asplan
viak

Flomfarevurdering

Roald Amundsen besøksbolig



Dato: 15.10.2026

Versjon: **01**

asplanviak.no

asplan
viak

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Fragment AS
Tittel på rapport:	Flomfarevurdering Besøksbygg Roald Amundsens bolig
Oppdragsnavn:	Besøksbygg Roald Amundsens bolig
Oppdragsnummer:	654724-01
Utarbeidet av:	Ane Børresen Leinæs
Oppdragsleder:	Inga Rise
Tilgjengelighet:	Åpen

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Fragment AS for å utføre flomfarevurdering av bekken ved Roald Amundsens bolig i Nordre Follo kommune, i henhold til krav og retningslinjer gitt i TEK17 og NVE veiledere. Denne rapporten beskriver vurderingens grunnlag, fremgangsmåte og resultater.

Utførende Ane Børresen Leinæs oppfyller krav til medarbeider i flomfareutredninger gitt i NVE veileder 3/2022. Kvalitetssikrer Martin Solbakken Løvaas oppfyller krav til fagansvarlig i flomfareutredninger gitt i NVE veileder 3/2022.

Oslo, 15.10.2026

Ane Børresen Leinæs	Martin Solbakken Løvaas	Inga Rise
Utførende	Kvalitetssikrer	Oppdragsleder

Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS
01	15. okt. 2026	Flomfarevurdering	ABL	MSL

Sammendrag

Det er gjennomført flomfarevurdering av bekken ved Roald Amundsens bolig i Nordre Follo kommune, i forbindelse med etablering av ny besøksbolig. Vurderingen er basert på flomsonekartlegging av 200-årsflom i fremtidens klima, og gjelder for sikkerhetsklasse F2 jf. TEK17 §7-2.

Kartleggingen bygger på flomberegninger og hydraulisk modellering, og er utført i henhold til prosedyrene beskrevet i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025) og *Sikkerhet mot flom* (3/2022). Flomberegningen er basert på flere beregningsmetoder, men fra et begrenset hydrologisk grunnlag. Det er benyttet et klimapåslag på 40% for å hensynta fremtidige klimaendringer. Hydraulisk modellering er utført med en todimensjonal modell i programmet HEC-RAS. Basert på kriterier i NVE veileder 3/2022, er flomberegningene plassert i klasse 5 og den hydrauliske modellen i klasse D. Basert på klassifiseringen, er det benyttet et sikkerhetspåslag på 50% for å hensynta usikkerhet i beregningene.

Flomsikker kote ved ny besøksbolig er beregnet til +6-7,5 moh. På generell basis, anbefales det at tiltak plasseres *utenfor* flomsonen og sikkerhetssone for erosjon. Ved utbygging innenfor sonene, må sikringstiltak i henhold til anbefalinger i TEK17 §7-2 og NVEs veiledere utføres. Det må da også sees på konsekvenser av tiltakene på flomforholdene i vassdraget, for å påvise at de ikke forverrer flomfaren for tredjeparter eller tilstøtende areal, jamfør krav i TEK17 §7-1 og pbl. §28-1. Erosjonsfare bør også videre undersøkes ved utbygging innenfor flomsonen.

Eiendommen er utsatt for flomfare ved dimensjonerende flom ved dagens situasjon i vassdraget grunnet en underdimensjonert bekkelukking oppstrøms. Nødvendig kapasitet på denne lukkingen for å lede bort flomvann har blitt konseptuelt vurdert i HY8 til Ø=1000 mm. Det anbefales å gjøre en mer detaljert vurdering ved prosjektering av ny bekkelukking.

Stormflonivået er vurdert iht. LOKK-metoden og vassdragsflom er den dimensjonerende flomkilden for eiendommen for ny besøksbolig.

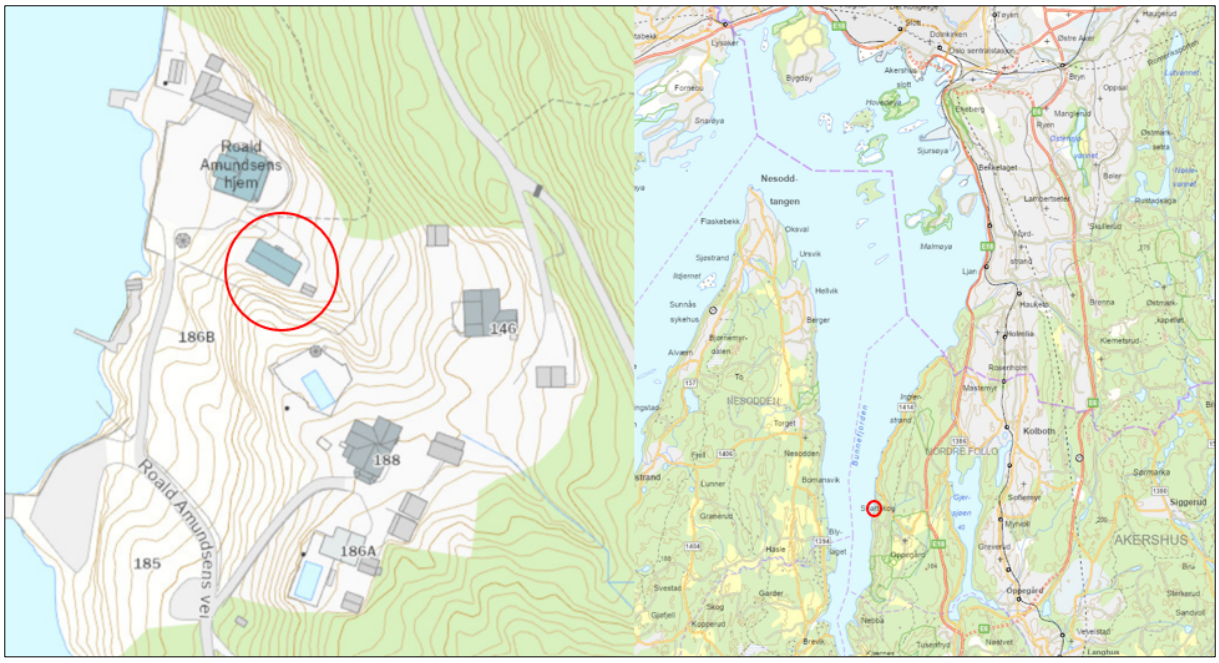
Innholdsfortegnelse

Forord 1
Sammendrag 2
Innholdsfortegnelse 3
1. Innledning 5
1.1. Bakgrunn 5
2. Forutsetninger 7
2.1. Generelle forutsetninger 7
2.2. Krav til sikkerhet mot flom 7
2.3. Beregningsforutsetninger 8
2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart 8
2.5. Sikkerhet mot erosjon 9
2.6. Flomfare ved utløp til sjø 10
3. Flomberegninger 11
3.1. Beskrivelse av nedbørfelt 11
3.2. Tilgjengelige observerte data 12
3.3. Beregning av 200-årsflom 15
3.4. Klimapåslag og dimensjonerende vannføring 19
3.5. Flomforløp i kartlegging 19
4. Hydrauliske beregninger 21
4.1. Programvare og modelltype 21
4.2. Modelloppsett 21
4.3. Resultater fra hydraulisk modellering 27
4.4. Følsomhetsanalyser 29
5. Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart 31
5.1. Klassifisering og sikkerhetspåslag 31
5.2. Analyse med sikkerhetspåslag 32
5.3. Flomsonekart og flomsikkert nivå 32
6. Vurdering av erosjon 35
6.1. Løsmasseforhold 35
6.2. Erosjonskrefter 36
6.3. Sikkerhet mot erosjon 36
7. Vurdering av flomfare ved utbygd situasjon 38
7.1. Vurdering av fare ved utbygging 38
7.2. Vurdering av fare fra stormflo 38
8. Konklusjon og anbefalinger 40

