

Oppdragsgiver: **Sula Kommune**

Oppdragsnr.: **5174672** Dokumentnr.: 1

Til: Sula Kommune
Fra: Norconsult v/Arne Lothe
Dato: 2021-06-22

► Stormflo og bølger i Langevåg sentrum

BAKGRUNN

Sula kommune har gitt Norconsult AS et oppdrag med å utarbeide områderegulering for Langevåg sentrum. Som en del av reguleringsplanen og tilhørende ROS-analyse skal det beregnes flomsikring i området. Flom i denne sammenheng er uønsket inntrenging av vann fra høyt vann-nivå i havet (stormflo) eller fra bølger som skyller opp på land, eller en kombinasjon av disse. Flom fra vassdrag, urban avrenning eller avløpssystemer er vurdert i eget notat.

GRUNNLAGSDATA

Datakilder

I dette prosjektet er følgende datakilder benyttet.

1. Vind-data fra Ålesund Lufthavn, Vigra 1957 - 2016
2. Statistikk over bølger i åpent hav, punkt 62.57° N / 5.67° Ø, levert av met.no
3. Modelldata for bølgetransformasjon fra åpent hav til Breisundet/Hessafjorden
4. Observasjoner av vann-nivå i Ålesund, publisert i Tidevannstabeller av Kartverket

Forskriftsgrunnlag

Som underlag for vurderingene brukes krav fra TEK17. Generelt er det antatt at sikkerhetsklasse F2 skal benyttes, se Tabell 1. Sikkerhetsklasse F3 med 1000 år returperiode skal benyttes for «samfunnskritisk infrastruktur», og vil omfatte eksempelvis brannstasjoner, politistasjoner, sykehus, telekommunikasjonsanlegg osv.

Det generelle krav i klasse F2 er det skal benyttes en nominell årlig sannsynlighet på 1/200, tilsvarende 200 års returperiode beregnet med estimerte klimaendringer for 2090. Klimaendringene som er relevante er en heving av middelvannstanden i havet. Forskriften sier at det skal benyttes et «worst-case» scenario for framtidige utslipp av klimagasser (RCP8.5), og det skal benyttes ensemble-spredning 95 %.

For bygninger beregnet for menneskelig opphold er det små muligheter for å fravike kravene i TEK17/F2. For andre typer konstruksjoner, som eksempelvis veier, parkeringsplasser, moloer, visse typer havneanlegg, osv. er det imidlertid forsvarlig å fravike kravet ved eksempelvis å dimensjonere for en situasjon i 2050, og ikke i 2090. Årsaken er at disse konstruksjonene enkelt kan justeres dersom det viser seg at de en gang blir for lave, og at de i noen tilfeller kan fungere dårlig dersom de bygges så høye som forskriften krever. Ved å gjennomføre dette, er sikkerheten for det alminnelige publikum ivaretatt ved å fortsatt kreve 200 års returperiode, men denne sikkerheten kan altså bli for lav i 2050.

Havner, kaier og moloer er ikke dekket av den generelle forskriften TEK17 med mindre anlegget er en vesentlig del av eller beskyttelse for et annet anlegg som faller inn under TEK17. For veier åpner Vegnormalene for at det kan benyttes en høyde som man må regne med å måtte justere før 2090.

En forutsetning er imidlertid at utbyggeren vet at han er pålagt å gjennomføre en ny vurdering av sikkerheten i f.eks. 2050. Avhengig av hvordan verdens utslipp av klimagasser har utviklet seg, kan det bli nødvendig å justere høyden på konstruksjonen, men med de estimatene som finnes nå, er det mer sannsynlig at det ikke er nødvendig.

Dette er en forsvarlig strategi for byggverk som kan justeres i høyde, eller byggverk der forutsatt teknisk eller økonomisk levetid ikke vil strekke seg fram til 2090, eksempelvis en del kaier og brygger.

Tabell 1 Sikkerhetsklasser i hht TEK17 § 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo § 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo

Tabell: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

METODE

Bølger beregnes i separate prosedyrer for havbølger fra åpent hav og lokale vindbølger som er dannet inne i Hessa fjorden.

Havbølgene beregnes ved hjelp av en bølgemodell i to trinn, der man først modellerer bølger som kommer inn fra åpent hav i vestlig sektor. Denne modellen avsluttes i et punkt ved Æhammaren ca 1.5 km vest for Langevåg sentrum. I dette punktet vil alle bølgesituasjoner ha en hovedretning på ca 270° (fra vest) uansett hvilken retning bølgene har i åpent hav. Lange bølger med en spektral topp-periode på $T_p = 16.0$ s vil imidlertid filtreres bort ved at så lange bølger i stor grad svinger nordover i Valderhaugfjorden eller sørover i Sulafjorden. Noe kortere bølger med $T_p = 10.0$ s har større tendens til å gå rett fram mot Hessa fjorden, og gir relativt sett større bølger ved Langevåg.

RESULTAT

Stormflo

Stormflo er et fenomen der vannstanden i havet kan bli ekstremt høy. Det inntreffer ved en kombinasjon av høyt tidevann (rundt fullmåne eller jevndøgn), lavtrykk og vedvarende pålandsvind. Det følger at større stormer med høye bølger ofte inntreffer samtidig med stormflo.

Ved bestemmelse av stormflo i hht TEK17 skal man ta hensyn til forventet netto økning av middelvannstand i havet. Med netto økning menes at man samtidig skal ta hensyn til at grunnen i Norge hever seg fordi fjellet var presset ned av vekten av is under siste istid.

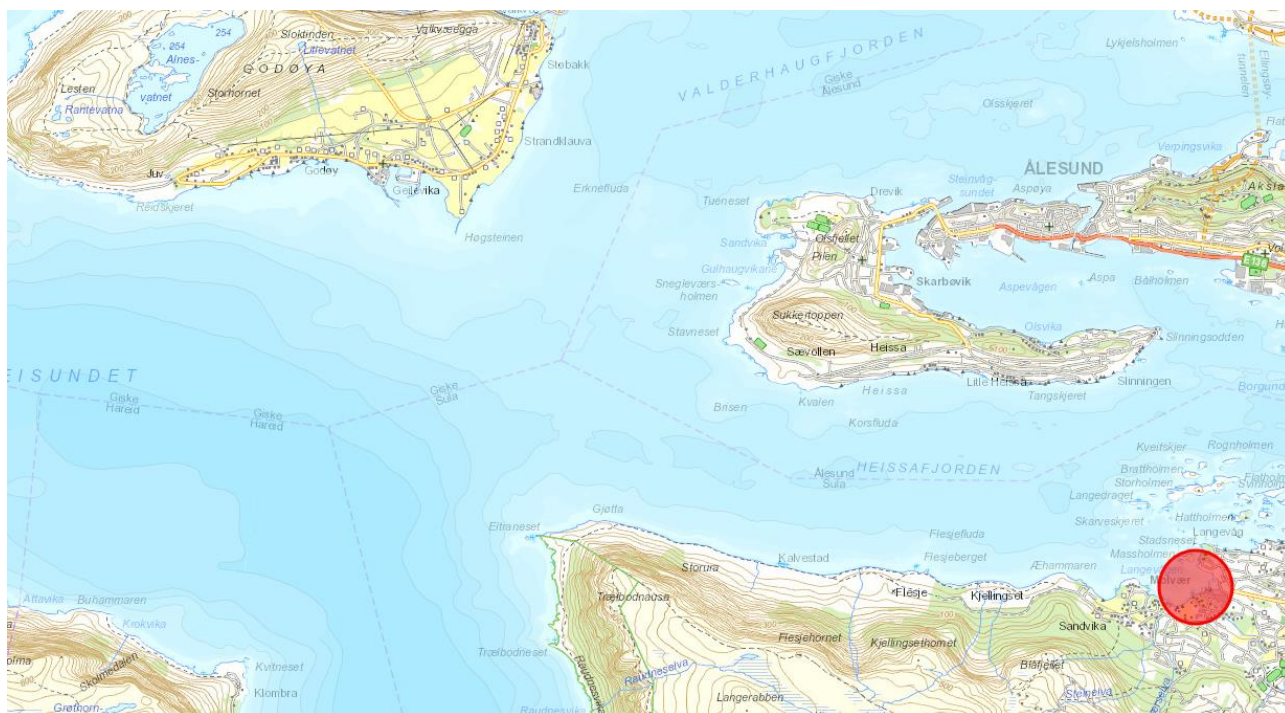
Det benyttes data fra Kartverket kombinert med estimerer på framtidig vannstandsøkning som er publisert i referanse 1.

