

Oppdragsgiver: **OBOS Nye Hjem**

Oppdragsnr.: **5209593** Dokumentnr.: **2**

Til: Kristine Lileng Holene

Fra: Arne E Lothe

Dato 2025-02-05

► Bølger og stormflo ved Kristiansholm, Bergen

INNLEDNING

OBOS Nye Hjem AS prosjekterer en utbygging av boliger ved det området som kalles Kristiansholm i Sandviken i Bergen. Stedet var opprinnelig en holme som har vært befestet, men holmen er senere gjort landfast og det har vært drevet ulike former for industri og handel på tomta. Prosjektet er vist i Figur 1 - Figur 3.

I et notat datert 2021-01-12 levert av Norconsult undersøkes stormflo og bølgebelastning mot området. Disse størrelsene skal brukes til å bestemme nødvendige byggehøyder på området. Vi antar at hele boligområdet er dekket av bestemmelsene i TEK17, Flomklasse F2. F2 gjelder alle bygg og områder med permanent menneskelig opphold.

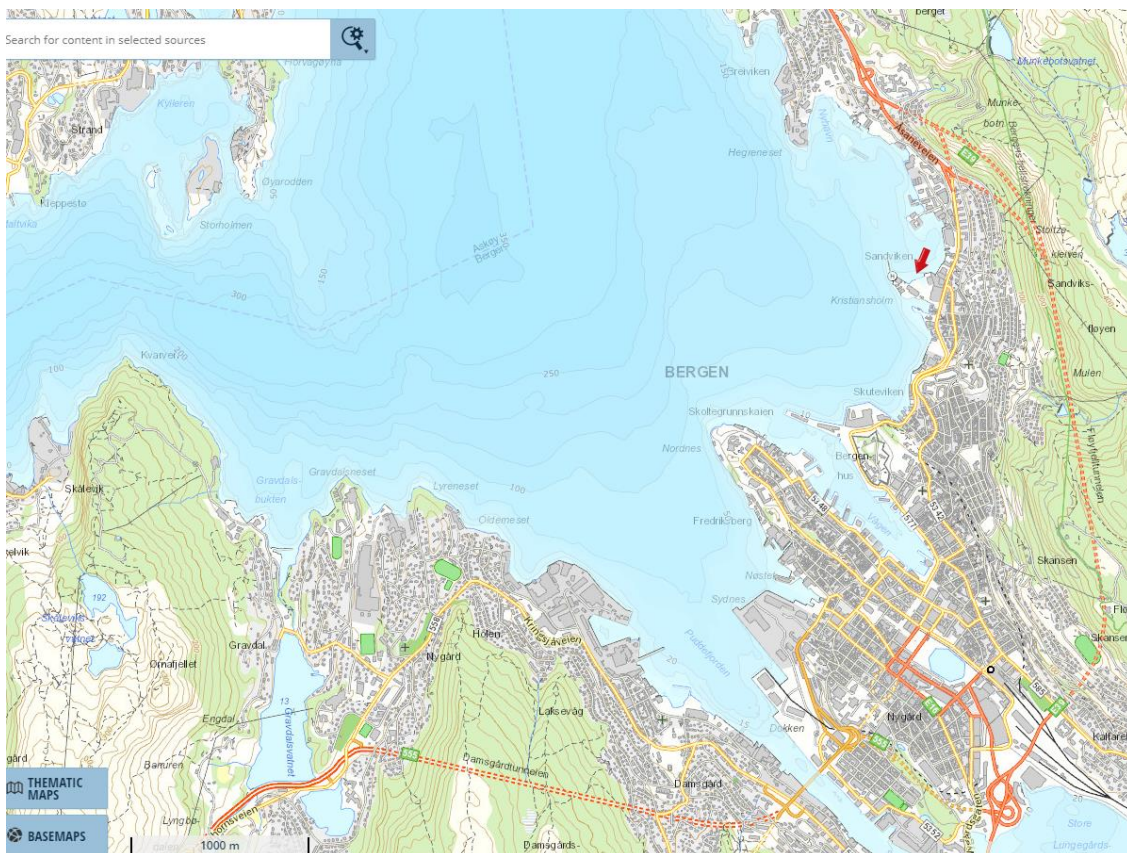
I tiden etter at notatet av 2021 ble levert er det inntruffet endringer i forskrifter, regelverk og datagrunnlag for beregning av flomfare. Disse endringen gjelder følgende:

1. Prognosegrunnlaget for mulig heving av middelvannstand i havet er endret, senest i april 2024.
2. Horisonten for planlegging er forlenget fra 2090 til 2100

Dette medfører at de beregnede stormflohøyder må rekalkuleres og eventuelt revideres.

*I dette notat behandles begrepet **stormflo** som en betegnelse på situasjoner der vann-nivået (målt i Bergen) kan bli ekstremt høyt som følge av en kombinasjon av normalt tidevann og andre meteorologiske effekter (lavt luft-trykk, pålandsvind, osv).*

Man må anta at flombegrepet omfatter både effekter av høyt vann-nivå og bølgebevegelser; og eventuelle kombinasjoner av disse.



Figur 1 Bergen sentrum med Sandviken og Kristiansholm markert



Figur 2 Skisse av områdeutbyggingen. Prosjektet omfatter bare halvøya og holmen, ref. Figur 3

Oppdragsgiver: **OBOS Nye Hjem**

Oppdragsnr.: **5209593** Dokumentnr.: 2

Høydeberegninger (2021)

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 overskyllingsrater, gitt som liter pr sekund pr lengdemeter kaifront ($l/(sm)$).

Nye høydeberegninger er bare nødvendige dersom det konkluderes at beregnede stormflohøyder må revideres.

ANALYSERESULTATER (2021 og 2025)

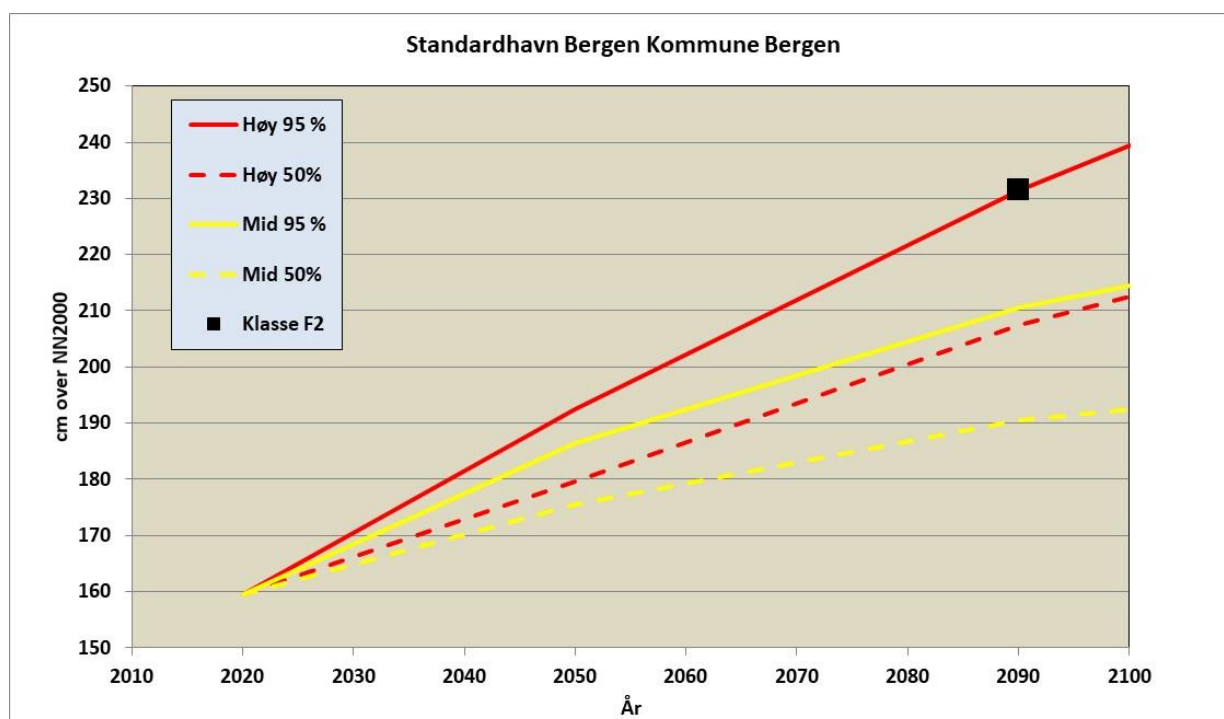
Stormflo (2021)

