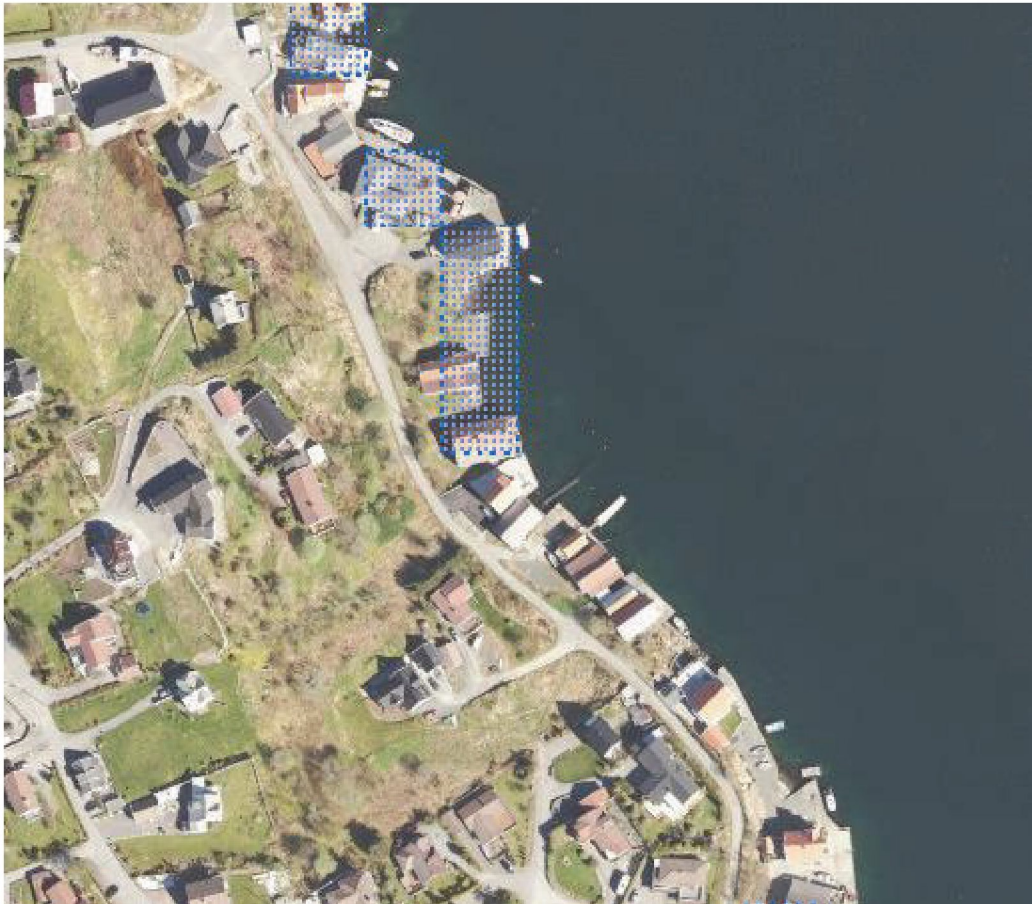


# RÅDGIVINGSNOTAT

## VURDERING AV STORMFLO OG BØLGEPÅSLAG

Prosjekt: 5017070 –  
Knr – Gnr/Bnr: 1149- 3/134,452 m.fl.  
Kunde: Erlend Nilsen  
Utarbeidet av: Christoffer Hovda  
Kontrollert av: John Ola Mytting og Kjersti M Fagerheim  
Revisjon 18.05.2020



Figur 1 flomsone fra NVE Atlas

## Innhold

1. Grunnlag .....	3
2. Kompetanse.....	3
3. Stormflo.....	3
4. Case .....	5
4.1. Lengste ugunstige vindretning .....	5
4.2. Ugunstig vindretning i retning med stormflo.....	5
4.3. Foto av havnivå ved ekstremvær .....	6
5. Vindlast.....	7
5.1. Beregning av effektivt strøk etter Retningslinjer for laster og dimensjonering NVE.....	7
5.2. Bølger som brekker .....	7
6. Beregninger .....	8
6.1. Bølger .....	8
6.1.1. Signifikant bølgehøyde:.....	8
6.1.2. Gjennomsnittlig bølgeperiode:.....	8
6.1.3. Bølgelengde:.....	8
6.2. Bølgeoppkylling.....	8
6.2.1. Ordnet steinskråning under 1,0:2,7: .....	8
6.2.2. Korrigering fra ordnet steinskråning med Ru flate 1,8:.....	8
6.2.3. Korrigering fra innfallsvinkel .....	9
7. Drøfting av konsekvens .....	9
7.1. Lengste ugunstige vindretning .....	10
7.2. Ugunstig vindretning i retning med stormflo.....	10
7.3. Illustrasjon av havnivåstigning med bølgepåslag for lengste ugunstige vindretning.....	11
7.4. Illustrasjon av havnivåstigning med bølgepåslag for ugunstig vindretning i retning med stormflo.....	15
8. Anbefalte tiltak.....	18

## 1. Grunnlag

Det er tatt utgangspunkt i følgende veiledere, nettressurser og datablader:

- Veileder fra havnivåstigning og stormflo utgitt av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
- SeHavnivå.no fra kartverket
- Sea Level Change for Norway, Past and Present observation and projections to 2100
- Retningslinjer for laster og dimensjonering-NVE
- Byggforsk blad 471.043

## 2. Kompetanse

PDS arkitekt har et fagmiljø med kompetanse på flom- og stormflogfaglige vurderinger. Foretaket har erfaring fra tidligere leverte flom og stormflogfaglige vurderinger i tillegg til kvalitetssikringssystemer som fanger opp denne type prosjektering. Ansvarlige prosjekterende har kjennskap til temaveileder, gjeldende forskrifter, standarder og retningslinjer og vurderinger gjennomgår sidemannskontroll eller uavhengig part med tilstrekkelig kompetanse.

I følgende prosjekter har firmaet gjennomført flom- og /eller stormflogfaglige vurderinger:

- Villa Nordtveit, Vindafjord og Etne kommune.  
Flomvurdering boligområde der vurdering ble gjort med veiledning fra fagpersoner ved NVE.  
Ansvarlig prosjekterende: Kjersti M Fagerheim, Arkitekt Master
- Grønnebakkan boligfelt, Harstad kommune.  
Flomvurdering i forbindelse med regulering av boligområde for 50 boenheter i Harstad kommune. Inkl. Rammeplan for vann og avløp  
Ansvarlig prosjekterende: Glenn Kollberg
- Sjøhus ytre Nes, Karmøy kommune.  
Flom og stormflogfaglige vurderinger for sjøhus i Karmøy kommune.  
Ansvarlig prosjekterende: John Ola Mytting og Christoffer Hovda
- Dupont H1 Wash step, Karmøy kommune  
Flom og stormflogfaglige vurderinger for industribygg i Karmøy kommune.  
Ansvarlig prosjekterende: Christoffer Hovda

## 3. Stormflo

Stormflo er ekstremt høy vannstand som følge av tidevann og andre faktorer som påvirker vann-nivået. Stormflo beregnes ved å hente data fra tidevannstabellenes ekstremverdier (i dette tilfellet fra Stavanger) og addere til mulige bidrag fra en heving av middelvannstanden som følge av Klimaendringer. Forskriften TEK 17 gir anvisninger på hvordan dette skal utføres

