal påvises tilstrekkelig sikkerhet for vesentlig bygningsskade og personskade ved 200 års høy vannstand. I betraktningene skal forventet havnivåstigning og samtidig bølgepåkjenning tas med.

Tiltaket nordøst for Magdevågneset (bygg 8) er godt skjermet fra bølger, og beregnet overskyllingsraten er mye lavere enn grenseverdien på 1 l/s/m. Tiltakets sjøfront ved Nørvevika (bygg 9) og Magdevågneset (bygg 1-4) vil oppleve moderat overskylling ved dimensjonerende grensebetingelser; bølger med Hs på rundt 1 m og samtidig høy vannstand 2.7 m (200 års vannstand med klimapåslag). Signifikant bølgehøyde er relativt lav og forbundet med lav energi og moderate krefter. Det vurderes ut fra momentene over at overskyllende vannmengde ikke utgjør fare for vesentlig bygningsskade eller tap av liv og helse.

Basert på undersøkelsene i dette notatet, vurderes det beskrevne tiltaket til å ha tilfredsstillende sikkerhet mot skade fra overskylling ved 200 års stormflo og samtidig bølgetilstand med forutsetning at bølger som skyller opp håndteres. Det anbefales å etablere tiltak for å hindre overskyllende vannmengde å nå bygget. Tiltak kan være at overskyllende vannmengde ledes bort fra bygget eller sårbare deler av bygget.

Legg merke til at bygg ved Magdevågneset er planlagt delvis på pæler med lite fribord og kan oppleve krefter fra bølgeslag (slamming).

0	05.05.2025	Stormflo og bølgepåvirkning	Abushet Simanesew	Algot Peterson	Abushet Simanesew
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

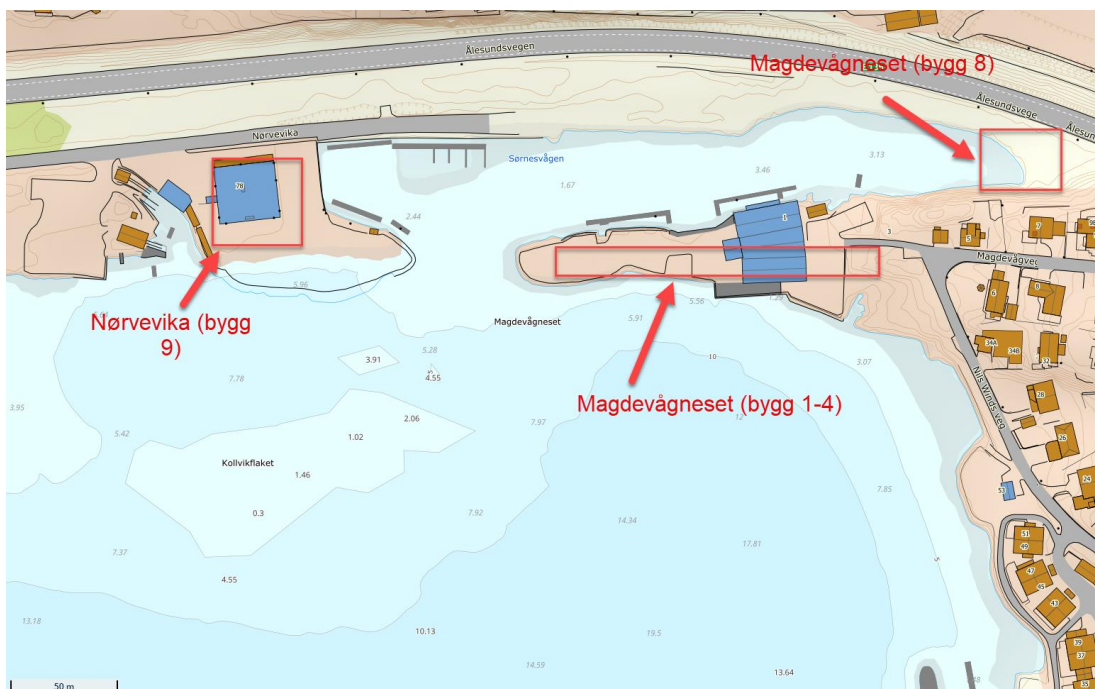


1 Bakgrunn

Det gjøres undersøkelser for planlagt bolig- og næringsbebyggelse ved Nørvevika og Magdevågneset i Ålesund som omfattes av sikkerhetsklasse F2 i TEK17, kap. 7.2. Dette notatet presenterer:

- Høy vannstand med 200 års gjentakintervall i dag og med klimapåslag
- Bølgetilstand med 200 års gjentakintervall utenfor planområde og
- Vurdering av sikkerhet mot høy vannstand og bølgepåvirkning

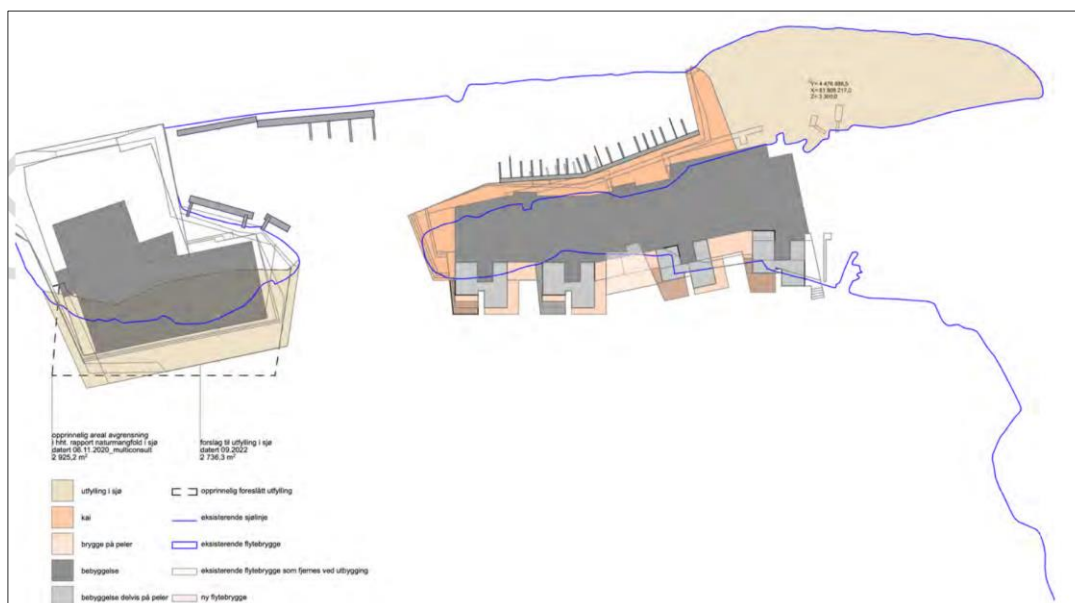
Figur 1 viser oversiktskart med undersøkte planområder markert. Figur 2 viser hovedprinsippet for planlagt bebyggelse og Figur 3 viser planlagt tiltak i sjøfront og sjøareal.



Figur 1: Oversiktskart. Planområdet er markert med rød firkant



Figur 2: Hovedprinsipp for bebyggelse; bolig (bygg 1-7 gul) og næring (bygg 8-9). Tegning fra kunde.



Figur 3: Planlagt tiltak i sjøfront/sjøareal. Fargekode viser utfylling, kai, brygge på pæler og bebyggelse (grå på land, lys grå på pæler). Tegning fra kunde.

2 Krav til sikkerhet mot skade fra naturpåkjenning

Byggteknisk forskrift, TEK17, krever at tiltak generelt skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade fra naturpåkjenninger. I forskriften defineres tre sikkerhetsklasser for tiltak som kan rammes av flom eller stormflo (Tabell 1). Sikkerhetsklassen fastsettes ut fra konsekvensen av skade ved stormflo fra et samfunnsmessig perspektiv.

Lagerbygninger med lite personopphold vil typisk tilhøre laveste sikkerhetsklasse da konsekvensen av skade ved stormflo anses som liten. Et sykehus vil tilhøre høyeste sikkerhetsklasse da konsekvensen av skade ved stormflo anses som stor. Sikkerhetsklassen bestemmer hvilket gjentakintervall som skal benyttes ved vurdering av skade eller ulempe. Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område. Sikkerhet oppnås ved å sikre tiltaket mot naturpåkjenninger (f.eks. stormflo) eller ved å konstruere tiltaket slik at det tåler belastningene (DIBK, 2017).

For planlegging av bolig- og næringsbebyggelse anbefales det å forholde seg til sikkerhetsklasse F2 som definert i TEK17. Sikkerhetsklasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold (Tabell 1).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser i TEK17 og eksempler på tiltak som faller inn under sikkerhetsklassene (DIBK, 2017).