- | | |
|--|---------------|
| ○ Klasse F3, 2090, RCP8.5, 95 % , 1000 år returperiode | 267 cm NN2000 |
| ○ Klasse F2, 2090, RCP8.5, 95 % , 200 år returperiode | 257 cm NN2000 |
| ○ Klasse F1, 2090, RCP8.5, 95 % , 20 år returperiode | 239 cm NN2000 |

Permanente bygg i klasse F2 må dimensjoneres slik at de tåler statisk vanntrykk opp til nivå 258 cm NN2000. I tillegg må de dimensjoneres for eventuell vannpåvirkning fra bølgeslag.

Bølger

Bølger inn mot Langevåg består av havbølger som kommer inn fra Breisundet og lokale bølger dannet i Heissafjorden, se Figur 1. Bidraget fra bølger fra nord til øst i Borgundfjorden er så lite i Langevåg at det kan neglisjeres.



Figur 1 Oversiktskart

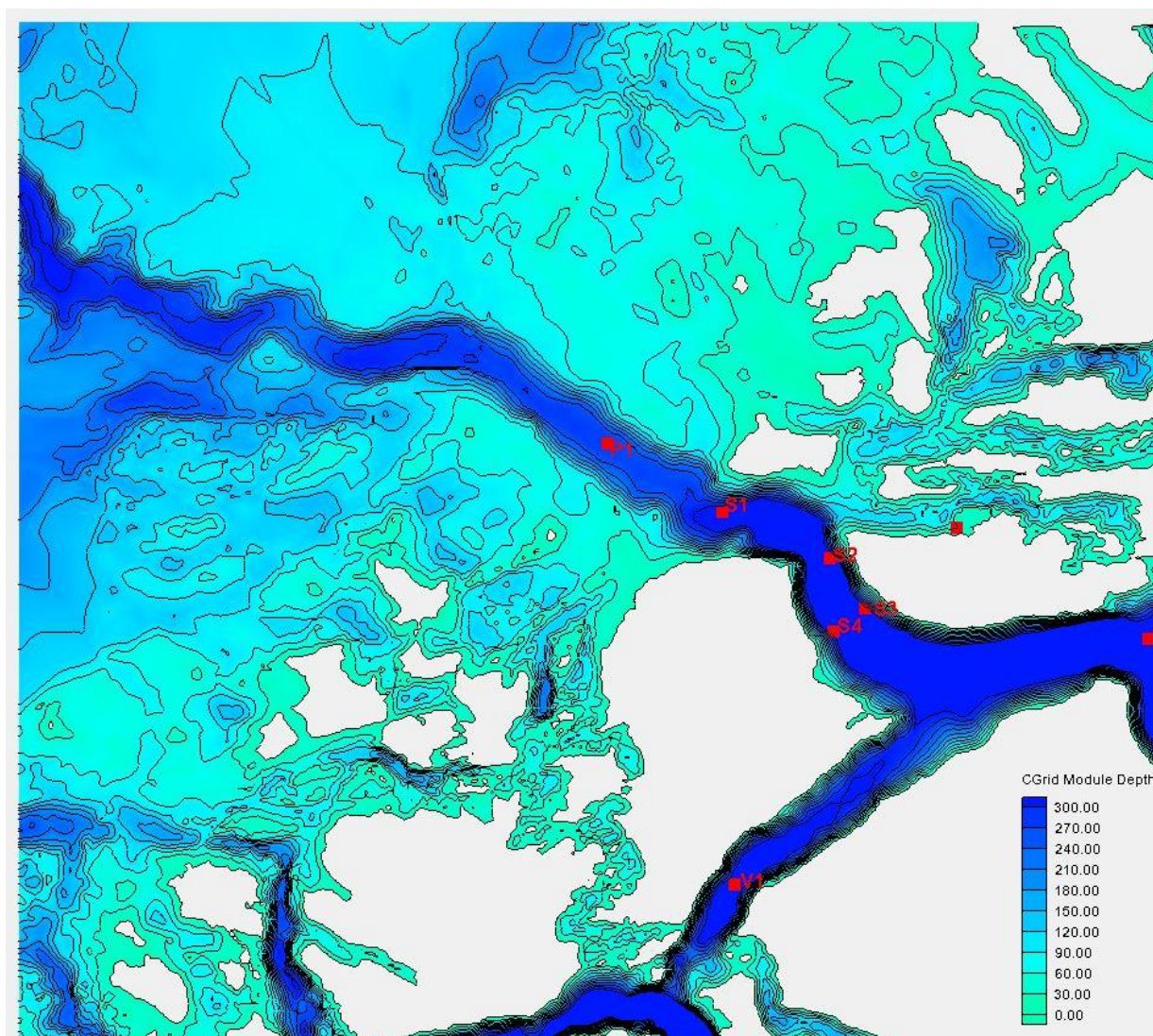
Havbølgene er i hovedsak bølger som kommer inn fra vest gjennom Breisundet. Utenfor en linje mellom Godøya og Hareidlandet er det åpent hav rett mot vest og nordvest. Havbølgene er undersøkt i to trinn ved hjelp av numerisk modellering.

I første trinn undersøkes hvordan bølgene forplanter seg fra åpent hav og fram til et punkt ca 700 m vest for Langevåg sentrum (Æhammaren). Dybde data i denne modellen er vist i Figur 2, og et eksempel på resultat av bølgeberegninger er vist i Figur 3. De spesielle dybdeforholdene utenfor Breisundet (Figur 2) gjør at det er stor forskjell på hvordan bølger med ulik periode kommer inn mot Breisundet og Heissafjorden. Bølger med periode $T = 10$ s og $T = 16$ s er alle i kategorien havbølger som er generert av stormer i åpent hav. Havområdet utenfor Breisundet består av Breisund-djupet som har en typisk dybde på 250 - 300 m, og havområdene på hver side av denne «kanalen», der typiske dybder er 50 - 100 m. Konsekvensen er at de (relativt sett) korte bølgene med periode 10 s vil gå rett over de grunne områdene med dybder 50 - 100 m og fortsette inn mot Langevåg.