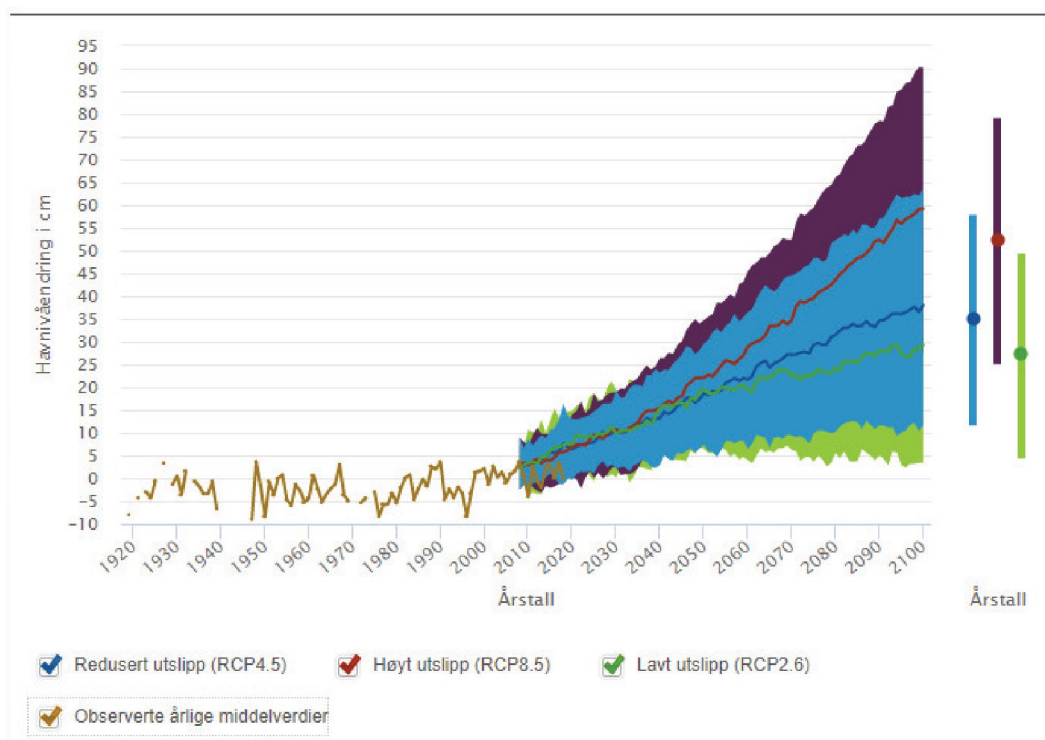
For beregninger av effekter av Klima-endringer benyttes følgende:

1. Klimascenario RCP8.5 (Høyt klimagass utslipp)
2. 95 % Kvantil for heving estimatet
3. Antatt utvikling frem til 2080-2100

Valgene av Parameterer framgår av retningslinjer fra DSB: Mulige utviklingsbaner fra 2017 er vist i figur 1, som viser utvikling for scenariene Høyt, Middels og Lavt og med 50% Kvantil (mest sannsynlige) og 95% (meget høy sikkerhet) frem til 2100. I denne figuren er det tatt hensyn til både Havstigning og den samtidige effekten av lokal landheving i Karmøy kommune.

På dette grunnlaget er konklusjonen vår at en dimensjonerende verdi på kote 2,0 m NN2000 for høyeste Stormflonivå i fremtiden (2090) med 200 års retur periode. Til sammenligning er høyeste verdi i Stavanger 110 cm over NN2000, og dagens 200 års verdi er 127 cm NN2000. Verdien kote 2,0 NN2000 er også forholdsvis godt i samsvar med anbefalt verdi i DSBs veileder Havnivå og stormflo, returnivå pluss havstignings med klimapåslag (190), se under. Beregninger vurderes å være innenfor det avviket som vil kunne oppstå basert på ulikheter i grunnlaget som legges inn i beregningen.

Figuren under viser antatt utvikling for havnivåendring ved Vedavågen frem til 2100, med utgangspunkt i lavt, middels og høyt utslipp av klimagasser.



Figur 2 Utviklingsbaner for havnivåendring fram til år 2100. Den gule linjen er innmålte middelverdier, og fargede soner viser antatt intervaller for havnivå med forskjellige utslippsfaktorer. Hentet fra SeHavnivå.no.

Anbefalte tall for høyde over NN2000 fra DSB er presentert under.

Retur nivå Stormflo (i cm over middelvann)			Havnivåstigning med klimapåslag	NN2000 over middelvann
20 år	200 år	1000 år		
101	115	123	80	8

Tabell 1. Tallene er hentet fra DSBs veileder. Tallene baserer seg på Kopervik med nærmeste måler i Stavanger.

Sikkerhetsklasse 1: 101 cm (middelverdi) for 20-års returnivå + 80 cm havnivåstigning (95 persentilen/klimapåslag) – 8 cm (kartgrunnlag NN2000) = 173 cm (avrundes til 170 cm)

Sikkerhetsklasse 2: 115 cm (middelverdi) for 200-års returnivå + 80 cm havnivåstigning (95 persentilen/klimapåslag) – 8 cm (kartgrunnlag NN2000) = 187 cm (avrundes til 190 cm)

Sikkerhetsklasse 3: 123 cm (middelverdi) for 200-års returnivå + 80 cm havnivåstigning (95 persentilen/klimapåslag) – 8 cm (kartgrunnlag NN2000) = 195 cm (avrundes til 200 cm)

Det betyr en stormflo på 187 cm (returnivå+ havstigning – kartgrunnlag NN2000).

For en videre vurdering av forholdet innenfor planområdet er det lagt til grunn DSBs forventede nivå på stormflo inkludert klimaendringer på 190 cm. Selv om dette ligger omtrent 10 cm under scenario Høy 95% vurderes det allikevel som tilstrekkelig for eksisterende for planlagt utbygging.

## 4. Case

Ekstremværet "Elsa" 2020 har gitt ny informasjon og korrigerte estimater. Blant annet har uværet vist at bølgepåslag i samsvar med stormflo ikke sammensvarer med de første beregninger, da det ikke ble oppdaget bølger av signifikans da «Elsa» inntraff. Det er oppdaget at situasjonen «Ugunstig vindretning i retning med stormflo» ikke er en reell situasjon som vil inntreffe, og rapporten har nå blitt oppdatert iht mulige situasjoner. Situasjonen «Lengste ugunstige vindretning» vil fortsatt være den samme, men denne situasjonen er diskutert nærmere og vil gi annerledes resultater.

Det gjennomføres analyse for to forskjellige situasjoner; lengste ugunstige vindretning og ugunstig vindretning i retning med stormflo. Tiltaket ligger i Vedavågen, og på grunn av molo i åpningen av Vågen samt terrengformasjoner kommer ikke havbølger og dønninger frem til tiltaket. Det vil forekomme noe oppstuing, men ikke i stor grad. Fra sør-østlig retning som vist i kapittel 4.1, er det potensiale for vindbølger av betydning. Andre vindretninger vil ikke skape vindbølger av like stor betydning. Inngangen til stredet er ca. 50 meter og stredet har en bredde på ca. 300 meter. Maks dybde er 34 meter, ca. 20 meter fra brygge går det raskt opp fra 10 til 5 meters dybde

som gir en grunne inne ved reguleringsområdet.



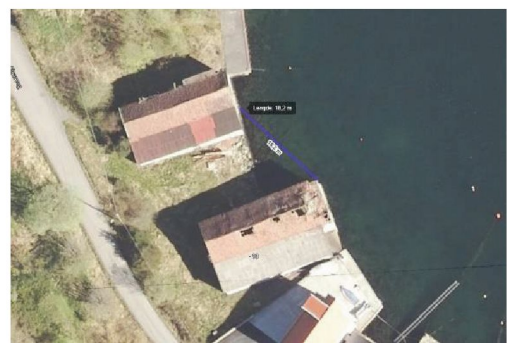
Figur 3 viser dybde utenfor tiltaket

### 4.1. Lengste ugunstige vindretning

Den antatte ugunstige vindretningen ligger mellom  $130,65^{\circ}$  og  $131,44^{\circ}$ , sør-østlig retning. Den antatte strøklengden mellom disse vindretningene kan komme opp mot ca. 2,5 km. Strøklengden er nesten den motsatte retningen av et potensielt værsystem som kan dytte inn en stormflo i vågen.