1. Innledning

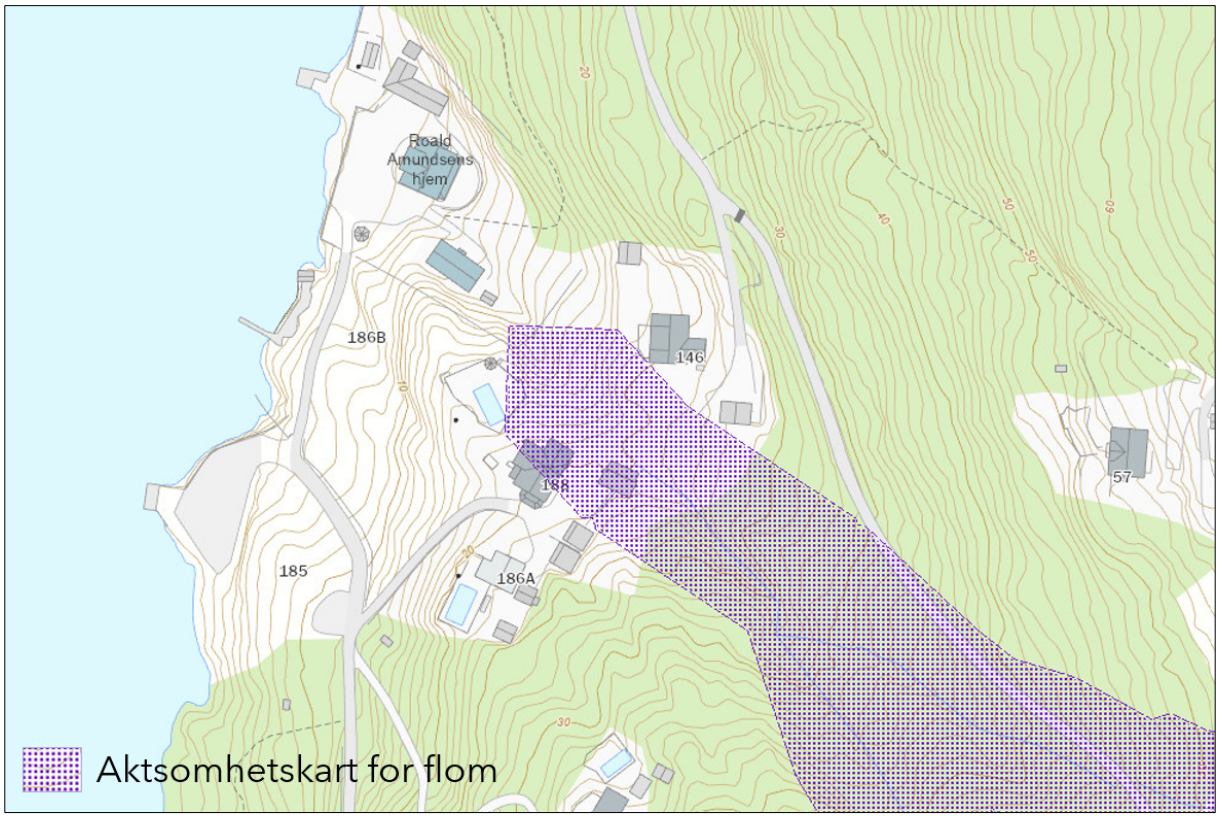
1.1. Bakgrunn

Denne flomfarevurderingen omhandler planlagt nybygg for besøksbygg ved Roald Amundsens bolig på Svartskog. Eksisterende bygg skal rives og erstattes med et større bygg med tett kjeller. Ny besøksbolig ligger på adressen Roald Amundsens vei 192, 1420 Svartskog (se Figur 1-1).



Figur 1-1 Oversiktskart som viser lokasjonen til eksisterende tomt for Roald Amundsens bolig.

Aktsomhetskartet for flom fra NVE dekker sørøstlig del av eiendommen, og flomfare må vurderes ifm. utbygging av tomten (se Figur 1-2).



Figur 1-2 Kartutsnitt som viser NVEs aktsomhetsområde for flom.

2. Forutsetninger

2.1. Generelle forutsetninger

Flomfarevurderingen utføres for å avklare reell flomfare fra bekken ved besøksboligen på Roald Amundsens eiendom basert på flomsonekartlegging. Det er også gjort en overordnet vurdering av farer knyttet til erosjon. Vurderingen er utført i henhold til prosedyrene beskrevet i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022).

Beregninger og analyser er utført for dagens tilstand i vassdraget – eventuelle fremtidige endringer som kan påvirke flomsituasjonen er ikke hensyntatt.

Kartleggingen tar ikke hensyn til eventuell vannstrømning gjennom masser under bakken – analysen ser på grunnen som helt tett. Videre er det forutsatt at terreng og bekkegeometri forholder seg konstant – altså er ikke eventuelle endringer som følge av erosjon- eller sedimentasjonsprosesser hensyntatt.

2.2. Krav til sikkerhet mot flom

Generelle krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger er gitt i byggteknisk forskrift (TEK17) §7-1 og plan- og bygningsloven (pbl.) §28-1, som omhandler tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge natur- eller miljøforhold. Dette inkluderer krav til dokumentasjon av at planlagte tiltak ikke medfører økt fare for tredjeparter eller tilstøtende areal. Videre skal planer ta klimahensyn gjennom tilpasning til forventede klimaendringer, i henhold til pbl. §3-1 punkt g.

Utbygging av besøksboligen, faller under sikkerhetsklasse F2 for flom i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (se Tabell 2-1). Dette betyr at bygninger skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 200 år.

Følgelig er kartleggingen utført for en 200-årsflom, i fremtidens klima.

Tabell 2-1 Sikkerhetsklasser for flom og stormflo, gitt av TEK17 §7-2.