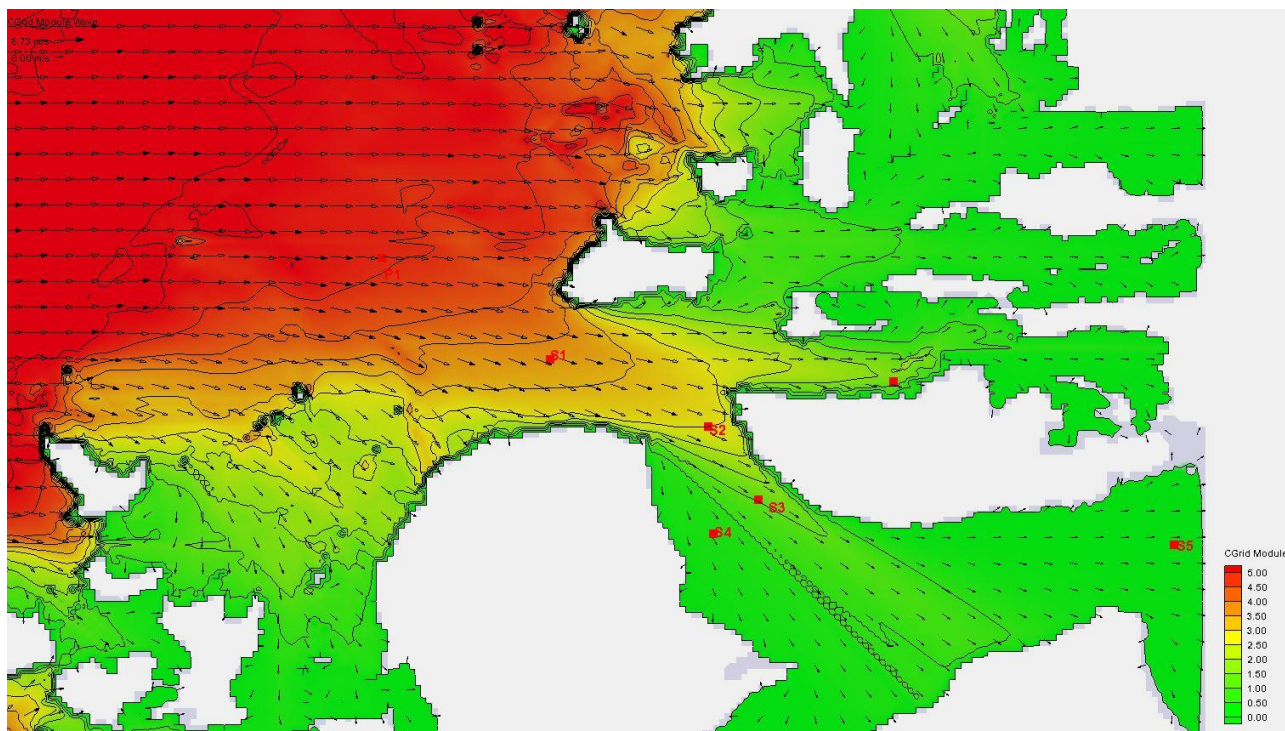
Når perioden øker til 16 s blir bølgene lengre, og de påvirkes av bunnen i det samme grunt-området (50 - 100 m) og styres dermed unna slik at de treffer land på begge sider av Breisundet, og i mye mindre grad når fram til Langevåg.

Stormer med bølger i øvre del av periode området (spektral topp-periode $T_p = 14$ s - 18 s) er bølger som er skapt av stormer mellom Norge og Island eller lengre ut, mens de kortere bølgene i området $T_p = 10$ s - 14 s er skapt av stormer i Nordsjøbassenget mellom Norge og Shetland og Færøyene.

Av generelle forsiktighetshensyn legger man grunn verdier for bølger med periode $T_p = 10.0$ s



Figur 2 Dybdatedatamodell for havet utenfor Ålesund. Langevåg er markert med et rødt punkt (nummer 2 fra høyre). Breisund-djupet er den lange «kanalen» som leder ut av Breisundet.



Figur 3 Fordeling av signifikant bølgehøyde ved innkommende bølger med retning 270° i åpent hav

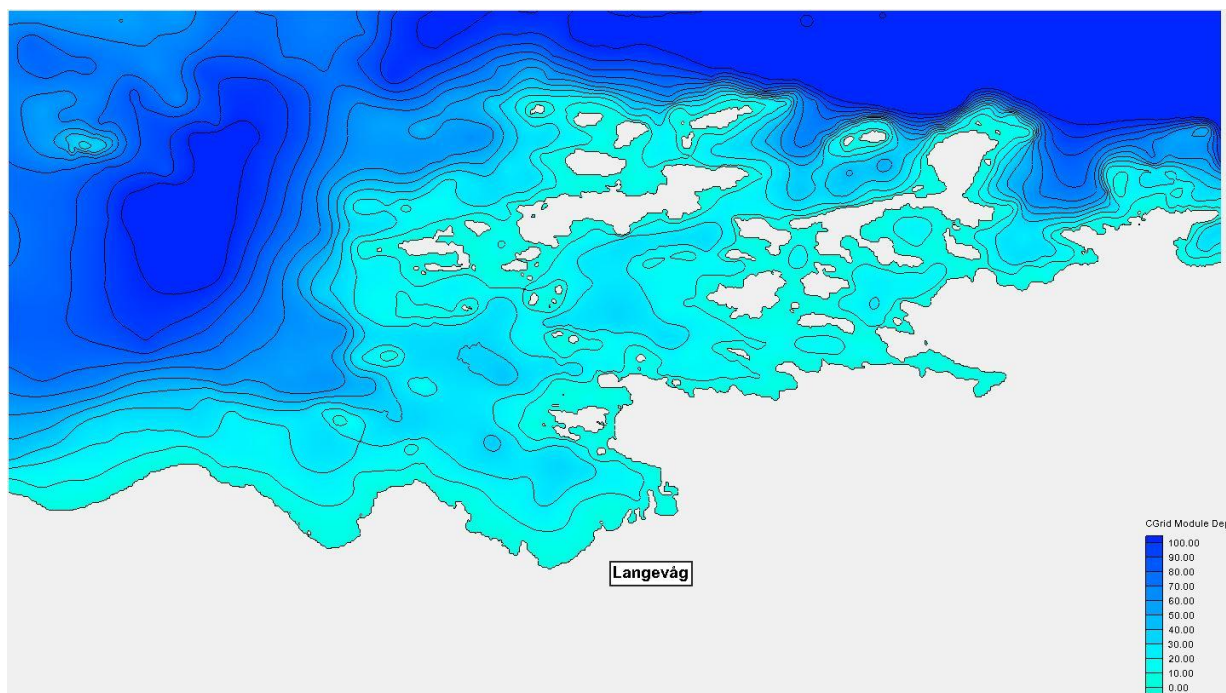
Den videre bølgeforplantning fra Æhammaren ca 700 m vest for Langevåg og inn til havna er analysert i en mer detaljert modell. Dybde data for modellen er vist i Figur 4, og detaljer for Langevåg sentrum er vist i Figur 5. Figur 5 viser også punkter A - R der bølgehøyder er avlest fra modellen. I denne rapporten er det vist data for punktene D - P som er lokalisert i Langevåg sentrum.

Figur 6 viser et eksempel på resultat fra beregningen av havbølger. Her er fordelingen av signifikant bølgehøyde H_{m0} vist for et tilfelle der vi har signifikant bølgehøyde $H_{m0} = 5.0$ m med spektral topp-periode $T_p = 10$ s fra retning 270° i åpent hav. Bølgehøyden i Langevåg sentrum er i dette tilfellet 0.3 - 0.4 m. Man kan nå skalere bølgehøydene, slik at man for et tilfelle med $H_{m0} = 10.0$ m i åpent hav, vil få dobbelt så høye bølger i Langevåg som det Figur 6 viser.