### 4.2. Ugunstig vindretning i retning med stormflo

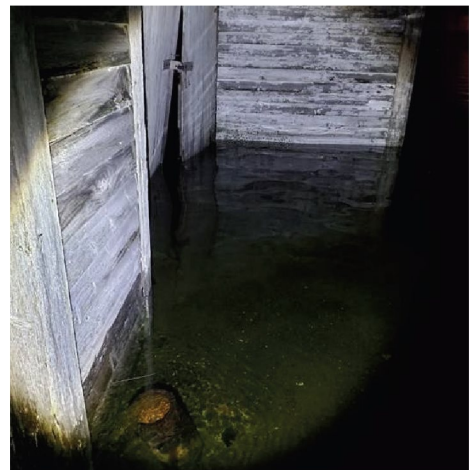
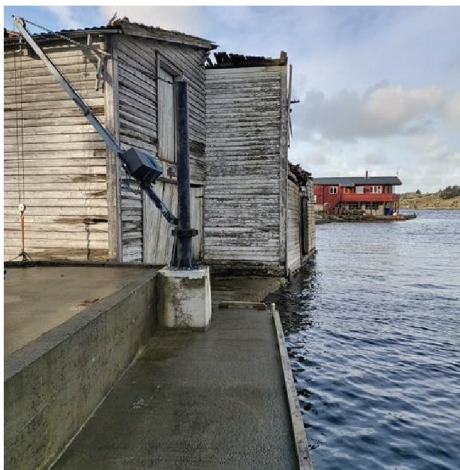


Med ugunstig vindretning i retning med stormflo, vil det kun bli ca. 18 meter effektivt strøk. Bølgepåslagene vil ikke ha mulighet til å nå planlagte bygninger, da det ikke er mulig ved effektivt strøk i samme retning som stormflo. Stormfloen vil komme inn ved nord-vestlig retning, ca. 320°.

*Figur 5 viser ugunstig vindretning i retning med stormflo*

#### 4.3. Foto av havnivå ved ekstremvær

Den rekordhøye vannstanden av ekstremværet «Elsa» ga ingen store konsekvenser for den allerede eksisterende bebyggelsen på tomten. Havnivået gikk opp til bebyggelsen som ligger under kote +1m, basert på [kommunekart.com](http://kommunekart.com). Bildene viser også at det ikke forekommer noen som helst bølgepåslag ved stormfloen.



## 5. Vindlast

Vindlast er beregnet iht. Byggforsk blad 471.043 med en høyde over havet på 10 meter, for å beregne vindhastighet. Denne er satt til 30 m/s dimensjonerende vindlast.

**Vindrose, frekvensfordeling av vind**  
Vindretning deles i sektorer på 30°  
Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

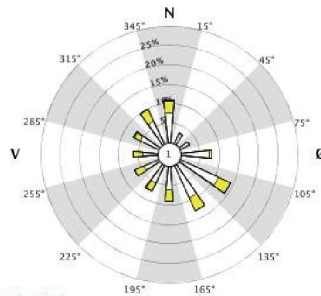
**Vindhastighet (m/s)**

- >30.2
- 22.8-30.2
- 15.3-22.7
- 7.8-15.2
- 0.3-7.7

**Stille (%)**

1

47260 HAUGESUND LUFTHAVN



År: 2003 - 2018  
jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des  
Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

Figur 6 viser vindrose for Helganes

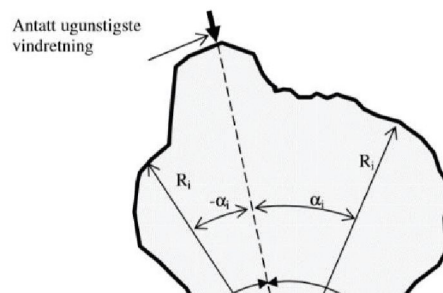
Vindrose fra meteorologisk institutt for Helganes lufthavn viser 1 dominerende vindretning som påvirker vindbølger i bassenget bak moloen, mellom 105°-165°. Selv om værstasjonen på Helganes er gjennomført med en kortere periode med målinger, enn en normal periode, så fremstår denne målestasjonen som mest sammenlignbar med planen både topografisk og geografisk. Det fremkommer også at det er målt opp imot 15,2 m/s i denne retningen, ikke 30 m/s.

### 5.1. Beregning av effektivt strøk etter Retningslinjer for laster og dimensjonering NVE.

Effektivt strøk er et beregnet vindfang for en bestemt retning. Beregningen baserer seg på antakelsen om at vinden overfører energi til vannflaten i den retning den blåser og inntil 90° til begge sider av denne retningen. Vindfanget betegnes ved effektivt strøk,  $F_e$ , som kan finnes ved den grafiske metoden angitt i figur 3-1 kombinert med formelen:

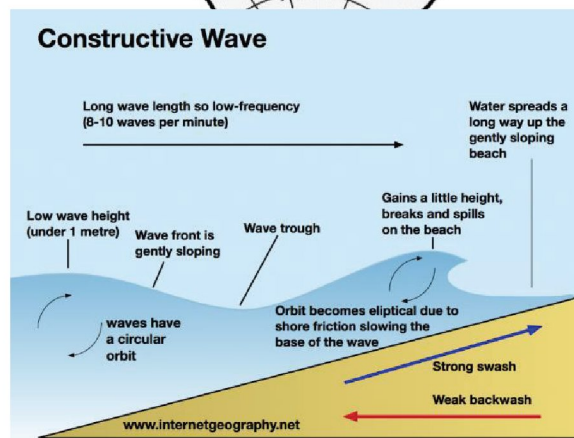
$$F_e = \frac{\sum_{i=-90^{\circ}}^{i=90^{\circ}} R_i * \cos^2 * \alpha_i}{\sum_{i=-90^{\circ}}^{i=90^{\circ}} \cos \alpha_i} [km]$$

På et egnet oversiktskart (vanligvis 1:50 000) avsettes den antatt ugunstigste vindretningen, angitt ved innfallsvinkel  $\beta$ . Med  $\beta$  som senterlinje avsettes radier til begge sider i 6° innbyrdes vinkelavstand, inntil 90° til hver side. Mellomliggende verdier for hver hele grad finnes ved lineær interpolasjon. Effektivt strøk for vindretningen finnes så av formelen ovenfor. For å finne den ugunstigste situasjonen bør det som regel gjennomføres beregninger for flere vindretninger.



### 5.2. Bølger som brekker

Bølger består av sirkulære strømminger. På grunn av forskjellige faktorer som lav havbunn eller dypere



undervannsstrømmer, kan den sirkulære strømmingen oppleve friksjon. For at en bølge skal kunne brenke trenger det en friksjon i bunnen av den sirkulære strømmingen. Da vil øverste del av bølgen bevege seg fortere enn bunnen, som skaper et overheng, og bølgen vil brenke. «A Level Geography» [1] sier at det er to forskjellige typer bølger; konstruktive og destruktive. I dette tilfellet er det konstruktive bølger som er gjeldende, da situasjonen tilsier lav bølgefrequens, dvs. lange bølger. Det som hovedsakelig er forskjellen mellom konstruktive og destruktive bølger er bølgeoppstillingen. Grunnet lange bølger vil de derfor ha en kraftigere bølgeoppstilling. Destruktive bølger har kortere bølgelengder, som tilsvarer svakere bølgeoppstilling, men kraftigere tilbakestrømminger.

## 6. Beregninger

### 6.1. Bølger

#### 6.1.1. Signifikant bølgehøyde:

$$H_s = 0,001917 * F_e^{0,45} * U^{1,353}$$

$$H_s = 0,001917 * 2,5^{0,45} * 108^{1,353}$$

$$H_s = 0,001917 * 0,018^{0,45} * 108^{1,353}$$

$$H_s = 1,63 \text{ m}$$

$$H_s = 0,18 \text{ m}$$

#### 6.1.2. Gjennomsnittlig bølgeperiode:

$$T_a = 0,143 * F_e^{0,45} * U^{0,676}$$

$$T_a = 0,143 * 2,5^{0,45} * 108^{0,676}$$

$$T_a = 0,143 * 0,018^{0,45} * 108^{0,676}$$

$$T_a = 5,12 \text{ s}$$

$$T_a = 0,56 \text{ s}$$

#### 6.1.3. Bølgelengde:

$$L = \frac{g * T^2}{2\pi}$$

$$L = \frac{9,81 * 5,12^2}{2\pi}$$

$$L = \frac{9,81 * 0,56^2}{2\pi}$$

$$L = 40,9 \text{ m}$$

$$L = 0,49 \text{ m}$$

### 6.2. Bølgeoppstilling

Følgende kriterier er lagt til grunn for beregning av bølgeoppstilling av bryggekant. Glatt overflate av tre tilsvarende asfalt i ruhet med fall på 1:50. Formelen er satt for ordnet steinskråning, og resultatet korrigeres deretter.

