

Oppdragsgiver: **Møre og Romsdal Fylkeskommune**

Oppdragsnr.: **52100405** Dokumentnr.: **001**

Til: Rolf Gunnar Moen

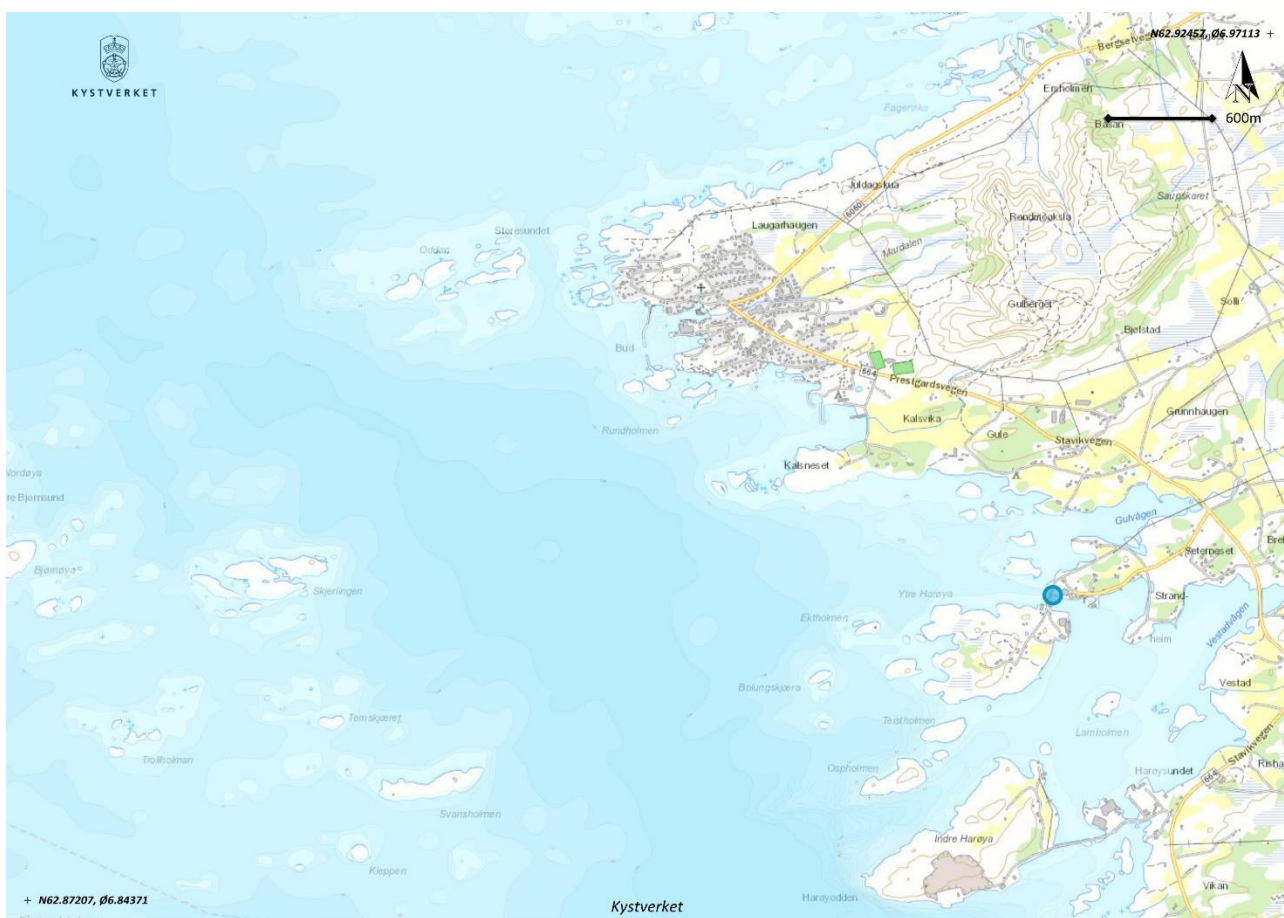
Fra: Ida M. Strand

Dato: 2021-01-21

► ROS-analyse Fræna Videregående skole – marine fag

Bakgrunn

Det skal bygges nye lokaler for Fræna Videregående skole – marine fag på Harøysundet i Hustadvika kommune. Eiendommen ligger ved sjøen i Bud på gnr. 117, bnr. 14 og er i dag brukt til industrivirksomhet. Moloen som ligger nord for eiendommen er eneste adkomstvei ut til øya og det er derfor kritisk at moloen er robust med tilstrekkelig høyde. For å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot flom og bølgepåvirkning, er det utført en vurdering av dimensjonerende stormflo-nivå inkl. projisert fremtidig havnivåstigning og analyse av vind- og dønningsbølger. Dønningsbølgene er hentet fra en eksisterende numerisk modell. Figur 1 viser kart over området med plassering av molo markert i blått.