Forventet utvikling av vann-nivå med 200 års returperiode i Bergen er vist i Figur 4. Ekstremverdien ved 200-års returperiode forventes å stige fra 160 cm NN2000 i 2020 til 193 cm NN2000 i 2050, og til 232 cm NN2000 i 2090.

Til sammenligning er høyeste observerte vannstand i Bergen 143 cm NN2000 fra 1990-02-27.

Merk at estimatet i Figur 4 (232 cm NN2000) er noe høyere enn det offisielle estimatet på 206 cm NN2000 fra www.sehavnivaa.no. Det skyldes at estimatet i www.sehavnivaa.no for 200 års vannstand i 2020 er spesielt lavt på bare 135 cm NN2000, hvilket er 8 cm *lavere* enn høyeste målte verdi på 143 cm NN2000. Det er ikke teoretisk sett umulig, men det er svært urimelig at den høyeste målte verdien i løpet av ca. 100 år skal ha en returperiode på over 1000 år.

Vi velger derfor å anta at 200-års verdien i 2021 er 160 cm NN2000. Det antatte tillegget for klimaendringer fram til 2090 er det samme for begge metoder, og er gitt i (ref.3). Vår konklusjon er derfor at korrekt stormflohøyde for **Klasse F2, Bergen kommune = 232 cm NN2000**.



Figur 4 Forventet utvikling av vannstand for 200-års returperiode i Bergen. Estimater for Klasse F2 er vist med svart markør.

Stormflo (2025)

Kravet til permanente bygg beregnet for menneskelig opphold er i 2025 formulert som

- **Flomklasse F2:** stormflo med 200 års returperiode + tillegg for forventet havnivåstigning fram til 2100; beregnet etter scenario SSP 3-7.0 (høyeste grense i intervall).

Estimert havnivåstigning er basert på anbefalinger i DSBs veileder for havnivåstigning og høye vannstander, som ble utgitt sommeren 2024. Veilederen er basert på tall utgitt i publikasjonen *Sea-Level Rise and Extremes in Norway* utgitt av Norsk Klimaservicesenter.

For Bergen gir dette verdier som vist i Tabell 1 hentet fra Kartverkets nett-side se-havniva.. Ekstremverdier er også vist i Figur 5

Tabell 1 Stormflo i klasse F2 for Bergen (Kartverket, se-havniva)

Parameter	Verdi	kommentar
200 års stormflo 2025	137 cm NN2000	
Havnivåstigning fram til 2100	81 cm	Intervall 26 – 81 cm
Sum	218 cm NN2000	