#### 6.2.1. Ordnet steinskråning under 1,0:2,7:

$$R_u = \frac{4,1 * H_s}{n} \text{ m}$$

$$R_u = \frac{4,1 * 1,63}{0,02} \text{ m}$$

$$R_u = \frac{4,1 * 0,18}{0,02} \text{ m}$$

$$R_u = 334,15 \text{ m}$$

$$R_u = 36,9 \text{ m}$$

#### 6.2.2. Korrigering fra ordnet steinskråning med Ru flate 1,8:

$$R_{u, \text{korrigeret}} = R_u * 1,8$$



$$R_{u,korrigert} = 334,15 * 1,8 \quad R_{u,korrigert} = 36,9 * 1,8$$

$$R_{u,korrigert} = 601 \text{ m} \quad R_{u,korrigert} = 66,42 \text{ m}$$

### 6.2.3. Korrigering fra innfallsvinkel

Bølgeoppstylingen blir størst når bølgene beveger seg normalt på damaksen. Ved en innfallsvinkel  $\beta$  mellom damakse og bølgeretning kan oppstylingen korrigeres ihht. følgende formel:

$$R_{u,redusert} = R_{u,korrigert} * \sin\beta$$

$$R_{u,redusert} = 601 * \sin 34,12$$

$$R_{u,redusert} = 66,42 * \sin 23,18$$

$$R_{u,redusert} = 337 \text{ m}$$

$$R_{u,redusert} = 64,39 \text{ m}$$

Bølgepåslaget vil derfor synke til 0 en avstand på 337 m eller 64,36 meter, hvilket er vesentlig lenger enn eiendommen og topografien.

Beregningene gir et relativt konservativt estimat, og reell bølgehøyde er trolig lavere. For å få med effekten av beregningene trengs en mer omfattende bølgemodell. Det er nødvendig å ta for seg feilkilder som kan essensielt redusere størrelsen til bølgepåslag. Det er ikke tatt forbehold til hverken bebyggelse eller topografi som kan endre vindretning, eller bremse ned vinden. Bygninger og topografi er faktorer som vil kunne ha en innvirkning på vindretning og hastighet. Ved å ta disse faktorene til betraktning antas det at vindhastighet vil bli redusert og vindretning ikke vil bli helt optimal for størst bølgepåslag.

Konturer under vann vil også ha en innvirkning på bølgepåslag. I områder med grunnere havbunn, vil det ikke bli mulig at like mye vann passerer. Da vil bølgene bremses ned, og bølgepåslagene vil bli mindre. Ettersom det er flere steder bølgene vil passere grunner eller helt inntil land, vil dette ha betraktelig påvirkning på høyde, lengde og periode for bølgene. I tillegg vil det være mulig at bølgene får friksjon langs veien, og det er derfor en mulighet for at de brekker før de når bort til tiltaket.

## 7. Drøfting av konsekvens

Det er viktig å påpeke at 30 m/s vind med retning fra mellom  $130,65^\circ$  og  $131,44^\circ$  ikke kan oppstå samtidig som en stormflo. Dette begrunnes med at tidevann trenger å bli presset inn i stredet av et værssystem, og det kan ikke da oppstå et værssystem som går i motsatt retning. Derfor vil et scenario med høyeste bølgepåslag enten være middel flo for NN2100 + 1,6 meter høye bølger, eller 200 års stormflo for NN2100 + 0,18 meter høye bølger. Dette tilsvarer 2,4 meter eller 2,08 meter.

Konsekvensen av en stormflo er gitt av tabellen i TEK17 §7-2, der 200-årsflom er satt til å medføre opp mot middels konsekvens. Selv om sannsynligheten for sterkere vinder beregnes til å øke på Vestlandet, særlig langs kysten, vil sannsynligheten for sterk storm fra sør-øst kombinert med stormflo være minimal eller ikke-eksisterende. Verst tenkelig vindretting ligger  $90^\circ$  på det dominerende værssystemet som kan forårsake dette. Ved Helganes er det ikke målt vindstyrke på 30 m/s siden de startet målinger der ved værstasjonen. Skudenes II som har en lenger måleperiode viser heller ikke tilsvarende vindstyrke innen normal perioden. Vi kan konkludere med at verst tenkelig scenario (stormflo+1,6 meter bølgepåslag) ikke vil kunne oppstå, og sannsynligheten for en 200 års stormflo + 0,7 meter bølgepåslag vil være liten.

Konsekvensen her vurderes i hovedsak til å være materielle skader på byggingene. Basert på beregninger av fremtidig høydenivå for stormflo og bølgepåvirking av planområdet, vurderes det i liten grad å kunne medføre konsekvens for liv og helse. Det kan oppstå materielle skader på bygningen dersom slike hendelser skulle inntreffe i fremtiden. Det er derfor vurdert til at det må iverksettes risikoreducerende tiltak i forbindelse med reguleringsplanen.

Ved stormflo vil det oppstå flomfare. På grunn av personopphold settes bygget i sikkerhetsklasse 2, og følger anbefalt byggehøyde for å unngå flom i følge med dette.

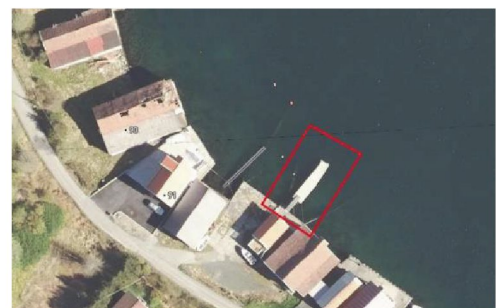
	Stormflo	Konstruksjon	Tillegg for bølger	Totalt dimensjonerende verdi
Lengste ugunstige vindretning	190 cm -F2	Kai dekke, massiv.	+160 cm	350 cm
Ugunstig vindretning med stormflo	190 cm -F2	Kai dekke, massiv.	+18 cm	208 cm

Tiltak etter sikkerhetsklasse 2 er ikke forenlig med byggets funksjon, sjønære boliger, hvor byggehøyden vil bli urasjonelt høy i forhold til omliggende bebyggelse. Bygget er planlagt oppført med innvendig gulv på 2,5 meter og ligger under anbefalt dimensjonerende nivå for sikkerhetsklasse F2. Med havnivåstigning fremskutt til 2100 vil bygget kun ligge 1,7 meter over normalt høyvann.

### 7.1. Lengste ugunstige vindretning

For scenario med lengste ugunstige vindretning ligger bygg ca. 18 meter fra kaikant i forhold til vindretningen. Effekten av bølgene vil avta i takt med avstand fra kaikant, og vil synke linjert til 0 på ca. 337 meter inn på land. Effekten av bølgene vil derfor reduseres med ca. 5% på avstanden fra kaikanten. Som vist på figur 9, er tiltaket skjermet for bølger som kommer med lengste ugunstige vindretning. Derfor vil det bli minimalt bølgepåslag for tiltaket, og de vil da bli sett på som uvesentlige for tiltaket. Da vil den verste situasjonen

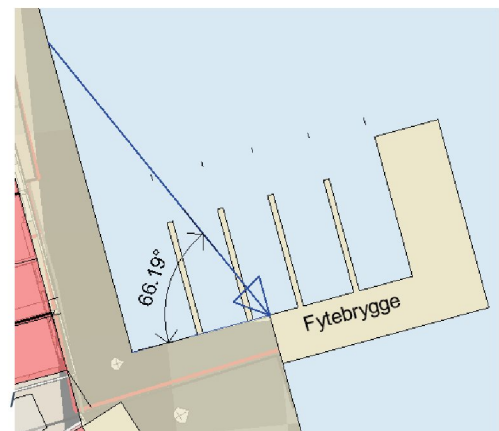
kun bestå av normal flo ved NN2100 nivå.



Figur 9 Viser brygge som skjermer tiltaket.