Sikkerhets-klasse	**Type bygninger og konsekvens**	**Største årlige nominelle sannsynlighet**
F1	Byggverk med lite personopphold. Små økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/20
F2	Byggverk beregnet for personopphold. Moderate økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/200
F3	Byggverk for sårbare grupper av befolkningen, som skal fungere i lokal beredskapssituasjon eller der oversvømmelse kan gi stor forurensningsfare. Stor samfunnsmessig konsekvens.	1/1000

2.3. Beregningsforutsetninger

2.3.1. Flomberegninger

Flomberegninger er utført for bekken frem til utløpet i Bunnefjorden , og er utført i henhold til anbefalinger gitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025). Nedbørfelt og feltegenskaper er generert i NVEs kartapplikasjon NEVINA, samt kontrollert gjennom avrenningsanalyse i modellverktøyet Scalgo Live.

Beregningsmetoder og endelig estimat er basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper. Klimaendringer er hensyntatt i form av et klimapåslag på vannføringen, som er valgt basert på anbefalinger fra NVE og Norsk Klimaservicesenter.

2.3.2. Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Beregnede flomvannføringer er gitt som inngangsdata i modellen, til å beregne flomutbredelse, vanndybder og vannhastighet.

Hovedgrunnlaget for analysene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata. Kulverter er lagt inn i modellen, basert på informasjon innhentet fra befaring gjennomført av VA-ingeniør 05.06.2026.

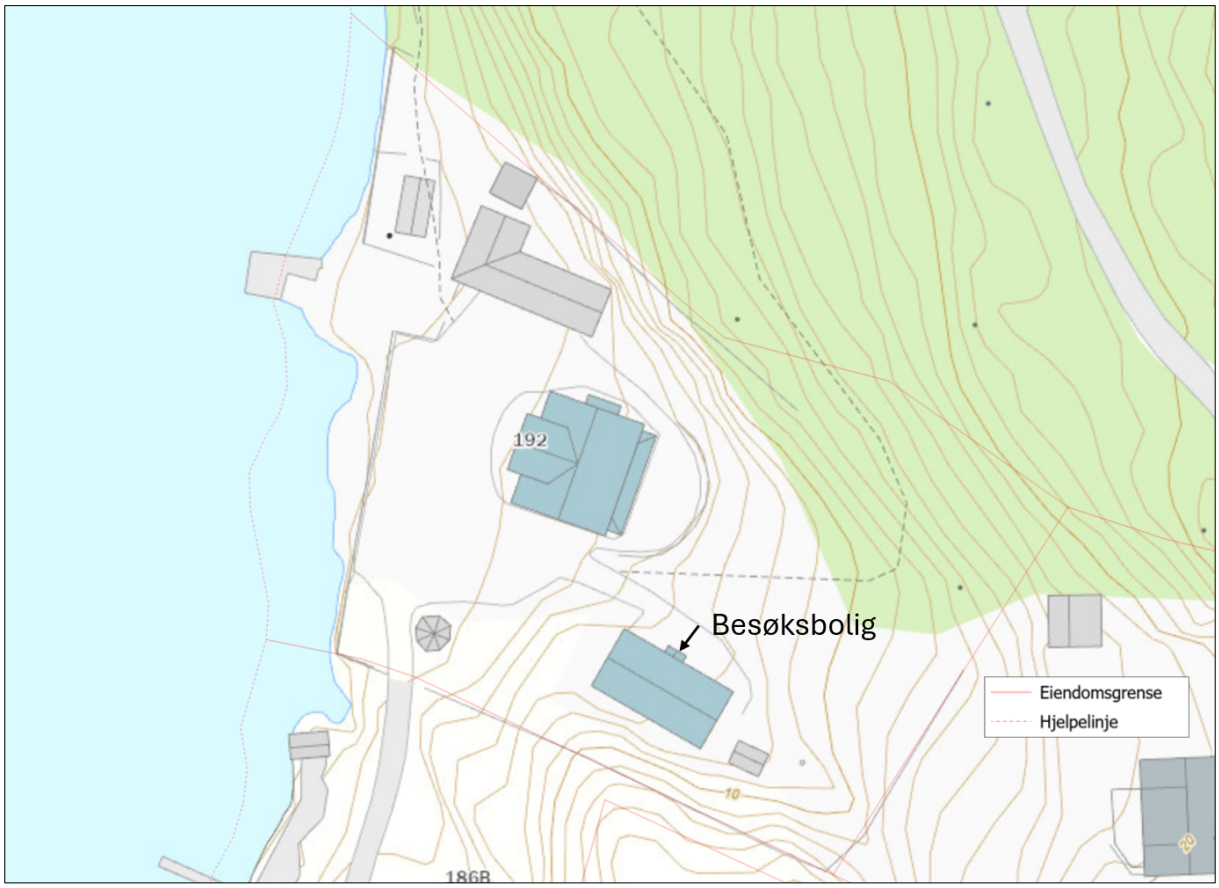
Modellen er ikke kalibrert opp mot observasjoner, og ruhetsforhold er vurdert fra bilder, flyfoto og kartgrunnlag. For å tallfeste usikkerhet knyttet til ruhet, samt beregnet flomvannføring, er det utført følsomhetsanalyser der disse er økt.

2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart

I henhold til NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022), er det gjort en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen basert på kvaliteten av grunnlaget som er benyttet samt følsomhetsanalyser. Klassifiseringen er så benyttet til å bestemme et sikkerhetspåslag på vannføringen, som den hydrauliske modellen kjøres for.

Flomsonekart er utarbeidet både med og uten sikkerhetspåslag basert på resultatene fra de hydrauliske analysene. I utgangspunktet er det anbefalt å benytte flomsonekartet som inkluderer sikkerhetspåslag i videre planlegging av ny besøksbolig, da man kan avlese sikkerhetssone og flomsikkert nivå direkte fra kartet.

Flomsonekart er utarbeidet for området vist i Figur 2-1, og viser flomsoner og flomnivå i form av koter for 200-årsflom i fremtidens klima med og uten sikkerhetspåslag.