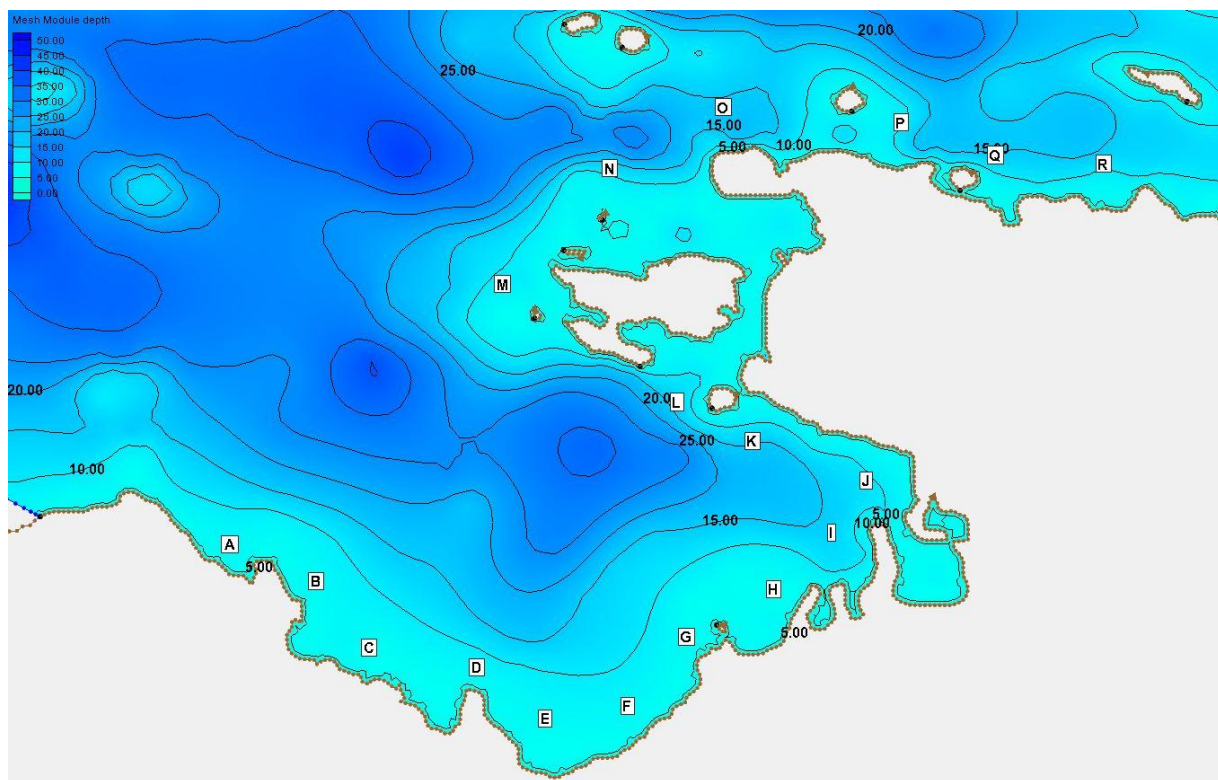
Figur 6 viser også at havbølger mot Langevåg vil ha en tendens til å fokuseres mot området ved Myraneset og øyene rundt Massholmen.

I tillegg må man ta hensyn til at dersom det inntreffer en storm fra vest med høye bølger fra havet, vil den stormen sannsynligvis følges av sterk vestlig vind i Heissafjorden, som gir tilskudd av lokal bølge-energi.

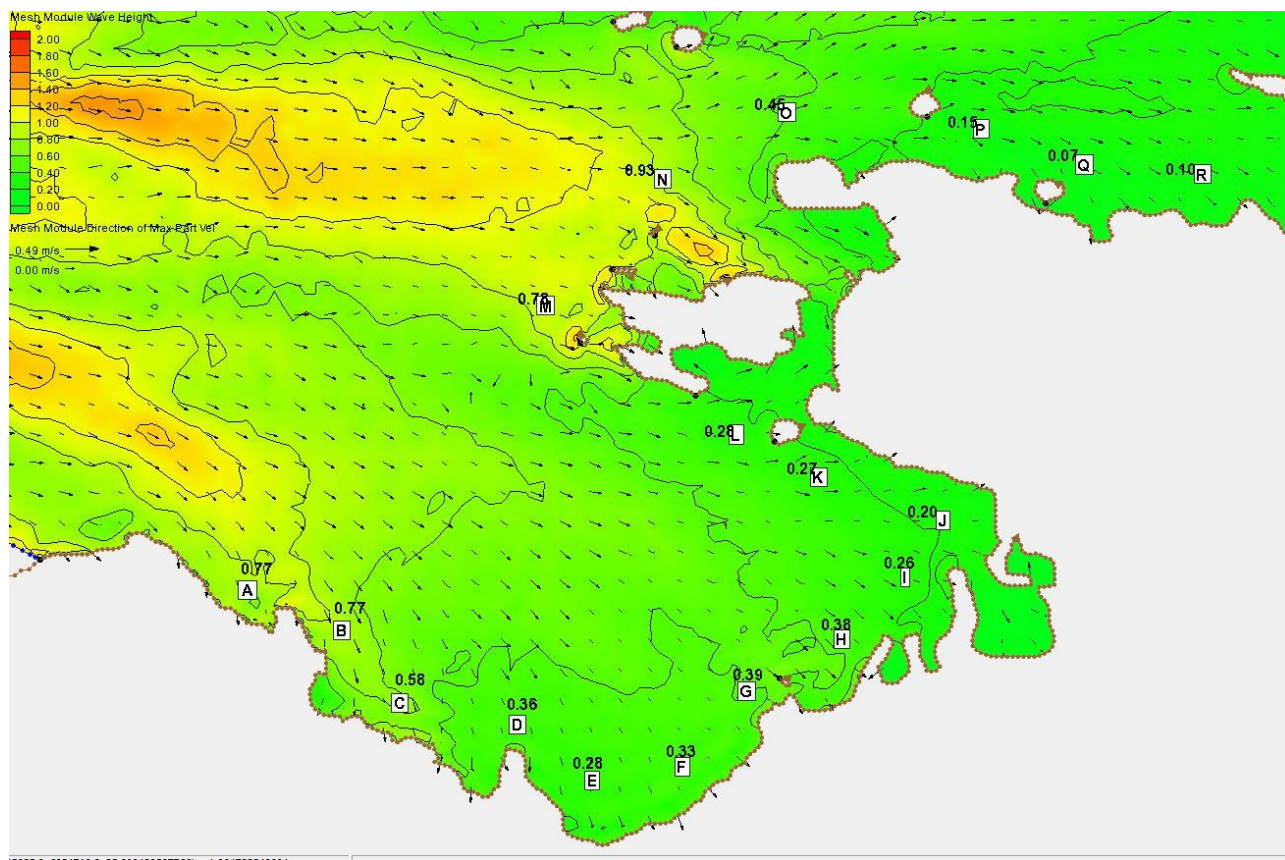
For å summere disse to bølgetilstandene benyttes en metode der man summerer energien for hhv. havbølger og vindbølger, og regner ut en ny *ekvivalent* bølgehøyde. Dette er normalt en tilnærming til virkeligheten, men i Langevåg kan man anta at svaret er nokså nær virkeligheten. Årsaken er at når vinden blåser over et havstykke der det allerede finnes høye havbølger, så vil vinden ha en tendens til å skyve på de eksisterende bølgene og øke høyden på dem, framfor å skape nye bølger.