Sikkerhets-klasse	Konsekvens av stormflo	Eksempel på tiltak	Gjentaks-intervall naturpåkjenning
F1	Liten	Bygninger med lite personopphold, f.eks. garasje og lagerbygning	20 år
F2	Middels	Omfatter de fleste tiltak beregnet for personopphold, f.eks. bolig, fritidsbolig, campinghytte, kontorbygning eller industribygg	200 år
F3	Stor	Omfatter tiltak for sårbare samfunnsfunksjoner og tiltak der stormflo kan gi stor forurensning, f.eks. sykehjem, bygg med beredskapsmessig betydning, anlegg for avfallsdeponier	1000 år



3 Vannstand og havnivåstigning

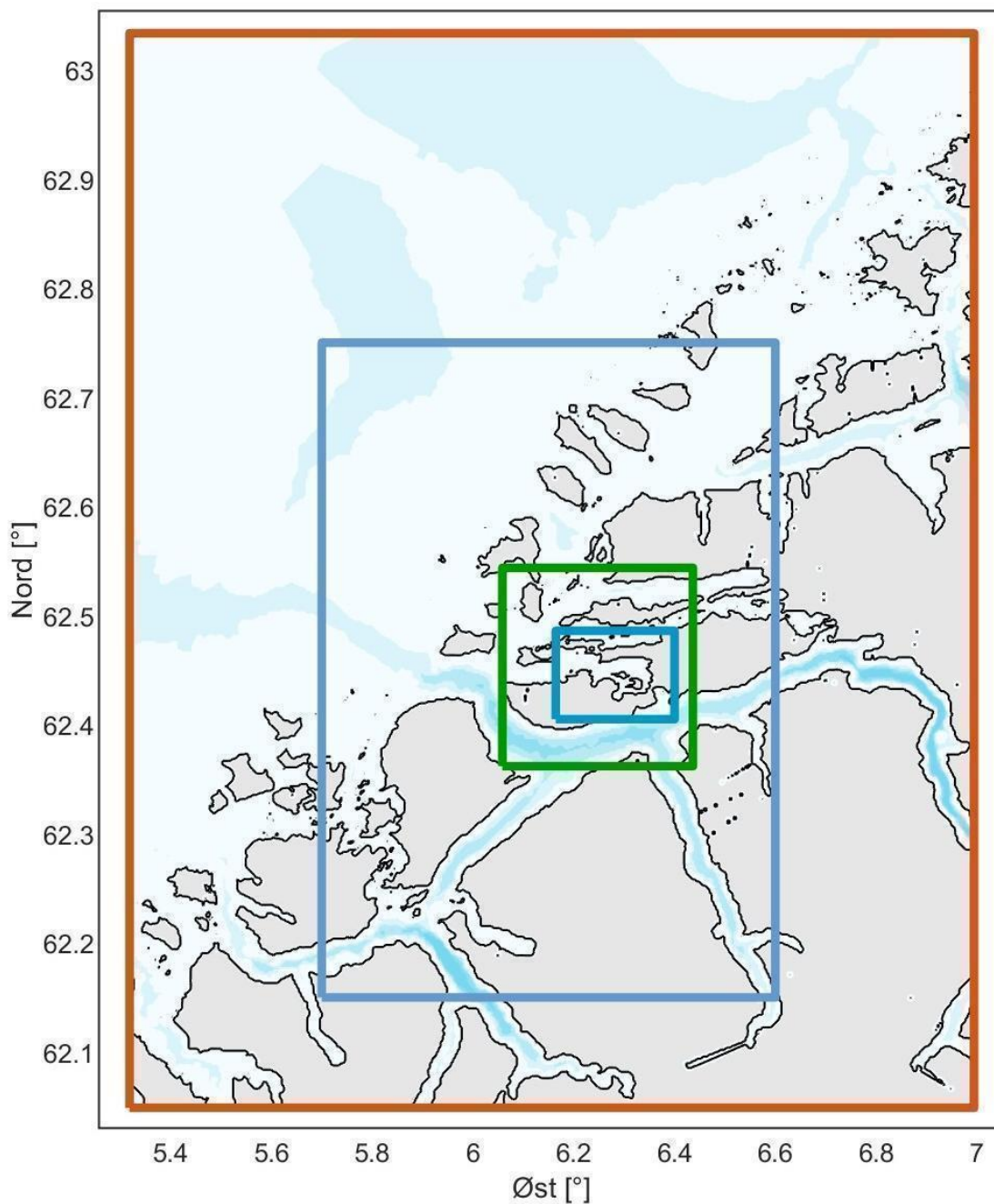
Verdier for stormflonivå og havnivåstigning er hentet fra Kartverkets nettside om vannstandsnivå (<https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>). Tallene for havnivåstigning er basert på offisielle rapporter fra IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Som anbefalt for kommuneplanlegging i DSB (2024), er oppdaterte klimaframskrivninger med føre-var-scenariot SSP3-7.0 sammen med 83-prosentilen som sannsynlig utfall innen SSP3-7.0 brukt. Oppgitt havnivå er hentet for vannstandsmåler i Ålesund. Ekstrem vannstand med 200 års gjentakintervall i planområdet i dag er 1.85 m (rel. NN2000). Klimapåslag fram mot perioden 2100 er 0.79 m. Tabell 2 viser vannstandsnivå for de forskjellige sikkerhetsklassene (TEK17). Tallene med klimapåslag er rundet opp til nærmeste 10 cm. For tiltak som faller under sikkerhetsklasse F2 benyttes det 200 års stormflo med klimapåslag på 2.7 m.