Figur 1: Kartutsnitt Harøysundet i Hustadvika. Blått punkt ligger over moloen. Kart hentet fra kystinfo.no.

Metode: Bølgeanalyse og stormflo inkl. projisert havnivåstigning

Datagrunnlag

Følgende datagrunnlag er brukt for analyser i denne rapporten:

- Vindmålinger fra Ona målestasjon 2002-2011.
- Vannivå og stormflo for Fræna hentet fra Sjøkartverkets internettsider.
- Dønningsbølger fra eksisterende numerisk modell basert på hindcastdata fra offshore punkt WAM10 1957 - 2016 i posisjon N 63.45° / E 06.82°. Inngangsdata er produsert av Meteorologisk Institutt (www.met.no).

Vindbølgeanalyse

Vindbølger innenfor moloen i Håsundet, inn mot moloen kommer fra retninger i den smale sektoren 120°-130°. For å kartlegge vindbølgeforholdene er det utført en forenklet strøkanalyse, basert på målte vinddata fra Ona. Signifikant bølgehøyde H_{m0}^1 er funnet ved bruk av strøkanalysen.

Havbølger og dønning

Harøysundet ligger på et sted der det er forholdsvis åpent ut til storhavet utenfor.

Utvikling av dønningsbølger inn mot Harøysundet er modellert ved bruk av det numeriske analyseverktøyet STWAVE. For å undersøke havbølgene inn mot Harøysundet er det laget en numerisk bølgemodell av området i Hustavika og havet utenfor. Modellen er basert på primærdata for dybder, det vil si dybdeobservasjoner med ca. 25 - 50 m avstand. På dypt vann (over 100 m), kan avstanden være større. Dybde-datamodellen er vist i Figur 2. Konturene på bølgemodellen overlatt kart er vist i Figur 3.

Stormflo inkl. projisert fremtidig havnivåstigning

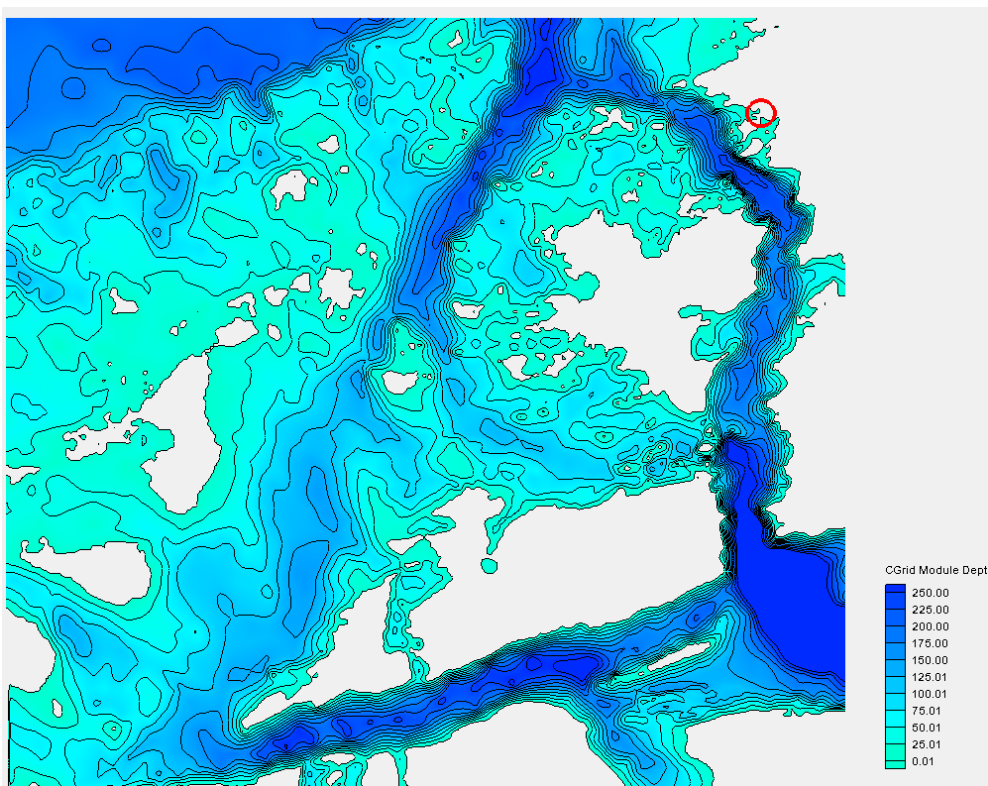
Det gjennomføres her en risiko- og sårbarhetsanalyse som avklarer sikkerhet mot stormflo og havnivåstigning jf. TEK17 § 7-2 for bygg i sikkerhetsklasse F2. Havnivå og stormflo er hentet fra Sjøkartverkets målinger og beregninger fra sehavniva.no for Fræna. Standardhavn for målingene er Kristiansund.