Figur 2-1 Kartleggingsområde (eiendomsgrense) for flomfarevurdering av Roald Amundsens besøksbolig

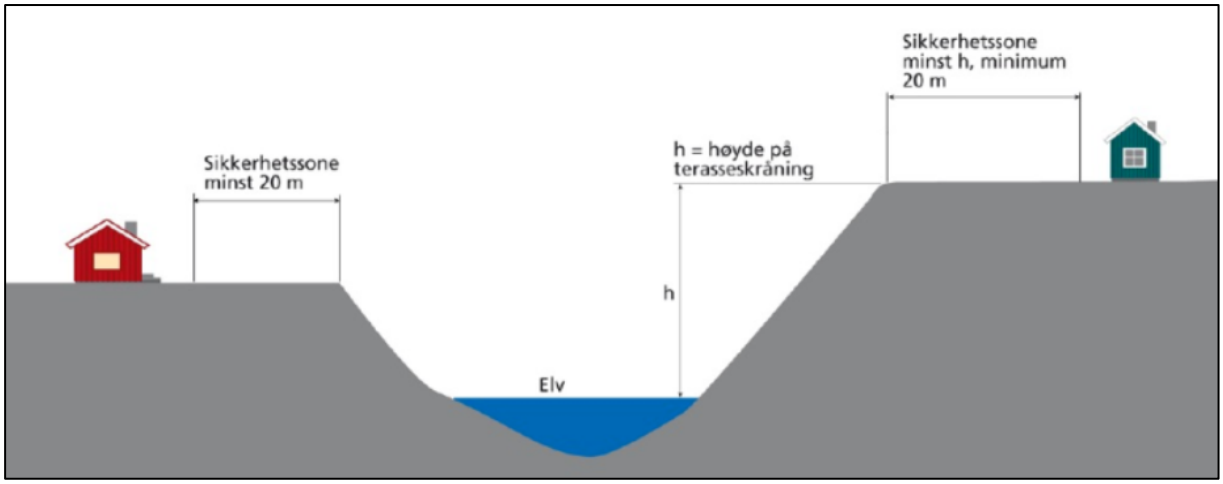
Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, i koordinatsystemet EUREF89 UTM32 og høydesystemet NN2000, og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard. I henhold til §2-4 i plan- og bygningsloven, blir flomsonekartet med tilhørende rapport meldt inn til NVE. Det vil da bli offentlig tilgjengelig for videre bruk gjennom bla. NVEs karttjenester.

2.5. Sikkerhet mot erosjon

Byggverk skal i henhold til TEK 17 §7-2 fjerde ledd, plasseres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Erosjon kan ikke fastsettes med et bestemt gjentaksintervall, da det er en pågående prosess som utvikles over tid. Der elvekanten består av løsmasser som er utsatt for erosjon, skal byggverk plasseres med tilstrekkelig avstand fra elvekanten, på fast fjell, eller så må elvekanten sikres mot erosjon. Plassering i sikker avstand foretrekkes fremfor erosjonssikring der det er mulig. Sikkerhetssoner og relativ plassering er illustrert i Figur 2-2.

Dersom erosjon kan føre til nye flomløp, må disse også vurderes og hensyntas. Videre gjelder sikkerhetsnivåene for skred (§7-3) dersom elvekanten består av kvikkleire eller

andre materialer med sprøbruddegenskaper, ettersom erosjon kan medføre brå og større utglidninger. Grunnforholdene må da undersøkes nærmere av en geotekniker.

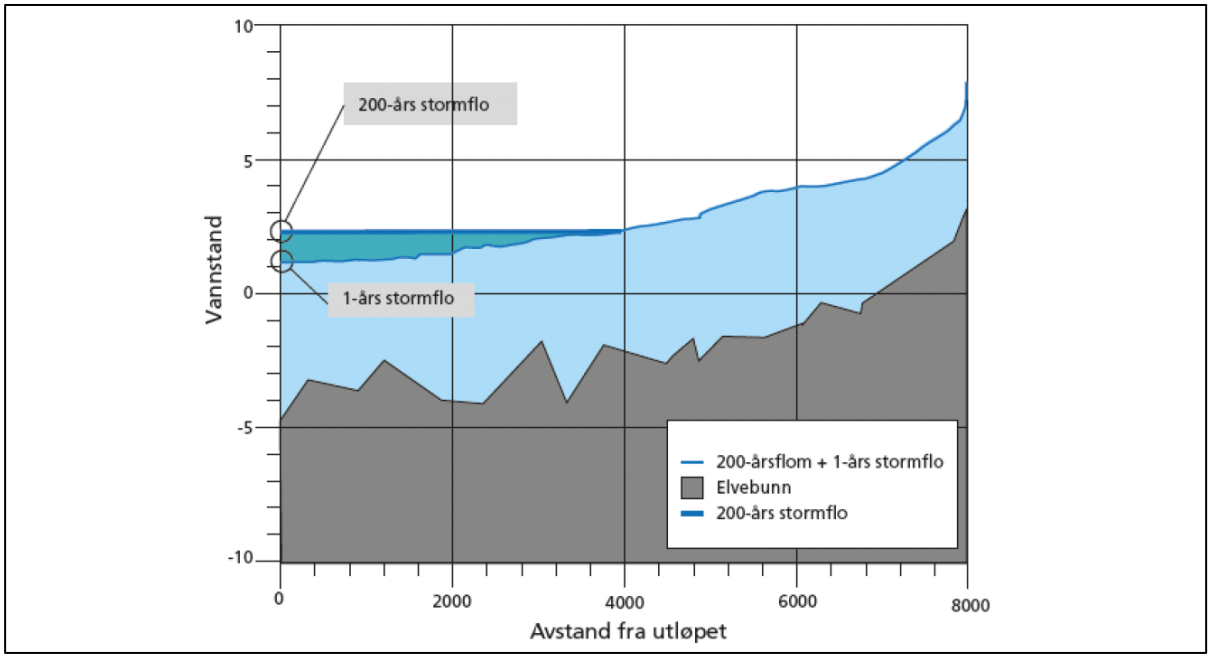


Figur 2-2 Anbefalinger for sikkerhetssoner i forhold til erosjon i vassdrag. Hentet fra TEK 17 §7-2.

2.6. Flomfare ved utløp til sjø

For elver som har utløp i sjø, skal det benyttes den såkalte «lokkmetoden» som illustrert i Figur 2-3. Dette innebærer at den dimensjonerende flomkilden av elveflom og stormflo ved et punkt i elven, er den som gir størst vannstand (forutsatt de har samme gjentaksintervall).

For å vurdere om det er stormflo eller elveflom som er den dimensjonerende flomkilden for ny besøksbolig, er det sett på havnivåer og utbredelse av 200-års stormflo i fremtidens klima. Havnivåene er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå. Stormflovurderingen inkluderer ikke bølgeberegninger.