### 7.2. Ugunstig vindretning i retning med stormflo

I vindretning for ugunstig vindretning med stormflo ligger det ikke bygg i oppskyllingsretningen for bølgepåslag. Derfor vil verste



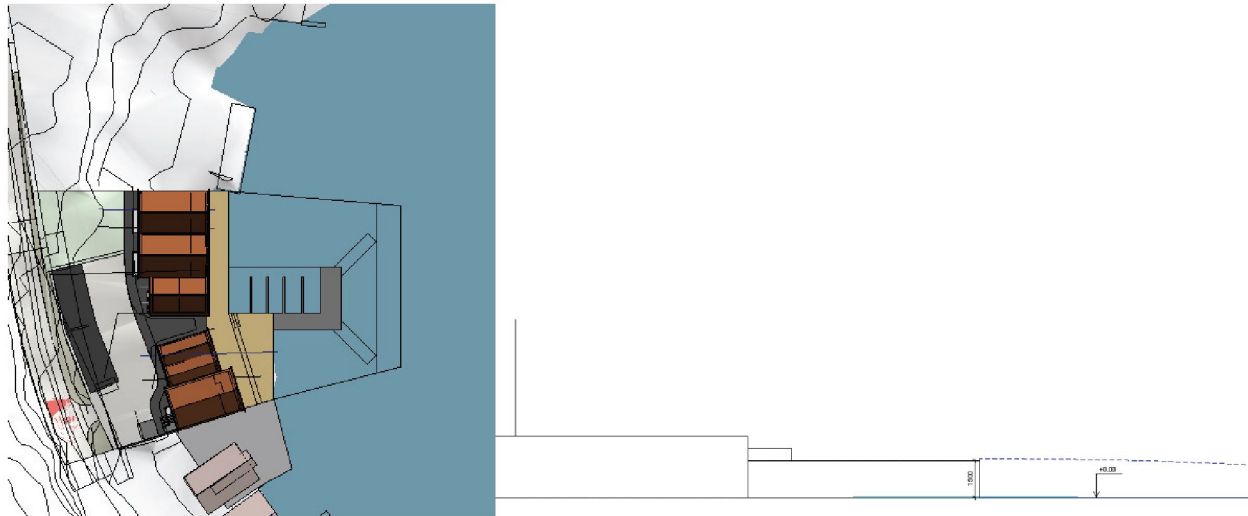
tenkelig situasjon for bebyggelse her kun bestå av 200-års stormflo ved NN2100 nivå.

Etter et nærmere innsyn i saken hvor det bli lagt vekt på faktorer som spiller inn på bølgepåslagene, er det oppdaget at bølgepåslag vil få liten til ingen innvirkning på bebyggelsen for tiltaket. Ved lengste ugunstige vindretning vil bølgepåslag bli stoppet av nabobrygge, og de vil ikke være relevante. Da blir verste scenario flo med NN2100 nivå, +80 cm. Ved ugunstig vindretning i retning med stormflo vil effektivt strøk kun være ca. 18 meter. Signifikant bølgehøyde blir 0,18 meter, men påslagene vil ikke gå i retning mot bebyggelsen. Derfor vil verste tenkelig scenario for ugunstig vindretning i retning med stormflo være 200-års stormflo ved NN2100 nivå + 0,18 meter bølgepåslag i retning mot flytebrygge, +208 cm.

### 7.3. Illustrasjon av havnivåstigning med bølgepåslag for lengste ugunstige vindretning.

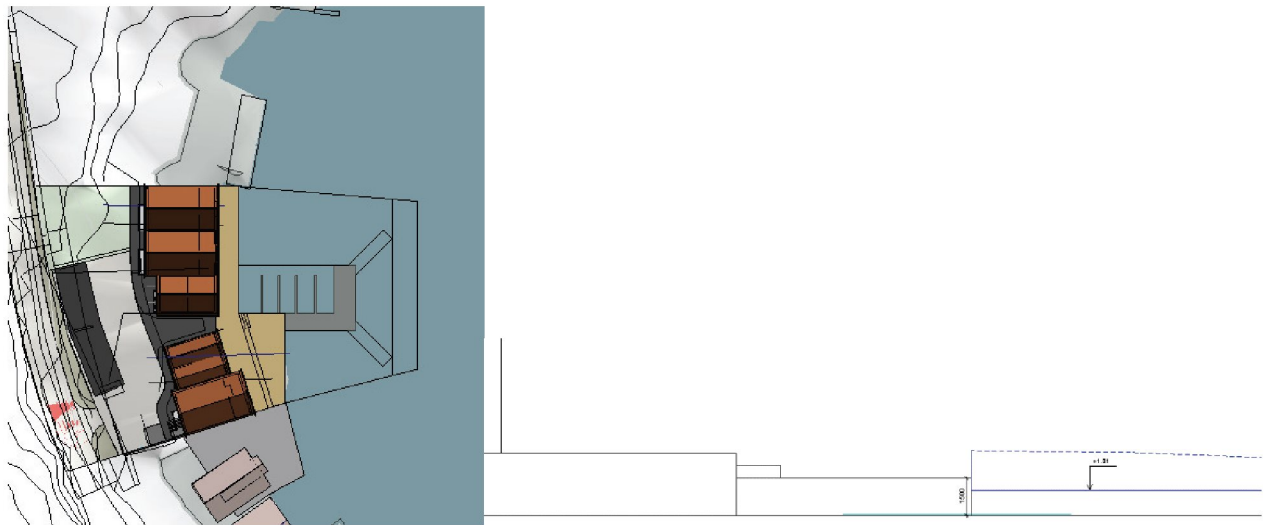
Illustrasjoner for lengste ugunstige vindretning er vist med fiktivt bølgepåslag, da bølgepåslagene vil bli stoppet av brygge på nabetomt.

NN2000



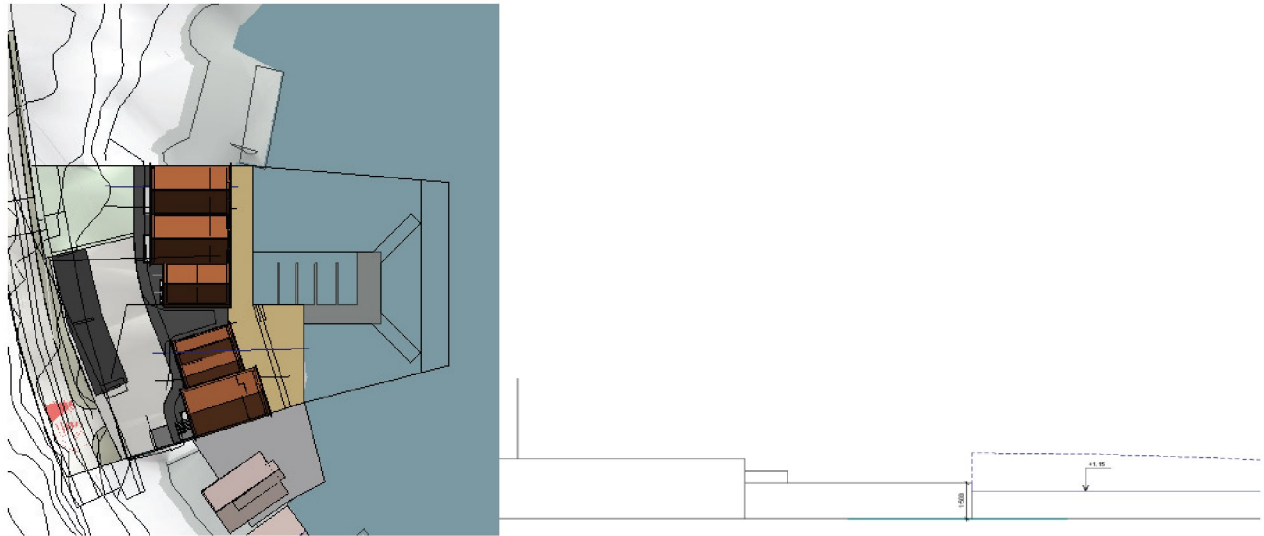
Figur 11 NN2000 Middel høyvann og fiktiv  $H_s=1,6$  m

Ved dagens nivå ligger bygget 2,5 m over vanlig flo.