Tabell 2: Vannstand utenfor tiltaket i dag og med fremskrevet havnivåstigning i 2100.

Sikkerhetsklasser TEK17	I dag (m rel. NN2000)	Med klimapåslag (m rel. NN2000)
F1	1.67	-
F2	1.85	2.7
F3	1.95	2.8

4 Bølgesimulering

Bølgetilstand med 200-års gjentakintervall er undersøkt ved simuleringer med bølgemodellen SWAN (SWAN, 2016). Vindbølgetilstand, havbølgetilstand og kombinert bølgetilstand er undersøkt. Input vind fra 8 sammenfallende jevnt fordelte retninger er utledet fra NS-EN 1991-1-4. Input offshore havbølgetilstand fra fem retninger omkring nordvest er utledet fra statistisk analyse av hindcastdata fra hindcast modellen NORA10EI (Haakenstad et al. 2019). Simulering er utført i en fire-steps prosess. Bølgetilstand er først simulert i et stort grid (ytre ramme Figur 4) med oppløsning på 120 x 120 m. Resultater fra innledende simulering er så overført til neste simulering med et mindre grid (blå ramme Figur 4) med oppløsning på 60 m x 60 m og videre til tredje og fjerde beregningsgitter med oppløsning på 20 m x 20 m og 5 m x 5 m. Bølgeresultater for de forskjellige områdene er gitt i Tabell 3.



Figur 4. Beregningsgrid i SWAN-modellen

Tabell 3 Bølgetilstand med 200-års gjentaksintervall forventet utenfor planområde. Retninger er hvor bølger kommer fra.

		Nørvevika (bygg 9)	Magdevågneset (bygg 1-4)	Magdevågneset (bygg 8)
Signifikant bølgehøyde	Hs [m]	1.0	1.1	0.3
Topperiode	Tp [s]	3.0	3.4	1.6
Bølgeretning lokalt (fra)	[°]	238	198	253



5 Bølgeoverskylling

5.1 Metode

Det er beregnet bølgeoverskylling ved bruk av empiriske ligninger fra EurOtop (2018) for rausfylling. Ligningene for dimensjonering («Design Approach») er brukt. Det er tatt utgangspunkt i en standard fylling med en helning på 1:1.5, 1-lags plastring (ruhetsfaktor 0.45) og permeabel kjerne. Overskyllingsberegningen er utført for 3 områder (se Figur 1 til Figur 3) som har ulike eksponering til bølge. I beregningene er det valgt å kombinere vannstand med 200 års gjentakintervall med bølger med 200 års gjentakintervall, noe som gir et konservativt estimat for 200 års overskylling fra bølger. For å være mer realistisk trenger man å fastsette samtidighet av bølger og vannstand basert på analyse av lange samtidige tidsserier av vannstand og bølger eller vind

Akseptabel overskylling er avhengig av formålet til det utbyggede området samt bruk, dimensjonering, utforming og plassering av bygninger og infrastruktur bak sjøfront. Skadepotensialet fra overskylling er avhengig av både gjennomsnittlig overskyllingsrate og bølgehøyde (EurOtop 2018). Bølgehøyden påvirker den maksimale overskyllingen en enkelt bølge kan føre til. Store bølger har større skadepotensiale. EurOtop (2018) gir noen anbefalinger for grenser av akseptabel overskylling avhengig av bruksområde. Noen eksempler er gitt i Tabell 4. Dersom bygninger skal stå nært sjøfronten, er typiske grenseverdier 1 l/s per løpemeter gjennomsnittlig overskylling mot fasade og 1000 l per løpemeter maksimalt overskyllingsvolum fra en enkeltbølge.