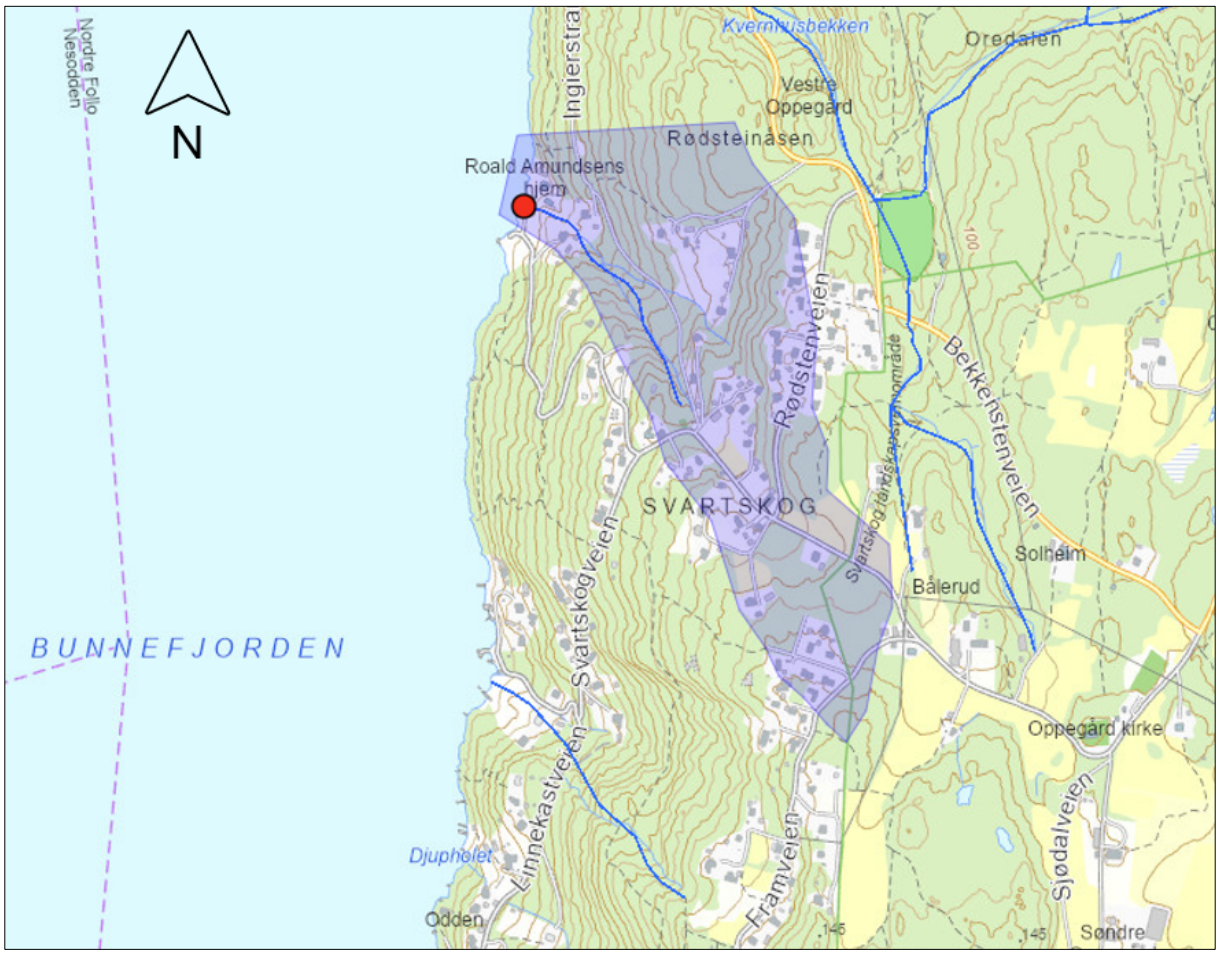
Figur 2-3 Illustrasjon av lokkmetoden, der en elv har utløp i sjø. (Kilde: NVE rapport 83/2015).

3. Flomberegninger

3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfelt og tilhørende feltparametere for bekken ved besøksboligen er generert i NVEs karttjeneste NEVINA (rapport gitt i Vedlegg 1). Kontrollanalyse i modellverktøyet Scalgo Live (som er basert på mer detaljert terrenggrunnlag), viser at NEVINA gir en representativ avgrensning av feltet. Det avgrensede feltet er vist i Figur 3-1, og et utvalg av feltparametere er gitt i Tabell 3-1.

Feltet er et lite, naturlig felt, med høy andel skog. Nedbørsfeltarealet er under 1 km^2, og feltet defineres dermed som et mikrofelt. Effektiv sjøprosent er på 0%, og feltet er relativt bratt (relieff på 47,8 m/km). Det vil si at feltet typisk vil reagere relativt raskt på nedbør, ha liten flomdemping og høye spesifikke flomverdier. Dominerende arealtype i nedbørsfeltet vil likevel bidra til økt konsentrasjonstid, og minske kulminasjon ved flomtoppen.



Figur 3-1 Nedbørfelt til bekken ved besøksboligen, generert i NEVINA.

Tabell 3-1 Feltparametere for bekken, generert i NEVINA.

Felt	**Areal** [km²]	**Eff. sjø** [%]	**Felt-lengde** [km]	**Høyde** [moh] H_{min}	H_{maks}	**Relieff forhold** [m/km]	**Skog** [%]	**Urban** [%]	**$q_{N,91-20}$*** [l/s·km²]
Bekk Roald Amundsen besøksbolig	0,3	0	1	1	131	47,8	78,9	13,4	12,4

* Spesifikk normalavrenning i referanseperioden 1991-2020 gitt av NVEs avrenningskart.

3.2. Tilgjengelige observerte data

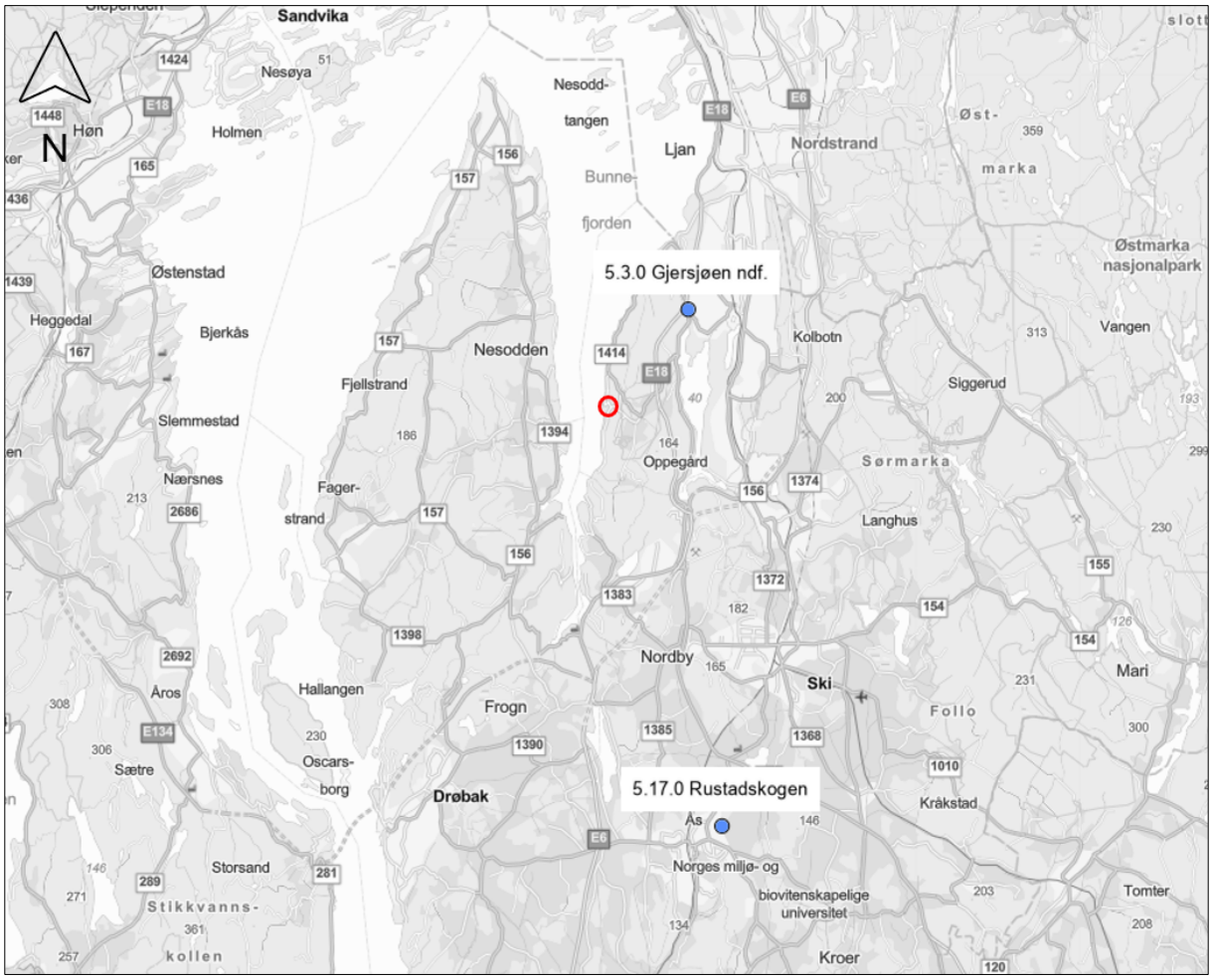
Flere metoder benytter observerte data for beregning av flomvannføring. Det er derfor her gitt en beskrivelse av tilgjengelige observerte vannførings- og nedbørsdata.