Figur 12 NN2000 20 års stormflo og fiktiv  $H_s=1,6$  m

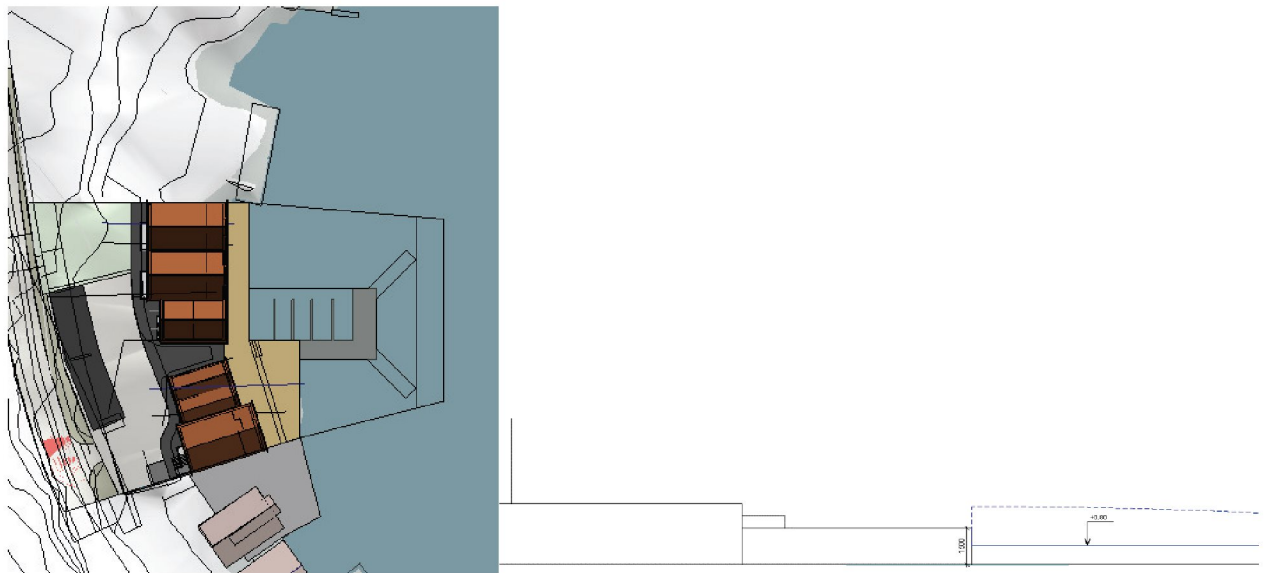
Ved dagens nivå, vil en 20 års stormflo være + 1,01 meter, og stoppes i kaikanten.



Figur 13 NN2000 200 års stormflo og fiktiv  $H_s=1,6$  m

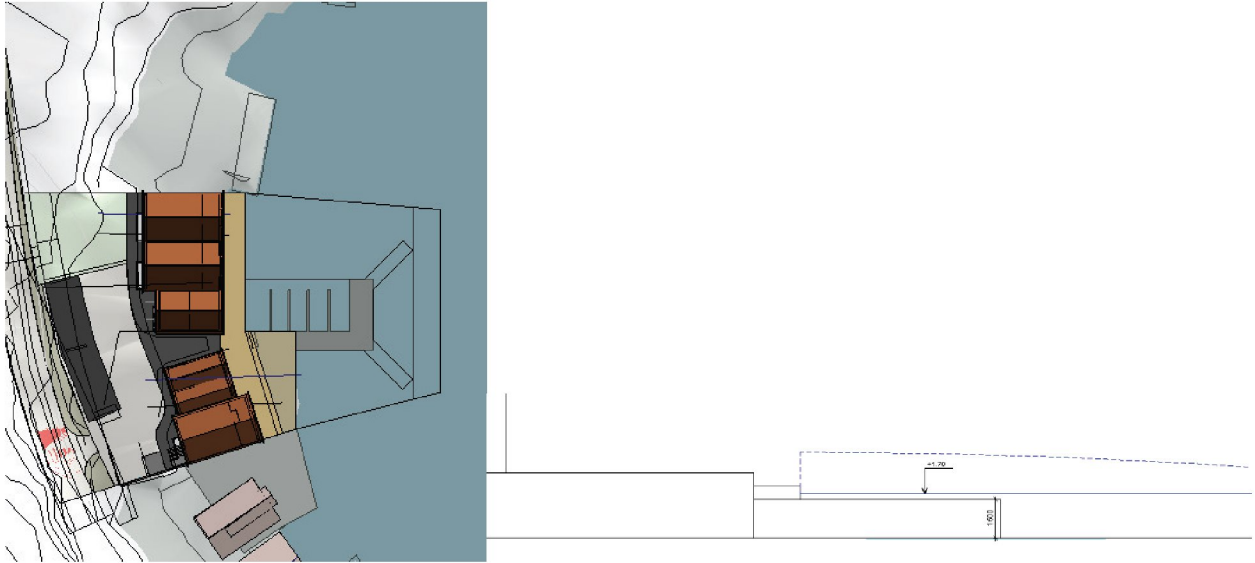
For en 200 års stormflo vil havnivået være +1,15 meter, og kaikanten vil fortsatt stoppe stormfloen.

NN2100



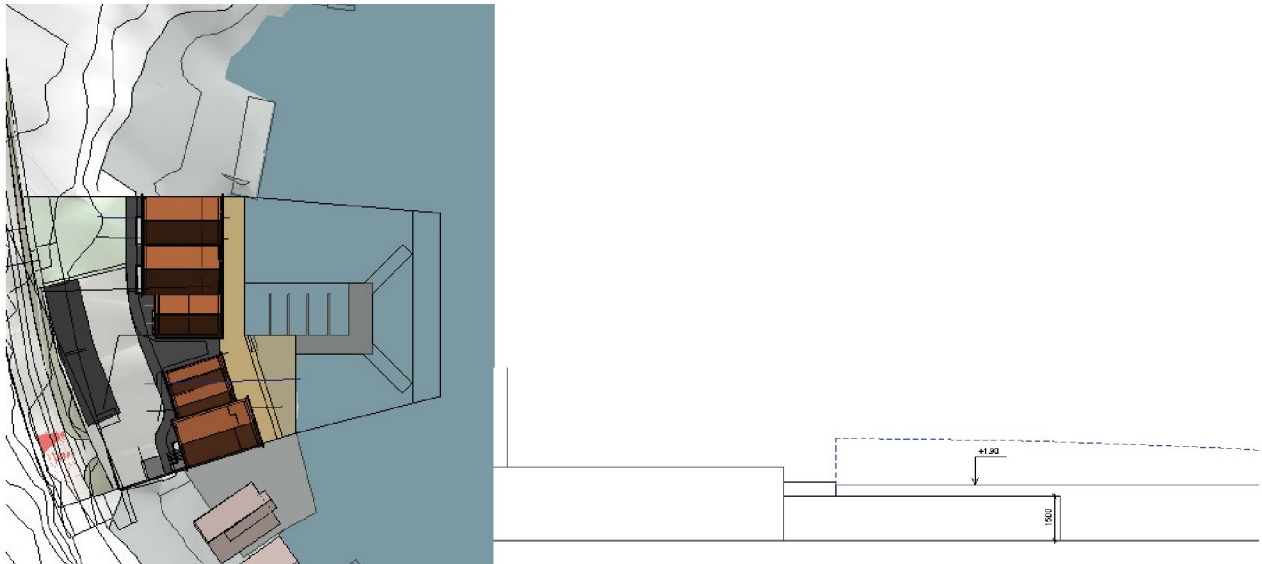
Figur 14 NN2100 middel flo og fiktiv  $H_s=1,6$  m

Middel flo etter NN2100 vil være +0,8 meter, og blir stoppet av kaikanten.



Figur 15 NN2100 20 års stormflo og fiktiv  $H_s=1,6$  m

Etter NN2100, vil en 20 års stormflo være +1.7 meter, og stoppes i kaikanten.