Tabell 4 Anbefalte grenseverdier for overskylling, EurOtop (2018)

Eksempler	Gjennomsnittlig overskyllingsrate	Maksimalt Overskyllingsvolum
	(l/s per m)	(l/m)
Rausmolo Hs>5 m, ingen skade	1	2 000 - 3 000
Bygningsselementer, Hs 1-3 m	≤ 1	<1000
Skade på utstyr 5-10 m bak konstruksjonen	≤ 1	<1000
Biler på kronen, Hs 3 m	< 5	2000
Personer på kronen direkte sikt til sjøen, Hs 3 m	0.3	600

5.2 Resultater

Tabell 5 viser overskyllingsrater og maksimalt overskyllingsvolum med fyllingshøyde ved planlagt tiltak. Tabell 6 viser nødvendige høyder for å holde bølgeoverskylling under gitt grenseverdi for overskyllingsrate. Resultatene er basert på bølger med 200 års gjentakintervall og vannstand med 200 års gjentakintervall med klimapåslag noe som gir et konservativt estimat for 200 års overskylling fra bølger.

Tabell 5 Gjennomsnittlige overskyllingsrater [l/s/m] og maksimalt overskyllingsvolum fra en enkeltbølge [l/m] ved planlagt kotehøyde.

Lokasjon	Gjennomsnittlige overskyllingsrater [l/s/m]	maksimalt overskyllingsvolum fra en enkeltbølge [l/m]
Nørvevika – bygg 9(+3.3 m)	38	1100



Magdevågneset – bygg 1-4 (+3.4 m)	37	1200
Magdevågneset – bygg 8 (+3.3 m)	0.0	4

Tabell 6 Nødvendige høyder for å holde bølgeoverskylling under gitt grenseverdi.

Grenseverdier for overskylling q [l/s/m]	1	10	50
Nørvevika – bygg 9	4.0	3.6	3.2
Magdevågneset – bygg 1-4	4.1	3.7	3.3
Magdevågneset – bygg 8	3.0	2.8	2.7

6 Konklusjon og anbefallinger

I forbindelse med planlagt bolig- og næringsbebyggelse ved Nørvevika og Magdevågneset i Ålesund, er det gjort vurdering av stormflo og bølgepåvirkning. Tiltaket tilhører til sikkerhetsklasse F2 og byggt teknisk forskrift, TEK17 §7-2, krever at tiltak i sikkerhetsklasse F2 generelt skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade ved høy vannstand og bølgepåkjenning.

Bygg er planlagt på kote +3.3 til +3.4 m rel. NN2000 med 0.6-0.7 m fribord rel. dimensjonerende stillevanstrand.

Tiltaket bygg 8, nordøst for Magdevågneset, er godt skjermet fra bølger, og beregnet overskyllingsrate er lavere enn grenseverdien på 1 l/s/m. Tiltakets sjøfront ved Nørvevika (bygg 9) og Magdevågneset (bygg 1-4) vil oppleve moderat overskylling ved dimensjonerende grensebetingelser; bølger med H_s på rundt 1 m og samtidig høy vannstand 2.7 m (200 års vannstand med klimapåslag). Signifikant bølgehøyde er lav og forbundet med lav energi og moderate krefter. Det vurderes ut fra momentene over at overskyllende vannmengde ikke utgjør fare for vesentlig bygningskade eller tap av liv og helse.

Basert på undersøkelsene i dette notatet, vurderes det beskrevne tiltaket til å ha tilfredsstillende sikkerhet mot skade fra overskylling ved 200 års stormflo og samtidig bølgetilstand med forutsetning at bølger som skyller opp håndteres. Ved Nørvevika (bygg 9) og Magdevågneset (bygg 1-4) anbefales det å etablere tiltak for å hindre overskyllende vannmengde i å nå bygget. Tiltak kan være at overskyllende vannmengde ledes bort fra bygget eller sårbare deler av bygget.

Legg merk til at bygg ved Magdevågneset er planlagt delvis på pæler med lite fribord og kan oppleve slagkrefter fra bølger (slamming).



Referanser

- DIBK. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Direktoratet for byggkvalitet.
- DSB. (2024). Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging. *Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)*.
- Haakenstad, H., Breivik, Ø., Reistad, M., & Aarnes, O. J. (2020). NORA10EI: Arevised regional atmosphere-wavehindcast for theNorthSea, theNorwegianSea and theBarents Sea. Norwegian Meteorological Institute, Geophysical Institute, University of Bergen.
- Kartverket. (2024). *Karttjeneste for stormflo og havnivåstigning*. Hentet fra <https://kartverket.no/til-sjos>
- NS-EN-1991-1-4:2005+NA. (2009). *Laster på konstruksjoner. Del 1-4. Almenne laster. Vindlaster*.
- SWAN. (2016). Technical documentation – SWAN Cycle III version 41.01A, Delft University of Technology.