3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata

Det beste grunnlaget for hydrologiske analyser er vannføringsmålinger over en lengre periode fra det aktuelle vassdraget. Dette foreligger ikke for bekken ved besøksboligen. Det kan alternativt benyttes vannføringsdata fra nærliggende målestasjoner (referansestasjoner), som skaleres til det aktuelle feltet. Dette forutsetter at stasjonen har sammenlignbare feltegenskaper, topografi og klima som det aktuelle feltet, samt en brukbar måleserie med kontrollerte data.

Det er sett på aktuelle målestasjoner i området ved bruk av NVEs karttjeneste Seriekart (se Figur 3-2). Det er kun funnet to mikrofelt i nærheten av feltet med sammenlignbare feltstørrelse. 5.3.0 Gjersjøen har effektiv sjøprosent på 3,41%, og egner seg dermed ikke som sammenligningsstasjon. 5.17.0 Rustadskogen har urbanandel på 89,67%, og vil ei heller være representativ for bekken ved besøksboligen.

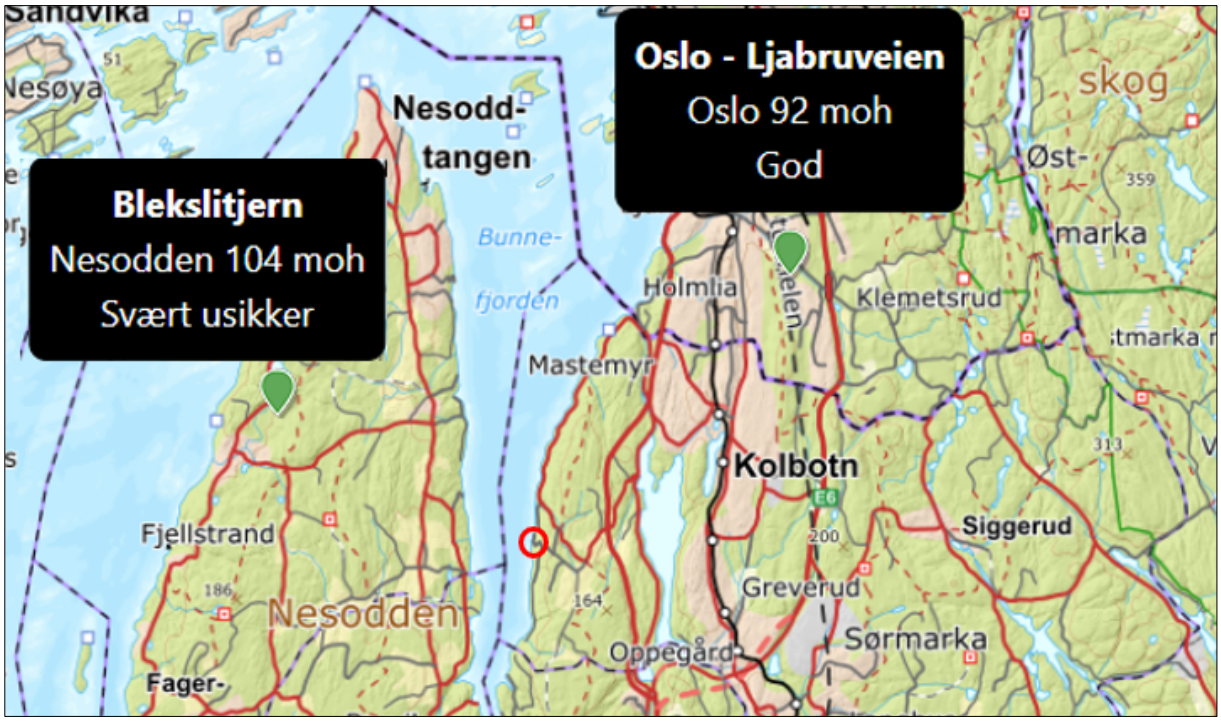
Basert på tilgjengelig vannføringsdata fra målestasjoner i samme region, er grunnlaget ikke ansett å utgjøre gode sammenligningsstasjoner for bekken ved besøksboligen.



Figur 3-2 Kartutsnitt som viser aktuelle målestasjoner for vannføring i området, med plassering av prosjektområdet i rød sirkel.

3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata

Nedbørstatistikk for gjentaksintervaller opp til og med 200 år er offentlig tilgjengelig, og kan hentes via blant annet Norsk Klimaservicesenter sin tjeneste SeKlima i form av IVF (Intensitet-Varighet-Frekvens) kurver/data. De nærmeste stasjonene med tilstrekkelig serielengde for ekstremnedbørstatistikk (minimum 10 sesonger) er vist i Figur 3-3, og tilhørende stasjonsdata er gitt i Tabell 3-2.



Figur 3-3 Kart som viser meteorologiske målestasjoner med IVF-data basert på minimum 10 sesonger.

Tabell 3-2 Stasjonsdata for meteorologiske målestasjoner (Kilde: SeKlima/ Norsk Klimaservicesenter).