Figur 4 Dybdatedamodell for Langevåg



Figur 5 Langevåg sentrum med avmerkede punkter A - R der bølgehøyder er observert



Figur 6 Tilfelle med signifikant bølgehøyde $H_{m0} = 5.0$ m med spektral topp-periode $T_p = 10$ s fra retning 270° i åpent hav

Vind-genererte bølger i Heissafjorden er basert på vind-data fra Vigra 2002 - 2011. Det benyttes en modell som beregner bølgehøyder basert på vindhastighet og fri sjøoverflate i vindretningen.

Det brukes statistikk for bølger i åpent hav og statistikk for vinden ved Vigra, til å beregne ekstremverdier av bølgehøyder i Langevåg i punktene D - P. Statistikk for bølger i åpent hav er hentet fra punkt N 62.57° / Ø 5.67° . I dette tilfellet er det aktuelt å dimensjonere alle bygg og bygninger etter Sikkerhetsklasse F2 fra byggeforskriften TEK17.

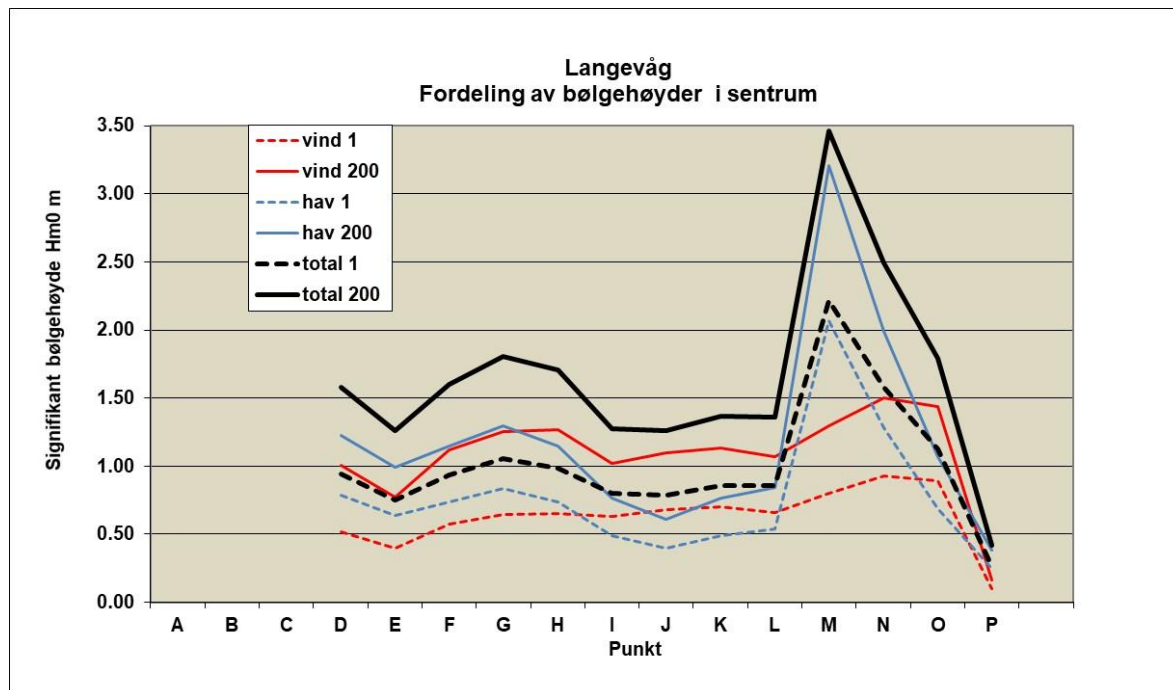
Klasse F2 (se avsnitt Stormflo) innebærer at flomrisiko skal estimeres for 200 års returperiode i 2090 (inkluderer klimaendringer), for utslippsscenario RCP8.5 og med ensemblespredning 95 %.

Klasse F1 omfatter midlertidige konstruksjoner og steder uten permanent menneskelig opphold og med små eller ingen konsekvenser for miljøet ved skader, og benytter 20 års returperiode.

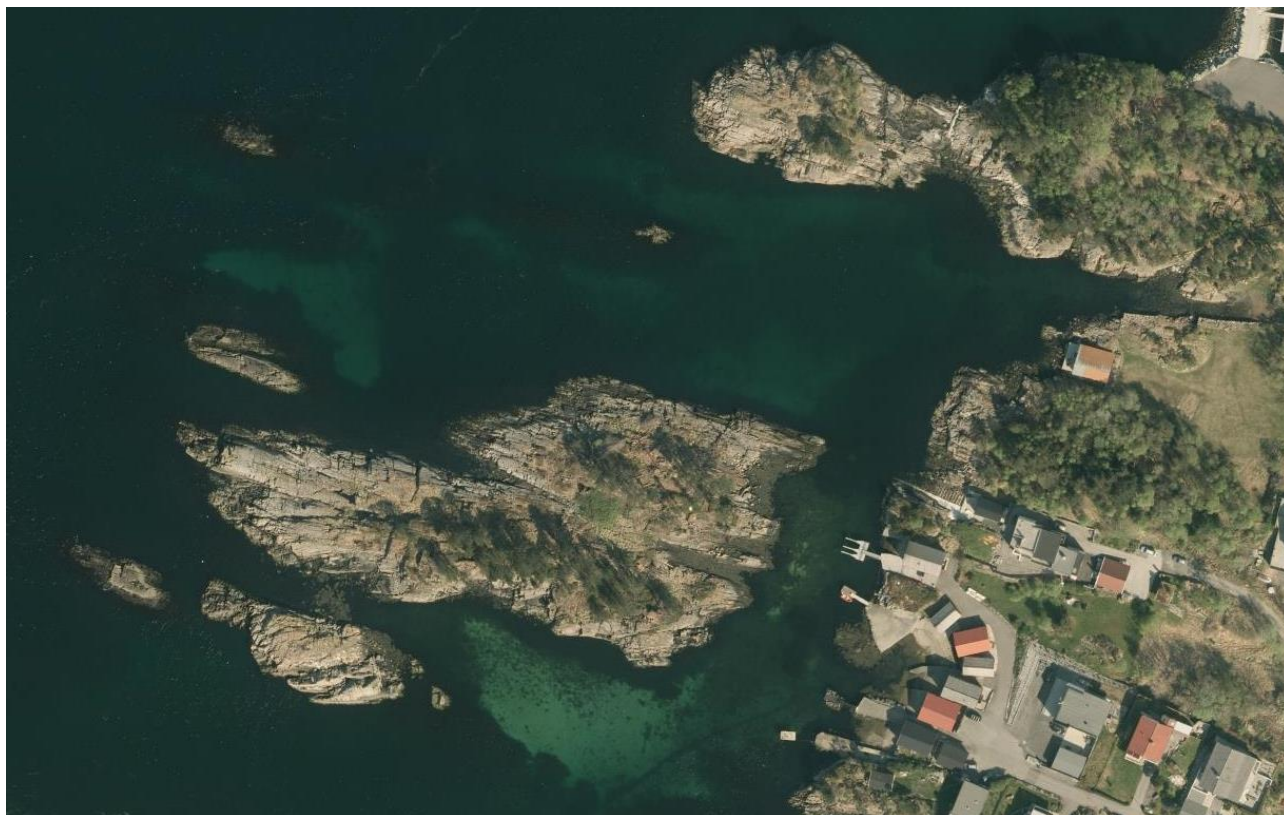
Klasse F3 omfatter samfunnskritisk infrastruktur, og gjelder konstruksjoner som må fungere også under en krise, for eksempel brannstasjoner, politistasjoner, helseinstitusjoner og telekommunikasjonsanlegg. Her skal det benyttes 1000 års returperiode.