Oversvømming og høydeberegninger

Beregninger av nødvendig høyde tar utgangspunkt i en tilstand med ekstremt høy vannstand der det også forekommer ekstreme bølger. For hele Vestlandet må man regne med at det er sammenfall mellom sterk vind, høye bølger og høy vannstand.

Beregningen gir et estimat på oversvøllingsrater, gitt som liter per sekund per lengdemeter molofront ($l/(sm)$). Metoden og akseptkriterier er gitt i (EurOtop, 2007).

¹ Signifikant bølgehøyde er definert som middelveiden av den høyeste tredjedelen av alle bølger i en storm eller i en registrering. Innenfor en slik storm vil den høyeste bølgen være ca. $H_{max} \approx 2 H_{m0}$ (målt fra bølgedal til bølgetopp).



Figur 2: Dybde data havbølgemodell



Figur 3: Kystlinje i dørningsmodell overlagt på kart fra Kartverket.

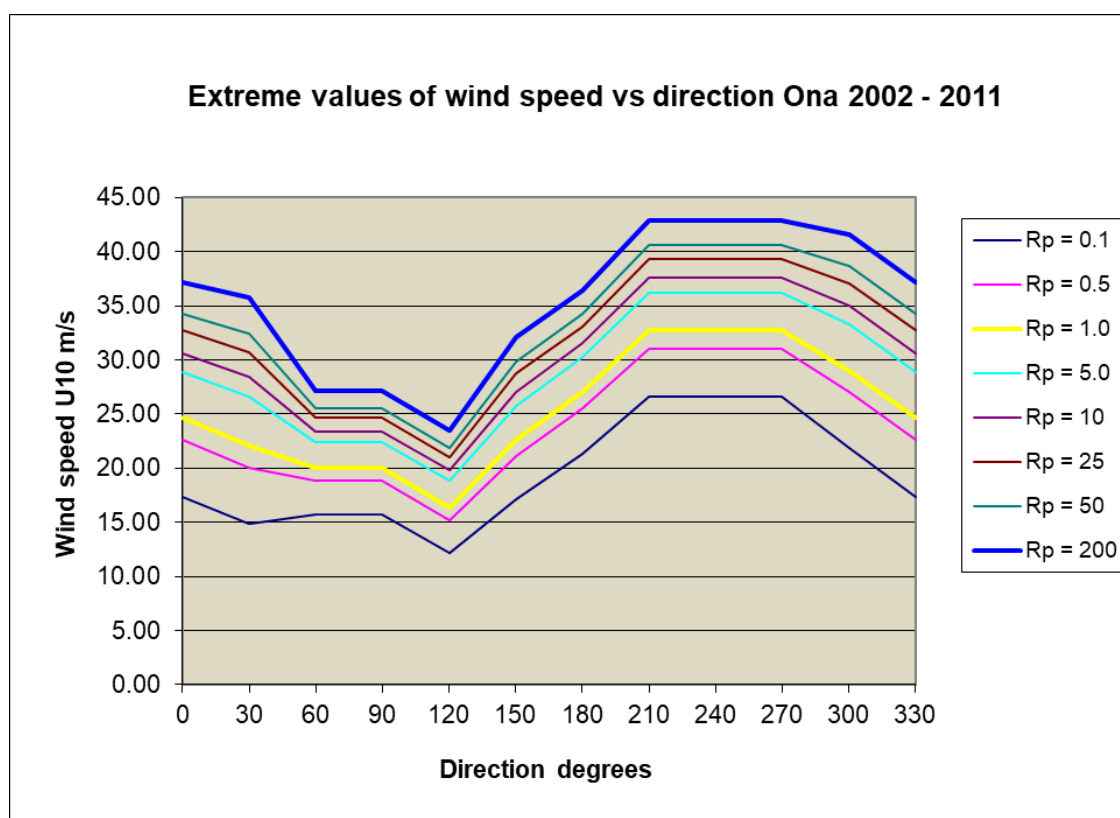
Resultater

Vind

Ekstremvind for hver sektor er vist i Figur 4. For lokale vindsjøbetraktninger er eneste relevante retning inn mot moloen innenfor den smale sektoren 120°-130°. Høyeste vindhastighet for 120° er 23.5 m/s, og 32.1 m/s for 150°, tilvarende vind fra vest-sørvest, for returperiode 200 år. Det er sannsynlig at vindhastigheten på Ona er høyere enn den som finnes inne i Hustadvika. Et slikt avvik vil gi svakt konservative resultater.

Vindsjø

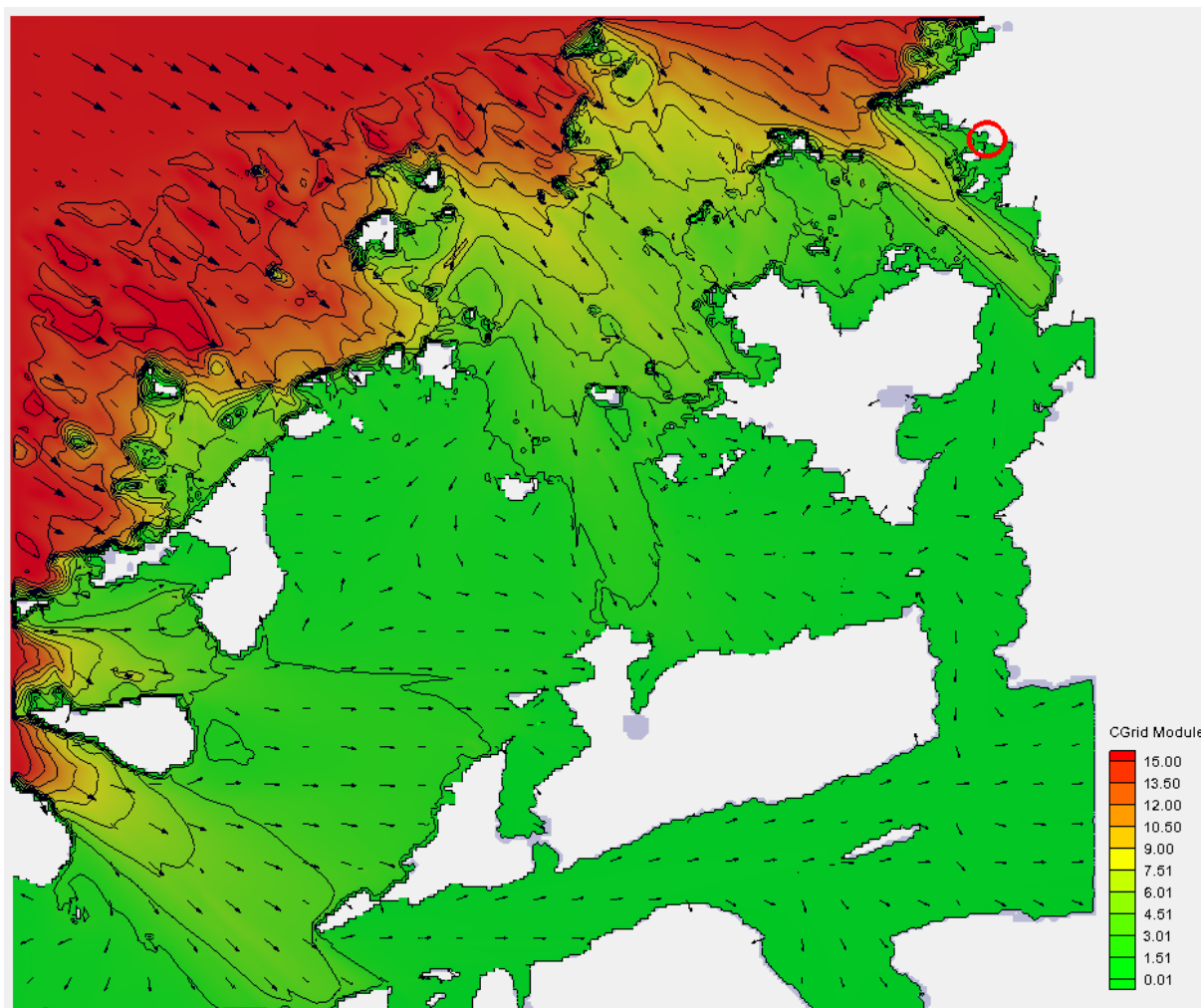
På innsiden av moloen er det grunt og ingen store avstander der det har mulighet til å bygge seg opp signifikant lokal vindsjø. Lengste avstand på innsiden av moloen inn mot moloen er målt til ca 900m, det vil maks gi en lokal vindgenerert bølgehøyde på 0.45m med 200års returperiode.