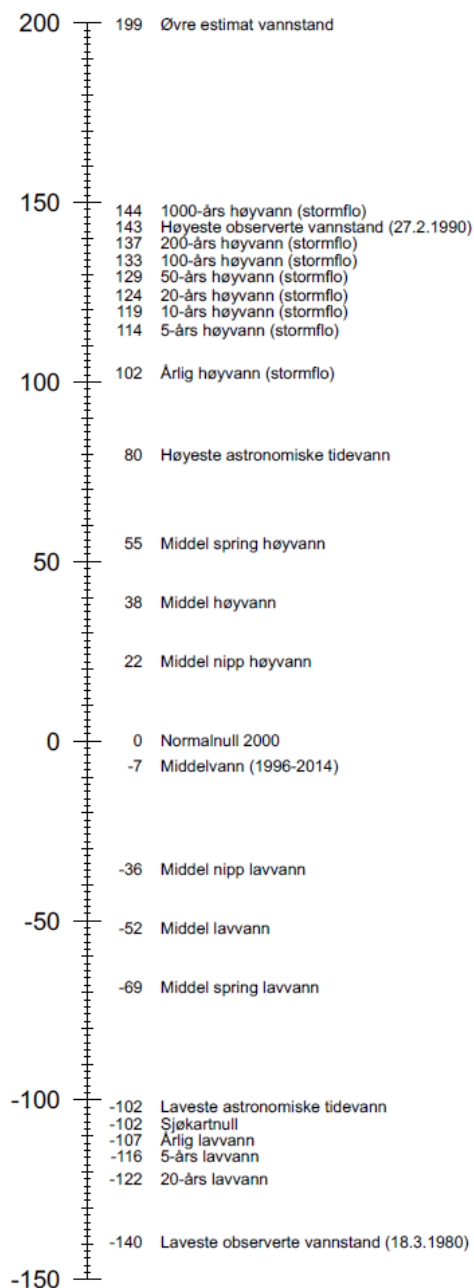
Man merker seg at 200-års stormflo er gått fra 135 cm i 2021 til 137 cm i 2025, hvilket er en akseptabel variasjon på 4 år. Men det er fortsatt et problem at høyeste observerte vannstand er 6 cm over 200-års verdien, og bare 1 cm under beregnet 1000-årsverdi.

N60°23,9' E5°19,2'

Nivåskisse

N60°23,9' E5°19,2'

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Bergen, justert med faktor 1,00.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 17. august 2021. Lastet ned: 5. februar 2025.

1

Figur 5 Ekstreme vannstander i Bergen (Kartverket, se-havniva)

KONKLUSJONER

- A. Det er gjennomført nye beregninger av flomfare fra stormflo og bølger ved Kristiansholm i Sandviken i Bergen .
- B. Flomfaren består i en kombinasjon av stormflo (Klasse F2 fra TEK17) og lokale bølger i Byfjorden fra vestlig og nordlig retning.
- C. Beregningene viser at den foreslåtte høyden fra 2015 for **Flomklasse F2 på 232 cm NN2000** fortsatt er over den høyden **på 218 cm NN2000** som offisielt gjelder i 2025.
- D. Det opprinnelige anslaget på 232 cm NN2000 gjelder egentlig for 2090, men er likevel over siste offisielle verdi som er 218 cm NN2000 i 2100.
- E. Anbefalingene som gjelder sikringshøyde mot stormflo og bølger gitt i notat av 2015 gjelder fortsatt i 2025

REFERANSER

1. Kristiansholm, Illustrasjonsprosjekt som underlag for områderegulering for Bergen kommune. Høyder og volum. Møte Bergen kommune 25.11.2020 (.pdf-dokument)
2. Risiko- og sårbarhetsanalyse, Norconsult-rapport datert 2017-02-06, oppdragsnummer 5124522
3. 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
4. EurOtop Wave overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual 2007, 2016
5. Norsk Klimaservicesenter/Miljødirektoratet: Sea-Level Rise and Extremes in Norway, M-2748, 26-04-2024
6. DSB. (2024). Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging.

03	2025-02-05	Revidert rapport	Arne E. Lothe	Martin Tveit	Arne E. Lothe
02	2021-01-12	Rapport for oversendelse	Arne E. Lothe	Synne H. Nybø	Arne E. Lothe
01	2020-12-18	Utkast	Arne E. Lothe		
02	2021-01-12	Rapport for oversendelse	Arne E. Lothe	Synne H. Nybø	Arne E. Lothe
01	2020-12-18	Utkast	Arne E. Lothe		
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.