Resultat fra beregningene er vist i Figur 7. Her framgår det at bølgehøydene mot Langevågen er moderate i hele vågen fra Molværsmyra i sørvest til Kyrkjesundet i nord. I dette området er dimensjonerende bølger i størrelse $H_s \approx 1.5$ m $\pm$ 0.25 m. De høyeste bølgene finnes ved Geilneset midt i vågen. Årsaken til at bølgene synes å fokuseres her, er at bunnen styrer bølgene inn mot begge sider av Langevågen og inn mot midten, se Figur 6.

På nordsiden av Langevågen, det vil si utenfor Kyrkjесundet, ser man at det er en betydelig økning av bølgehøydene mot Massholmene, der signifikant bølgehøyde kommer opp til $H_s = 2.5 - 3.5$ m. Økningen på dette stedet skyldes både at bunnen styrer bølgene inn mot dette området, og at Massholmene ligger slik til at det er direkte, fri sikt ut mot åpent hav. Massholmen går opp til en høyde på ca 5 - 6 m, men det er bare i en høyde over ca 4.0 m og i en avstand på 50 - 70 m fra sjøen at det finnes vegetasjon, se Figur 8. Det viser at det er høy bølgebelastning på dette stedet.



Figur 7 Fordeling av signifikante bølgehøyder i Langevåg sentrum med 200 års returperiode



Figur 8 Flyfoto av Massholmen som viser manglende vegetasjon i vestenden av holmen

Hva som vurderes som høy eller lav belastning fra bølger avhenger av hva man ønsker å bruke et område til. Bølgehøyder angis som signifikant bølgehøyde med symbol H_s eller H_{m0} . Denne størrelsen er definert som middelverdien av den høyeste tredjedelen av alle bølger innenfor en registrering eller en storm. Det følger at ca 1/6 av de samme bølgene vil være høyere enn H_s , og et mye brukt estimat på den høyeste bølgen innenfor en slik storm er $H_{max} = 2.0 H_s$. En signifikant bølgehøyde mot Geilneset på $H_s = 1.75$ m kan altså innebære en enkeltbølge på opptil $H_{max} = 3.5$ m.

Selv om man mener at bølgehøydene mot Langevåg er moderate, så er bølgene så høye at de kan gi problemer. Generelt antar man at det finnes noen grenser for ulike aktiviteter på og nær sjøen. Noen slike er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 2 Tabell som viser generelle verdier for akseptabel signifikant bølgehøyde

	Størrelse for Hs	Anvendelse og grenser
Marina og småbåthavner	0.2 -0.3 m	Antatt maksimalverdi for bølger i marinaer og småbåthavner under normal bruk av havna
	0.5 m	Maksimal tillatt bølgehøyde i en småbåthavn for sikker fortøyning (uten bruk av båtene)
	1.0	Normal grenseverdi for bølgehøyder inn mot flytebrygger
Fiskerihavner	0.5 m	Grense for operasjoner i fiskerihavner
	0.7 m	Grense for fiskerihavner, fortøyning uten operasjoner
Trafikk- og godshavner for større skip	0.7 - 0.9 m	Grense for fortøyning og operasjoner for større skip

For aktivitetsområder på land (veger, promenader, brygger, osv) benytter man seg ofte av et litt mer komplekst kriterium som tillatt overskylling, der overskyllingen måles som en mengde vann i liter per tidsenhet per lengdemeter (l/(sm)). Her varierer kriteriene betydelig, men i Norge er det vanlig å antyde følgende kriterier.

0.1 - 1.0 l/(sm):	Komfortgrense, ubehagelig, men ikke farlig
1 - 4 l/(sm):	Grense for beredskapsituasjoner, f eks nødutganger og evakueringsruter
10 l/(sm):	Grense for personer med god førlighet og godt utstyr, og som er forberedt på å møte utfordrende værforhold.
5 - 10 l/(sm):	Vanlige personbiler med redusert hastighet
50 l/(sm):	Tyngre kjøretøy med redusert hastighet

FØRINGER FOR REGULERINGSPLAN

Utsnitt av gjeldende plankart for Langevåg sentrum er vist i Figur 9. Fra kartet kan man inndelegge den planlagte utnyttelsen av området i 7 kategorier som vist i Tabell 3.

Tabell 3 Inndeling av klassifiserte områder i Områdereguleringsplanen

Anvendelse	Sikkerhetsklasse
1. Bebyggelse, antatt permanent	F2
2. Bebyggelse, naust og sjøhus	F1
3. Grøntarealer, park, turstier, promenader, osv	F1
4. Marina, småbåthavn (sjøareal)	F1/F2
5. Marina, småbåtanlegg (antar anlegg på land)	F1/F2
6. Kai	F1/F2
7. Boliger, grensende til eller nær sjø	F2

Planen inneholder ingen nye anlegg som på dette tidspunkt kan identifiseres som samfunnsskrittisk infrastruktur (Sikkerhetsklasse F3). Sulatunet sjukeheim som eksisterer i dag vil imidlertid falle i Sikkerhetsklasse F3. Dersom man på et senere tidspunkt vil vurdere å plassere et F3-bygg i området (nær sjøen), må det gjøres en separat vurdering av det bygget.