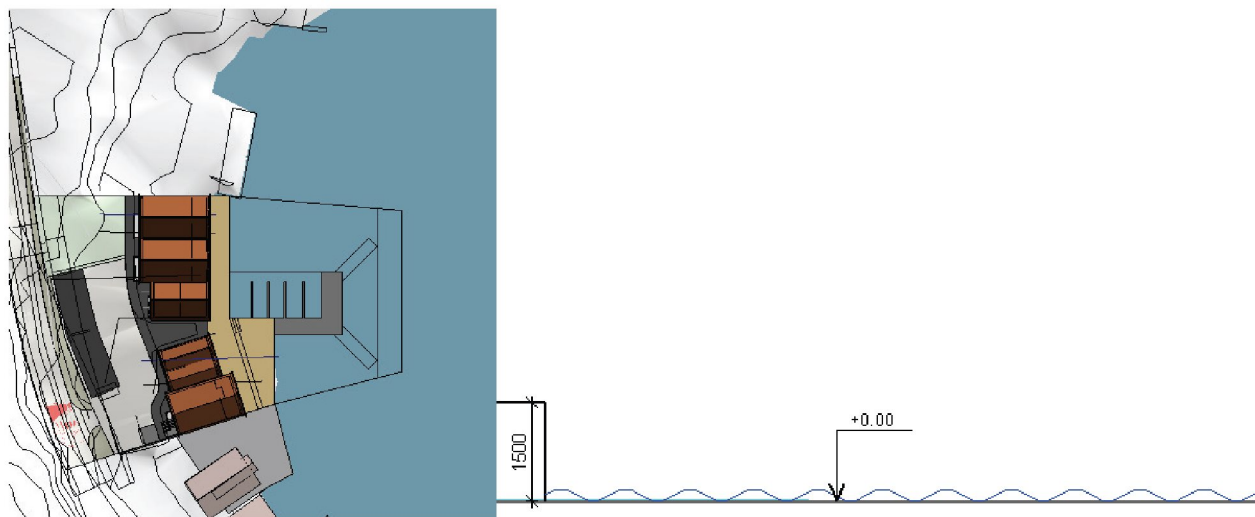


Figur 16 NN2100 200 års stormflo og fiktiv  $H_s=1,6$  m

Ved 200 års flom ved 2100 nivå vil vannet stå 0,6 m under ferdig gulv, og bli stoppet av kaikanten.

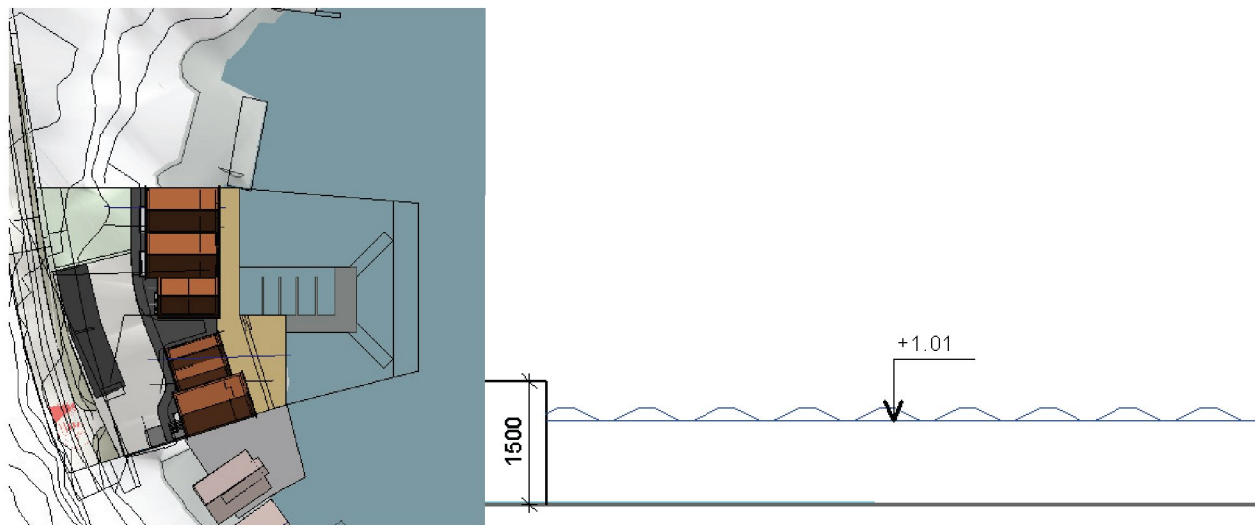
#### 7.4. Illustrasjon av havnivåstigning med bølgepåslag for ugunstig vindretning i retning med stormflo.

NN2000



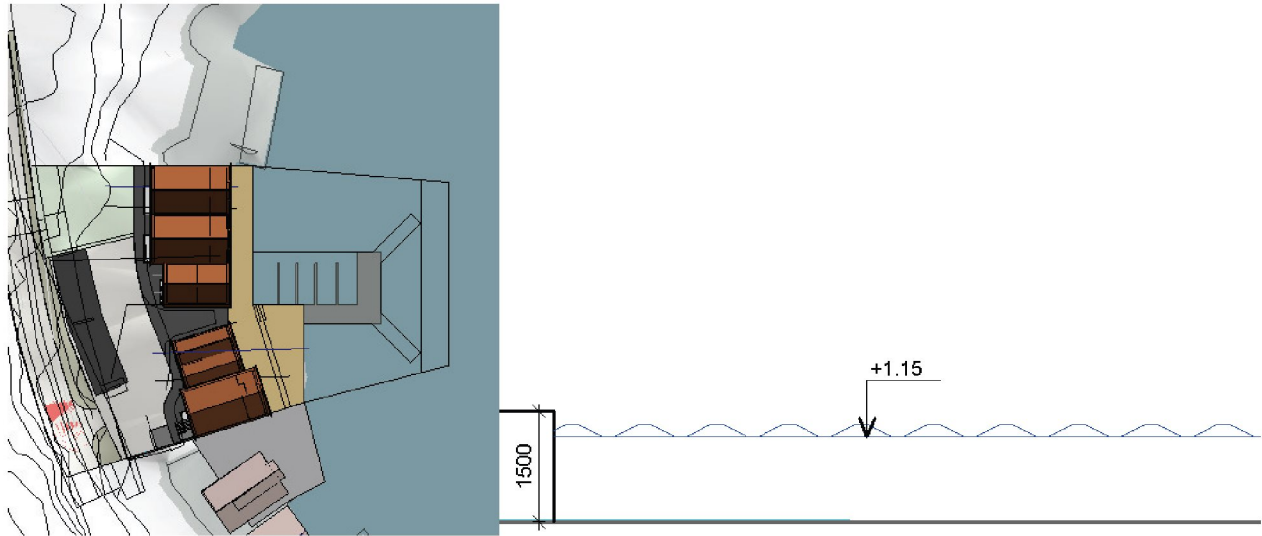
Figur 17 NN2000 Middell høyvann og  $H_s=0,18$  m

Ved dagens nivå ligger bygget 2,5 m over vanlig flo, bølgepåslaget vil stoppe i Kaikanten.



Figur 18 NN2000 20 års stormflo og  $H_s=0,18$  m

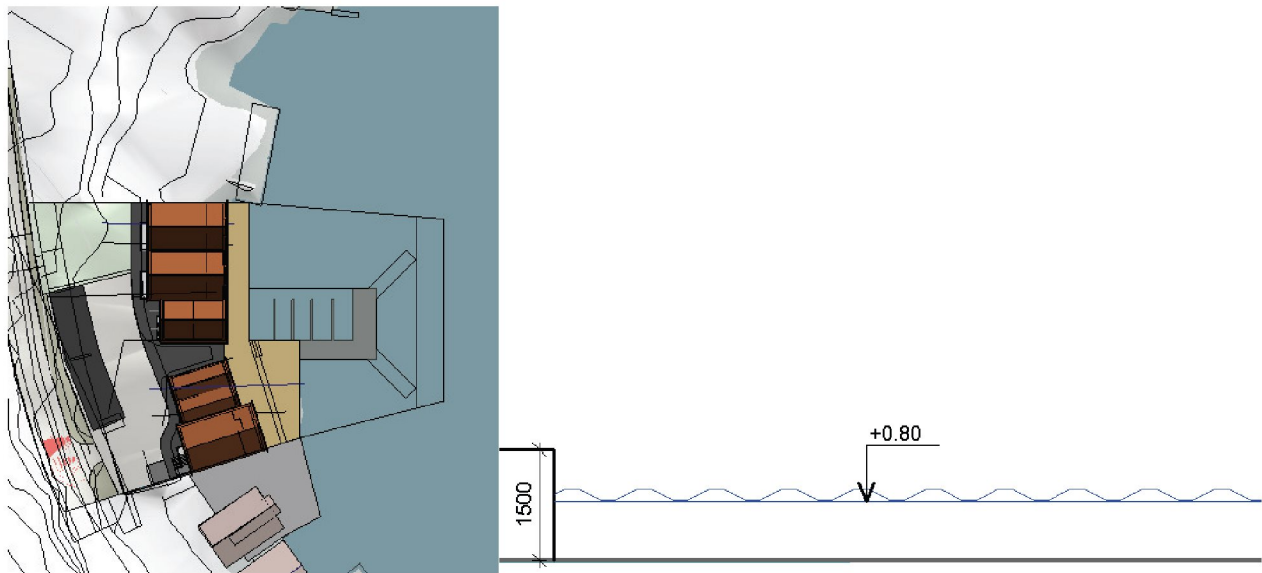
Ved dagens nivå, vil en 20 års stormflo være + 1,01 meter, og stoppes i kaikanten. Bølgepåslaget vil bli stoppet av kaikanten.