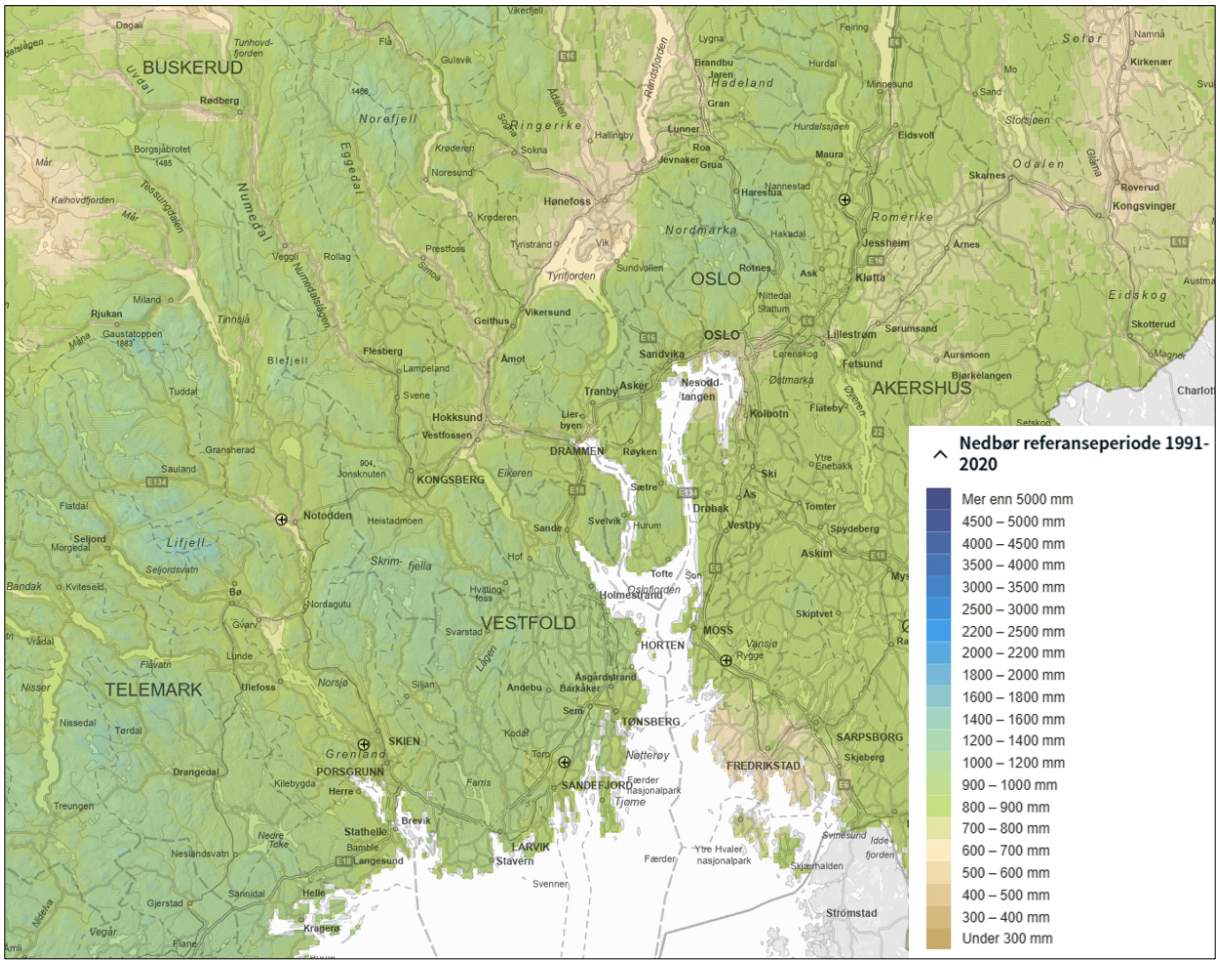
Stasjonsnummer	**SN17780**	**SN17980**
Stasjonsnavn	**Blekslitjern**	**Oslo – Ljabruveien**
Høyde [moh.]	104	92
Observasjonsperiode	2014-2025	2000-2025
Antall sesonger med data	10	21
Kvalitetsklasse	Svært usikker	God

Det er valgt å benytte stasjonen Oslo – Ljabruveien, med bakgrunn i kvalitet og serielengde. Benyttede IVF-data er gitt i Tabell 3-3, og er hentet fra SeKlima. Disse IVF-verdiene er punktverdier, som er konvertert til arealnedbør ved bruk av arealreduksjonsfaktorer (ARF). ARF-faktorer for bekken er estimert fra anbefalte verdier med hensyn til feltstørrelse og varighet oppgitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025).

Tabell 3-3 Verdier for ekstremnedbør fra stasjon Oslo Ljabruveien og arealreduksjonsfaktorer (ARF).

Varighet	**Timer**	**0.17**	**0.25**	**0.33**	**0.50**	**0.75**	**1.0**	**1.5**	**2**	**3**	**6**	**12**	**24**
	Minutter	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Punkt P200	[mm]	20.6	25.4	29.8	34.0	40.2	42.8	46.9	49.6	53.1	59.2	62.9	76.7
	[l/s·ha]	342.6	282.2	248.7	189.0	149.0	118.8	86.8	68.9	49.1	27.4	14.6	8.9
ARF (0,3 km²)	[-]	0.950	0.955	0.960	0.970	0.975	0.980	0.985	0.990	0.993	1.000	1.000	1.000
Areal P200	[mm]	19.6	24.3	28.6	33.0	39.2	41.9	46.2	49.1	52.7	59.2	62.9	76.7
	[l/s·ha]	325.5	269.5	238.8	183.3	145.3	116.4	85.5	68.2	48.7	27.4	14.6	8.9

Figur 3-4 viser oversikt over nedbør fra SeNorge i referanseperioden 1991-2020.



Figur 3-4 Nedbør referanseperiode 1991-2020 (SeNorge)

Nedbørsfeltet faller inn under området med gjennomsnittlig nedbørsmengde på 700-800 mm. Nedbørsmålestasjonen benyttet for IVF-kurven ligger i et område med gjennomsnittlig nedbør på 800-900 mm (høyere nedbørsmengde enn nedbørsfeltet), men er fremdeles anset som representativ.

3.3. Beregning av 200-årsflom

For beregning av vannføring under 200-årsflom i bekken ved besøksboligen, er følgende metoder benyttet:

- Flomfrekvensanalyser (FFA)
    - Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier
        - Regional analyse (RFFA-NIFS)
- Nedbør avløps-metoder:
    - Den rasjonale formel

Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025) for utdypende beskrivelse av metodene og formler som er benyttet i beregningene.

Basert på størrelsen på nedbørsfeltet (mikrofelt), og gjentaksintervallet som skal vurderes (200-årsflom), anbefaler NVE 01/2025 bruk av de fire metodene flomfrekvensanalyse på lokaldata, formelverket RFFA-2018, formelverket RFFA-NIFS og rasjonell formel.