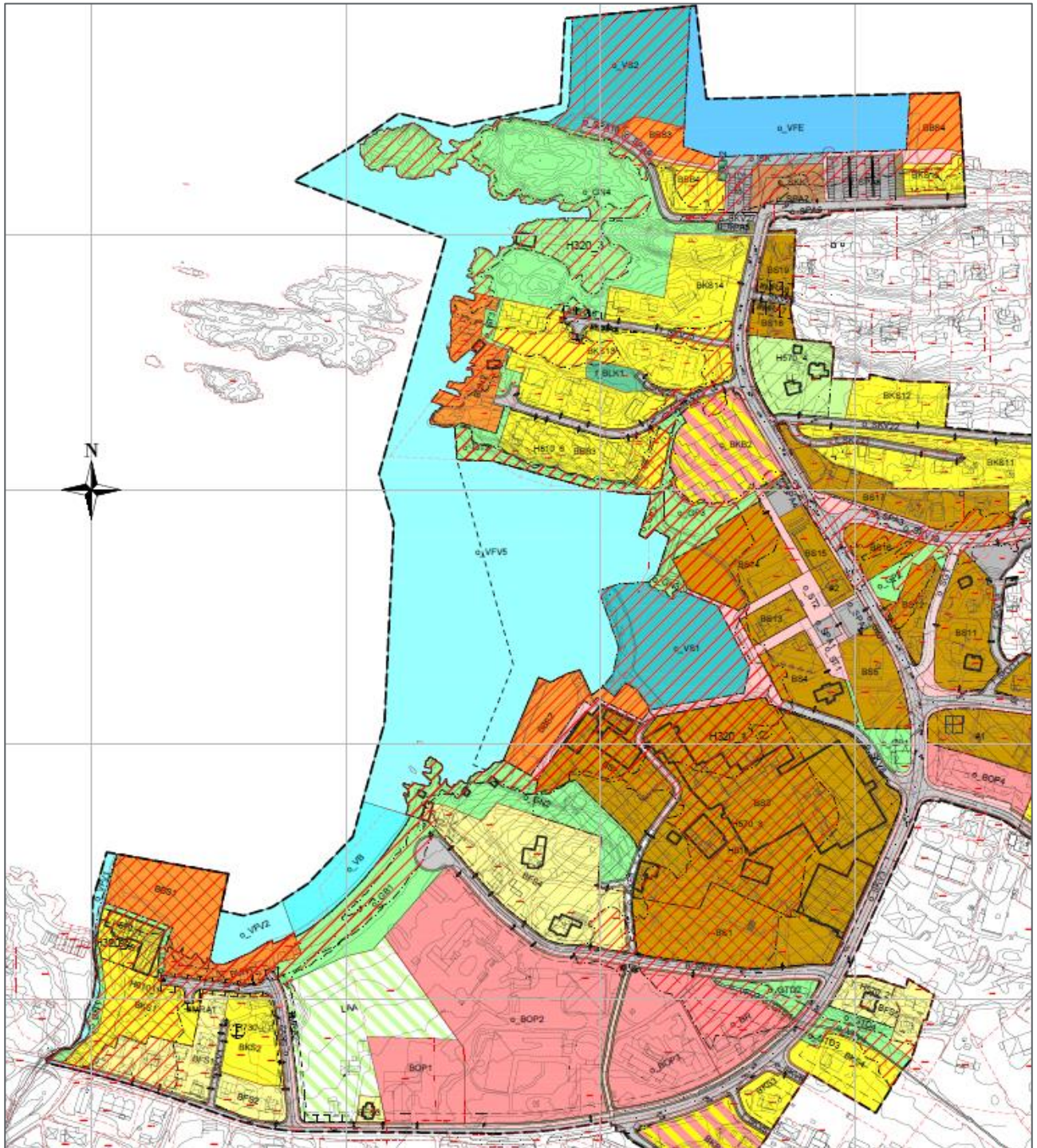
Den generelle vurderingen er at Sikkerhetsklasse F1 er en lite anvendelig klasse. Her skal det benyttes en returperiode på 20 år, og det betyr at flom kan inntreffe med jevne mellomrom, og at flom er et fenomen man må regne med. Klassen kan være anvendbar for anlegg som tåler inntrenging av vann, som eksempelvis et tradisjonelt naust eller sjøhus. Slike bygg må nødvendigvis ligge nær sjøen, og var tidligere utformet slik at man kunne tåle vann inn i nederste etasje uten at det medførte skader.

For moderne bygg er det imidlertid mindre aktuelt fordi det benyttes mer elektriske anlegg, tette byggematerialer med isolasjon og fuktsensitive materialer i bygg og innredning. Dersom man velger å benytte klasse F1 for flomfare med 20 års returperiode, må man imidlertid velge en annen og høyere klasse for de øvrige deler av bygget, som f.eks. statisk stabilitet og fare for oppdrift.

Det er tre soner og ett eksisterende anlegg i Langevåg sentrum som kan kreve spesiell oppmerksomhet. Sonene er avmerket på Figur 10.

1. Sone for BBS: Småbåtanlegg i sjø i sørvest
2. Strand for bading: Angitt som «GB Badeplass»
3. Promenade i vågens nordvestre del: Angitt som «GT Turveg»
4. Sulatun sjukeheim

De øvrige områdene i sentrum er enten ferdig utbygd eller er naturområder som ikke skal endres.



Figur 9 Utsnitt av Områderegeringsplan, oppdatert 2019-09-05



Figur 10 Flyfoto av vågen med markering av fire områder

Marina/Småbåtanlegg i sjø (BBS1)

Her er det definert et rektangulært område i sjøen, og er intensjonen at dette skal brukes til småbåtanlegg eller marina. Det er mulig å beskytte anlegget mot bølger ved å utvide den eksisterende moloen langs reguleringsgrensen. Moloen som vender utover mot åpen sjø er det primære vernet mot bølger. Under generelle betingelser bør denne moloen ha en høyde på 1.5 m over dimensjonerende stormflo for å sikre at overskyllingsraten er under 10 l/(sm). Ved å bruke tallene fra avsnitt *Stormflo* får vi en nødvendig høyde på molotoppen som følger:

Nødvendig høyde av molo = 1.5 m (bølger) + 2.58 m (stormflo) = 4.08 m NN2000.

Denne høyden er nødvendig dersom det skal settes opp et bygg eller lignende bak moloen. Detsom det ikke skal settes opp noen bygninger, og moloen bare skal tjene til skjerming mot bølger i havna, kan Klasse F1 benyttes, hvilket gir en nødvendig høyde på 3.1 m NN2000.

Man bør være klar over at en molo langs yttergrensen av det regulerte området høyst sannsynlig vil føre til at stranda øst for bygget (foran naustene) vil rykke fram, og dermed gi naust-brukerne lengre veg til sjøen, og tilsvarende redusert nytte av naustene.

Vi har ikke vurdert grunnforholdene, og bære-evnen i grunnen må undersøkes av en geoteknisk konsulent.

Strand for bading

Slike strender krever normalt ingen tiltak. Flyfoto viser at stranda er stabil med små endringer fra 1947 og fram til i dag. Det har vært naust på samme sted i strandas sørvestre del siden 1947. Generelt bør man ikke foreta inngrep eller bygge noe i en slik strandsone uten at det er nødvendig for å sikre annen type infrastruktur, og alle slike inngrep bør analyseres i detalj for å unngå utilsiktede og uventede konsekvenser.

Planen (Figur 9) viser at det er planlagt en sirkulær snuplass i strandas nordøstre del, nær et bolighus. Her er plankartet justert og snuplassen trukket tilbake fra strandsonen, slik at det ikke blir konflikt mellom stranda og vegen.

Promenade

Promenaden langs sjøen her vil gå over en lav fjæresone som ligger mellom en sammenhengende boligsone og sjøen. Promenaden kan bygges på ulike måter, og de mest vanlige er en murt/plastret sprengsteinsfylling eller en frittstående bro på peler. Eksempler på frittstående bro er vist i Figur 11 og Figur 12. Figur 13 og Figur 14 viser løsninger basert på murte steinblokker.

En promenade basert på en steinfylling vil måtte ha en høyde på ca 4.1 m NN2000 for å gi tilfredsstillende sikkerhet for publikum. Det vil da kunne forekomme noe overskylling og vann på gangbanen under større stormer.

Velger man en broløsning må underkant av broa være så høy at toppen av bølgene ikke når opp til broa, noe som i praksis er et sterkere krav enn det som stilles til steinfyllinger. I dette tilfellet anslås det at underkant av broa må ha en høyde på ca 4.5 m NN2000.



Figur 11 Eksempel på promenade av frittstående brobygg



Figur 12 Eksempel på promenade av frittstående brobygg



Figur 13 Promenade av murt og sprengt naturstein (Hasselvika)



Figur 14 Promenade av murt og sprengt naturstein (Molde)

Sulatun Sjukeheim

I henhold til standarden i TEK17 ligger sjukeheimen utsatt til for påvirkning fra statisk stormflom og kombinasjonen stormflo og bølger. Figur 15 viser et snitt fra sjøen og gjennom sjukeheimen. Den delen av sjukeheimen som ligger nærmest sjøen har en høyde på 2.6 m NN2000, og ligger ca 25 m fra dagens middelvann-linje. Høyden tilsvarer stormflohøyden i Klasse F2, men er 10 cm for lav til å tilfredsstille Klasse F3.