Figur 19 NN2000 200 års stormflo og  $H_s=0,18$  m

For en 200 års stormflo vil havnivået være +1,15 meter, og kaikanten vil stoppe stormfloen og bølgepåslaget.

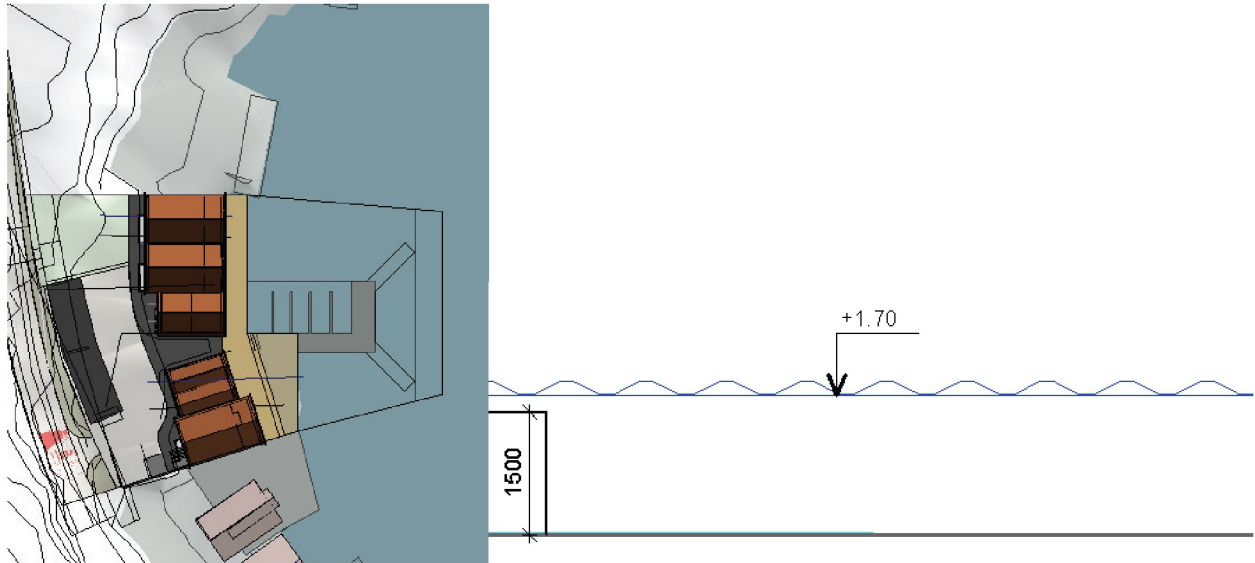
NN2100



Figur 20 NN2100 middel flo og  $H_s=0,18$  m

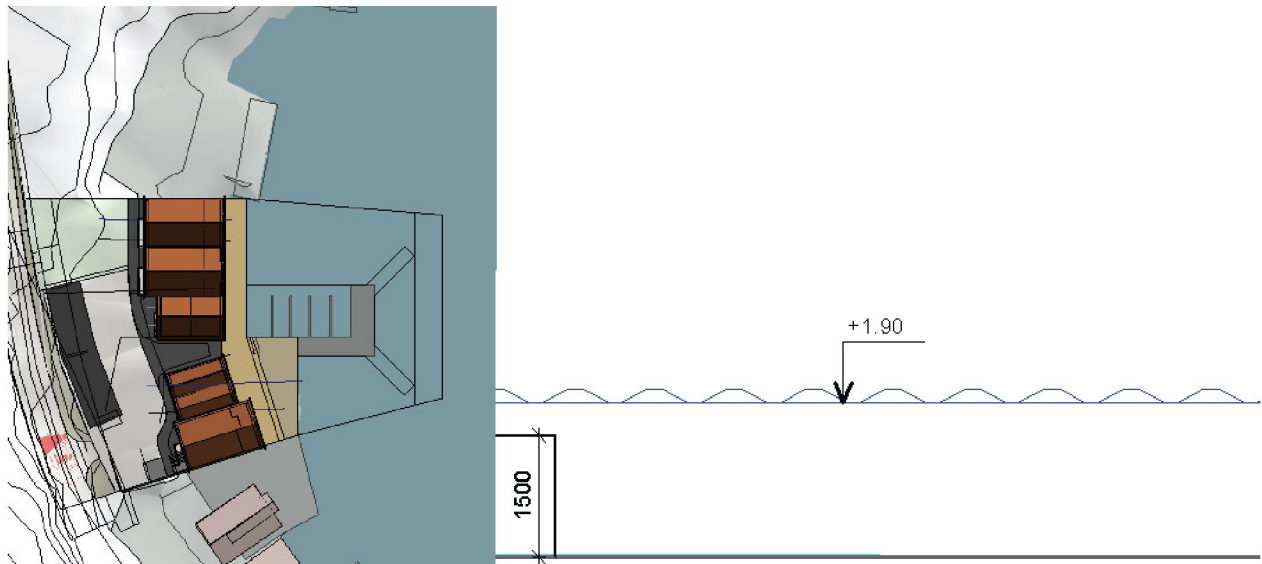
Middel flo etter NN2100 vil være +0,8 meter, og blir stoppet av kaikanten. Bølgepåslaget blir også stoppet av kaikanten.





Figur 21 NN2100 20 års stormflo og  $H_s=0,18$  m

Etter NN2100, vil en 20 års stormflo være +1.7 meter, og gå over bryggekannten. Bølgepåslaget vil gå over kaien.



Figur 22 NN2100 200 års stormflo og  $H_s=0,18$  m

Ved 200 års flom ved 2100 nivå vil vannet stå 0,6 m under ferdig gulv. Stormfloen og bølgepåslagene vil gå over kaikanten.

## 8. Anbefalte tiltak

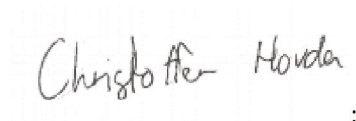
Som følge av denne rapporten ser vi ikke at det er behov for tiltak. Bølgeoppskylling vil ikke være påvirkende for bebyggelsen.

Ved å plassere bygg på kote 2,5, vil dette være tilstrekkelig sikring dersom en 200 års stormflo med sterk storm fra nord-vestlig retning skulle inntreffe etter havnivået øker til NN2100. Det er også tilstrekkelig sikkert dersom det skulle blitt sterk storm fra sør-øst kombinert med middel flo etter NN2100. Værvarsel blir stadig bedre og kan varsle om hendelser tidligere. En slik hendelse vil kunne varsle om i god tid før den inntreffer, og beboere vil ha god tid til å klargjøre sikringstiltak i denne forbindelse.

Konsekvensene er minimale dersom de verste scenarioene skulle inntreffe. Sannsynligheten for at disse hendelsene skal inntreffe samtidig er også svært liten.

Utarbeidet av:

Christoffer Hovda

Handwritten signature of Christoffer Hovda in blue ink.

Kontrollert av:

John Ola Mytting

Handwritten signature of John Ola Mytting in blue ink.