Figur 4: Ekstremvind for hver 30°-sektor. Rp er returperiode i antall år.

Dønningsbølger

For denne undersøkelsen har vi sett på bølger som kommer inn fra nordvestlig sektor, og konsentrerer oss om en situasjon som tilsvarer kravet i Flomklasse F2 fra TEK17, det vil si en situasjon med 200 års returperiode. Tilfellet som er undersøkt er vist i Figur 5. Dette tilfellet vil maksimalt gi en lokal bølgehøyde ved moloen beregnet til 1.5 m fra 300° retning i åpent hav, med en returperiode på 200 år.



Figur 5: 200 års tilstand fra vest $Hm_0 = 14.2$ m, $T_p = 16.0$ s; 0 – 15.0 m

Kombinasjon av vind- og døunningssjø

Ingen kombinasjon av vind og døunningssjø er beregnet, siden disse kommer fra motsatte retninger er det usannsynlig at disse vil inntreffe samtidig.

Stormflo

Stormflo med 200 års returperiode er beregnet til 185cm over NN2000. Sikkerhetsklasse 2 for TEK17 med klimapåslag er beregnet til 259cm over NN2000.

Tilstand molo



Figur 6: Bilde av molo tatt mot sørvest på miljøbefaring 14.01.21

Moloens tilstand er kun overflatisk vurdert. Moloen består av steinblokker i antatt tilstrekkelig størrelse (vekt), men dekklaget på utsiden er rauset uten noen form for plastring. Denne byggemetoden øker sannsynligheten for at noen blokker skal rives løs av bølgene og føres inn på kjørebanelen, se Figur 6. Høyden til veibanen på moloen er estimer til 2.5 m over NN2000 basert på kartdata fra hoydedata.no for moloen. Moloen har et brystvern mot vest, som er bygget i store solide steinblokker med en høyde på 1-1.2m over veibanen, med åpninger mellom blokkene i brystvernet.

Flomanalyse og nødvendig molohøyde

Alle bygningskonstruksjonen som faller inn under Flomklasse F2, som kontorlokaler, lager og områder tenkt for permanent opphold, må ha høyde fastsatt etter prinsippet i Tabell 1. Nødvendige molohøyde baseres på metoder og kriterier gitt i publikasjonen (EurOtop, 2007). Kaifronten er enten vertikale vegger eller molo/stein.

Tabell 1: Prinsipp for bestemmelse av nødvendige tomtehighyder for konstruksjoner i Flomklasse F2.

Parameter		
200-års stormflo	2.6 m NN2000	Konstant verdi for alle konstruksjoner i Flomklasse F2.
+ Tillegg for bølger	y m	Varyer med sted og bruk av anlegget.
= Sum nødvendig høyde	(2.07 m + y m) NN2000	

Overvann fra kombinasjon av stormflo og bølge kan føre til flere negative konsekvenser, eksempler på dette er:

- Stengning av veier på grunn av vann og fare for vannplaning.
- Fotgjengere og publikum blir berørt av flom. Konsekvenser kan være alt fra at man blir våt på beina, at man blir hindret i å komme seg frem eller at vannstrømmen eller kraften i bølgen er så sterk at en person kan falle eller bli dratt inn på land eller ut på sjøen.

Grenser for hva som anses som akseptable overskyllingsmengder er funnet etter prinsipp gitt i (EurOtop, 2007). Grensene angitt her er for lave mengder svært konservative, og det er derfor anbefalt å benytte noe høyere verdier for tillatt overskylling. Se forslag til akseptkriterier i

Tabell 2.