Dersom en stormflo-situasjon med høyde mer enn F2-kravet inntreffer, så vil sjøen stå helt opp til bygget, og eventuelle bølger vil slå direkte mot husveggen.

Dersom bygget skal tilfredsstillere kravet i TEK17 Sikkerhetsklasse F3 må det settes inn tiltak for å sikre bygget mot flom fra sjøen. Slike tiltak er utenfor denne rapportens mandat, men det er sannsynlig at bygget kan sikres med sikring av vestvendte fasader kombinert med en utvidelse av murene i det parkanlegget som ligger SV for sjukeheimen, se Figur 16. Slike murer har til hensikt å bryte bølgene før de når veggene på bygget, og må også fungere som et «dike» for å hindre vann i å trenge inn mot bygget. Det er mulig at slike diker må suppleres med brønner og pumpe-anlegg.

Vi vurderer at det ikke er prekært å oppgradere sjukeheimen til Sikkerhetsklasse F3. Dagens 1000-års stormflo er 1.93 m NN2000, og i den situasjonen står vannet opp til gangstien som går i en bue langs steinfyllingen (Figur 16). Da er det fortsatt ca 20 m igjen inn til bygget, og det vil være nok til å redusere bølgene til et akseptabelt nivå ved sjukeheimen.



Figur 15 Høydesnitt fra høydedata.no



Figur 16 Flyfoto som viser parkanlegg med steinmurer foran sjukeheimen

Øvrige områder i planen

De resterende områdene i vågen er enten naturområder som ikke skal endres eller områder disponert som småbåt/marina-anlegg. De siste er i stor grad beskyttet av moloer. Man finner ingen tema eller emner her som krever spesiell oppmerksomhet.

KONKLUSJON

- A. Byggverk i strandsonen skal dimensjoneres etter gjeldende byggt teknisk forskrift og flomsikres i samsvar med aktuell sikkerhetsklasse. Det anbefales ikke at noen bygg eller lignende tiltak dimensjoneres etter Sikkerhetsklasse F1. Klasse F1 benyttes for naturområder, parker og stier. I det etterfølgende er det antatt verdier tatt fra Sikkerhetsklasse F2 (200 års returperiode i 2090). Dersom tiltak i Sikkerhetsklasse F3 er aktuelt må det gjøres egne vurderinger.
- B. Det er gjennomført en analyse av forekomst av vindbølger og havbølger i Langevåg sentrum. Analysen viser at det er tydelige innslag av havbølger og dønning i Langevåg. Sammen med de lokale vindbølgene er beregnet signifikant bølgehøyde i Langevåg sentrum i størrelse $H_s \approx 1.5 \text{ m} \pm 0.25 \text{ m}$. På vestsiden av Massholmen øker belastningen opp til $H_s \approx 3.5 \text{ m}$, og her dominerer havbølgene.
- C. Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Ålesund og estimerer på framtidig endring av middelvann i Sula kommune. Vannstandsøkning som følge av klimaendringer er hentet fra referanse 1. Dimensjonerende stormflonivå i 2090 (Klasse F2) er 2.57 m NN2000.
- D. Sentrumsplanen er gjennomførbar og uten svakheter. Det er følgende merknader til fire utvalgte områder i Langevåg.
 - 1. Område for «BBS1: Småtanlegg i sjø» i planens sørvestre del (Figur 9): Området kan brukes til småbåtanlegg eller marina, og stedet kan beskyttes mot bølger ved en molo langs områdets yttergrense. Antatt nødvendig høyde på molo mot vest er ca 4.1 m NN2000.
Vi gjør særskilt oppmerksom på at en utfylling eller molo i dette området kan ha negative konsekvenser for naustene som ligger øst for området.
 - 2. Strandområde: Ingen særskilte tiltak er nødvendig, men man må unngå å bygge noe nær stranda. Stranda er stabil, men man bør følge med på utviklingen i nordøstre del av stranda, nær bolighuset.
 - 3. Promenade/Turveg på nordsida av vågen: Åpning for en tursti for alminnelig publikum er gjennomførbart, men det må sikres at stien er trygg å ferdes på.
 - 4. Sulatun sjukeheim: Dette anlegget faller i Sikkerhetsklasse F3, og ligger for lavt i dag til å tilfredsstille den klassen. Bygget er ikke kritisk utsett for flom i dag, men det bør legges en plan for permanent sikring av bygget ved tiltak utenfor anlegget.

ANBEFALTE BYGGEHØYDER

Den alminnelige sikkerhet mot flom og uønsket vann-inntrenging er gitt av returperioden som benyttes. En returperiode på 200 år tilsvarer en «nominell årlig sannsynlighet» (begrep fra TEK17) på 1/200. Planleggingshorisonten i Sikkerhetsklasse F2 er satt til 2090. Det vil si at den ønskede sikkerhet er til stede helt fram til 2090, og følgelig må man i dag ha en viss overhøyde for at det skal være godt nok i de neste 70 år.

Hus og bygninger er permanente konstruksjoner som forventes å ha en levetid på over 100 år. Disse konstruksjonene er også vanskelige å justere eller tilpasse til nye flomverdier.

Klima-endringene og heving av middelvann-nivået er imidlertid en langsom prosess, og i løpet av tida fram til f.eks. 2050 vil man ha mulighet til å se hvor raskt endringene går.

Noen typer konstruksjoner kan justeres eller endres for å tilpasse seg endrede forhold. Dette gjelder for eksempel moloer, veger, turstier, parker osv. Andre konstruksjoner er avhengige av nærhet til sjø for å fungere; det gjelder for eksempel kaier, brygger, naust osv.

Vi foreslår følgende reguleringsbestemmelse:

Faresone– Flaum H320_2 tilsvarar berekna flaum ved stormflo inkl. havnivåstigning og bølgepåverknad fram til 2090. Faresona omfattar frå kote 0.0-2,8 m.o.h. og alle areal som er nærere enn 50 meter frå sjø og ligg under kote 4,1 for sørlegaste delen av sentrum og under kote 4,6 for nordlegaste delen av sentrum.

Før bygging av nye tiltak, jfr. pbl §1-6 i kan iverksetjast, skal tilstrekkeleg sikkerheit mot flaum og bølgepåverknad jf. sikkerheitsklasser og sikkerheitskrav gitt i byggeteknisk forskrift, vere dokumentert. Dersom tiltak i sikkerheitsklasse F3 er aktuelt må det gjerast eigne vurderingar og ev. tiltak.

Minste byggehøgde på golv i bygg er 2,8 m.o.h NN2000 for bygg utan spesielle tiltak for sikring mot vassinntrenging.

REFERANSER

1. M.J.R. Simpson, J.E.Ø. Nilsen, O.R. Ravndal, K. Breili, H. Sande, H.P. Kierulf, H. Steffen, E. Jansen, M. Carson, O. Vestøl (2015): Sea Level Change for Norway NCCS report no. 1/2015

2	2021-06-22	2. gangs offentlig ettersyn - reviderte flomklasser	Arne E Lothe	Siv Sundgot	Siv Sundgot
1	2019-09-19	1. gangs offentlig ettersyn	Arne E Lothe	Siv Sundgot	Onno Musch
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.