Tabell 2: Forslag til akseptkriterier for molo Harøysundet

Forhold og brukergruppe	Maksimal tillatt overskylling (l/(sm))
Allmennheten og uforberedt publikum Omfatter f. eks evakueringsruter, nødutganger, utganger fra forsamlingslokaler og institusjoner.	1.0
Forberedt publikum Omfatter f. eks turgåere og syklister med bevissthet på omgivelsene, forberedte havnearbeidere og innsatspersonell, og personer som har mulighet til retrett til et tryggere område.	10.0
Forberedte bygg Bygg nær sjøen som er forberedt for mulig påvirkning av vann, f. eks med vannrett betong i kjeller, alminnelig høy grunnmur, ikke dører og vinduer langs bakkeplan og fuktsikret kledning. Terrenget må være drenert slik at man unngår magasinering av vann mot bygget.	25.0
Kjøretøy i lav hastighet	50.0

Ved dimensjonerende stormflo vil vann-nivået stå ca 10 cm over kjørebanelen på moloen.

Beregnet mengde overflomming over brystvernet på moloen ved en dønningsbølge på 1.5 m med en stormflo på 2.6 m er 47.2 l/s per m.

Stormflo vil opptre ved sterk vind mot land, det er derfor ikke sannsynlig at 200 års stormflo vil opptre samtidig med 200 års vindsjø som blir dannet av vind langs med eller fra land.

Moloen som leder ut til skolen er et svakt punkt i beredskapen. Ved en kombinasjon av stormflo og bølger fra NV på dimensjonerende nivå (200 år returperiode) er moloen utsatt for kraftig overskylling i størrelse ca 50 liter per sek pr meter. Ved overskylling av denne størrelse er moloen ikke farbar for personer til fots eller på sykkel. En eventuell evakuering av anlegget må derfor skje før stormen og stormfloa når sin topp.

Under dimensjonerende storm (vind, bølger og stormflo) vil moloen kunne være farbar for tyngre kjøretøy som lastebiler, traktorer og brannbiler. Adkomst for ambulanser vil være usikker, og trafikk av busser bør ikke forekomme. All trafikk forutsetter at moloen er hel og uten huller i vegbanen eller steinblokker som er veltet inn på kjørebanelen, og uten skader på autovern.

Beredskapen bør forutsette at skolen kan evakueres før en større storm inntreffer, slik at kun essensielt personell befinner seg på skolen. Skolen vil ikke være truet av stormen, gitt at den er flomsikker opp til 2.8 NN2000, men en evakuering under stormen vil være vanskelig å gjennomføre.

Dersom en forhåndsevakuering ikke kan forutsettes, bør en vurdere en oppgradering av moloen. En oppgradering bør omfatte i prioritert rekkefølge:

1. en ny og detaljert analyse av moloens tilstand og krav til oppgradert molo (inkludert mer detaljert bølgestudie)
2. heving av kjørebane til 2.8 m, og heving av brystvern til 3.8 m, samt lukking av åpninger mellom blokkene i brystvernet
3. ny legging av blokker på moloens utside som plastring – de fleste blokkene kan gjenbrukes, og det vil være behov for et lite volum av nye blokker

Risikovurderingen er basert på en framtidig situasjon der middelvannstanden i havet har steget med 75 cm. I dagens situasjon utgjør moloen ingen akutt risiko, men kravene som er formulert i TEK17 (Flomklasse F2) er ikke tilfredsstillt uten en beredskapsplan som forutsetter tidlig evakuering.

Byggene fremstår til å være tilstrekkelig langt unna til at bølgebidraget bare i svært begrenset grad trenger å tas hensyn til. Men stormfloen vil være dimensjonerende. Alle byggene må være flomsikre opp til 2.8 m NN2000 (F2-stormflo + 20 cm margin).

Konklusjon/Anbefalinger

- Moloen som leder ut til skolen er et svakt punkt i beredskapen. Ved en kombinasjon av stormflo og bølger fra NV på dimensjonerende nivå (200 år returperiode) er moloen utsatt for kraftig overskylling i størrelse ca 50 liter per sek pr meter.
- Ved dimensjonerende stormflo vil vann-nivået stå ca 10 cm over kjørebanelinjen på moloen.
- Beredskapen bør forutsette at skolen kan evakueres før en større storm inntreffer, slik at kun essensielt personell befinner seg på skolen. Skolen vil ikke være truet av stormen, men en evakuering under stormen vil være vanskelig å gjennomføre.
- Dersom en forhåndsevakuering ikke kan forutsettes, bør en vurdere en oppgradering av moloen.
- Alle byggene må være flomsikre opp til 2.8 m NN2000.

Referanser

[1] (EurOtop, 2007) EurOtop, *Wave overtopping of sea defences and related structures: Assessment manual.*, 2007.

1	2021-01-21	Notat	Ida M. Strand	Arne E. Lothe	Ida Beate Remøy
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.