FFA på findata er ikke utført grunnet mangel på representative sammenligningsstasjoner for nedbørsfeltet. RFFA-2018 beregner døgnverdier, og er i utgangspunktet utarbeidet for større felt. De andre to metodene er benyttet og resultatet fra disse flombergeningsmetodene er presentert videre i dette kapittelet.

3.3.1. Flomfrekvensanalyser

I en flomfrekvensanalyse (FFA) estimeres en indeksflom (middelflom – Q_M), og et vekstkurveforhold som gir forholdet mellom indeksflommen og en flom med et vilkårlig gjentaksintervall T (Q_T/Q_M).

Den dimensjonerende flomvannføringen er en kulminasjonsverdi, det vil si vannføringstoppen under en flomhendelse. I flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier beregnes dette direkte, mens i analyser på døgnverdier må estimatene konverteres til kulminasjonsverdier ved bruk av faktor ($Q_{kulm}/Q_{døgn}$).

Videre skilles det mellom flomfrekvensanalyser med hensyn til om de er basert på observerte data (lokale analyser) eller om det benyttes regionale formelverk/ regresjonsligninger.

NVE har utarbeidet to regionale formelverk, som benytter feltparametere som feltareal, effektiv sjøprosent og normalavrenning til å estimere indeksflom og vekstkurve. RFFA-NIFS beregner kulminasjonsverdier direkte, og er utarbeidet for små (< 60 km^2) felt. RFFA-2018 beregner døgnverdier, og er i utgangspunktet utarbeidet for større felt.

3.3.1.1 Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier

Det er gjort beregninger med formelverket RFFA-NIFS. Resulterende verdier for middelflom og 200-årsflom i bekken ved besøksboligen er gitt i Tabell 3-4.

Tabell 3-4 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom fra FFA på kulminasjonsverdier.

Metode	**Middelflom** (kulm)		**Q_{200}/Q_M**	**200-årsflom** (kulm)	
FFA kulminasjon	[l/s·km^2]	[m^3/s]	[-]	[l/s·km^2]	[m^3/s]
RFFA-NIFS	499	0.1	2.937	1467	0.4

3.3.2. Nedbør-avløpsmetoder

I nedbør-avløpsmetoder beregnes flomvannføring fra nedbør (evt. i kombinasjon med snøsmelting) ved bruk av en hydrologisk modell eller en empirisk formel som gjengir responsen til nedbørfeltet. Nedbørfeltstørrelsen til bekken er for liten iht. gyldighetsintervallet til PQRUT, denne metoden er dermed sett bort fra ved flombergening. Det er her gjort beregninger ved bruk av den rasjonale formel.

I små felt er det ikke forventet at snøsmelting vil bidra nevneverdig til de største flommene, og det er følgelig sett bort i fra dette.

3.3.2.1 Den rasjonale formel

Den rasjonale formel består av en ligning som beregner flomvannføring som en direkte funksjon av avrenningsfaktor og regnintensitet ($Q = C \cdot I \cdot A$). I NVEs veileder, anbefales det å benytte metoden for felt som er mindre enn 2 km^2, og med liten flomdempning.

Avrenningsfaktorer for forskjellige arealtyper er valgt basert på anbefalte verdier i NVEs veileder, og det er beregnet en midlere verdi for feltet tilsvarende arealvektet gjennomsnitt. Videre er denne korrigert med en faktor for å hensynta økt metningsgrad i bakken ved flomhendelser med større returperioder - se Tabell 3-5.

Tabell 3-5 Grunnlag for og beregning av avrenningsfaktor (C).

Arealtype		**C_i** [-]	**A_i** [%]	**$C_i \cdot A_i$** [ha]
Skog		0.15	78.9	3.6
Dyrket mark		0.30	5.4	0.49
Urban / bebygd		0.60	13.4	2.4
Midlere avrenningskoeffisient	C_m	**0.21**		
Korreksjonsfaktor for T = 200 år	F_c	1.30		
Dimensjonerende avrenningsfaktor	**C_{200}**	**0.28**		

Regnintensitet (I) er hentet fra IVF-data fra nedbørmålestasjon SN 17980 Oslo - Ljabruveien (arealverdier - se Tabell 3-3) hvor varigheten på regnet er satt til konsentrasjonstiden til feltet (T_C). Konsentrasjonstiden er beregnet med formler gitt i NVEs veileder, som bruker inngangsparameterne høydeforskjell, feltlengde og effektiv sjøprosent. Formelen for urbane felt gir konsentrasjonstid på 10 min, mens naturlig felt gir 53 min. Urban andel i feltet er lav (13%), og feltet ansees som naturlig. Basert på ligning for naturlige felt, er det valgt å sette konsentrasjonstiden til 60 minutter.

En oppsummering av grunnlag benyttet i flomberegning med den rasjonale formel, samt beregnet vannføring for 200-årsflom, er gitt i Tabell 3-6.

Tabell 3-6 Benyttede verdier og beregnet 200-årsflom med den rasjonale formel.

Felt	**A** [ha]	**T_C** [min]	**C_{200}** [-]	**I_{200}** [l/s·ha]	**Q_{200}** [m^3/s]
Bekk Roald Amundsens bolig	30	60	0.28	116.4	0.98

3.3.3. Oppsummering og endelig estimat

Beregnede flomvannføringer i bekken ved besøksboligen med alle metoder er oppsummert i Tabell 3-7. Det er et sprik mellom metodene, hvorav rasjonell formel gir størst verdi og RFFA-NIFS gir lavest.

Erfaringstall for mikrofelt varierer fra 2000-5000 l/s/km^2 ifølge NVE 01/2025. Feltet ligger på Østlandet, som er regionen med lavest spesifikk flomvannføring av erfaringstallene for ulike landsdeler. Nedbørsmengden for referanseperiode 1991-2020 (se Figur 3-4) viser til en nedbør for feltet på 700-800 mm. Nedbørmålestasjonen benyttet til å danne IVF-kurven ligger i et område med høyere avrenning (800-900 mm). Denne IVF-kurven er benyttet i rasjonell formel, og det er dermed trolig at denne flomverdien er noe overestimert for feltet.

Nedbørsmengden fra kartet er relativt lavt for regionen. Det er dermed trolig at flomvannføring i nedbørsfeltet ligger i det nedre sjiktet av erfaringstallene for mikrofelt.

Basert på feltstørrelse, lokasjon og erfaringstall er det besluttet å sette spesifikk flomvannføring for feltet til gjennomsnittet av verdien fra metodene RFFA-NIFS og rasjonell formel (2360 l/s/km^2). Årsaken for bruk av gjennomsnittet fra de ulike metodene er at rasjonell formel ser ut til å overestimere verdien, og RFFA-NIFS trolig underestimere verdien. RFFA-NIFS har regresjonsligning utviklet for små, naturlige felt, og ikke felt med delvis urbant areal. Dog lite urbanandel (13% for mikrofeltet ved besøksboligen), kan denne metoden underestimere flomverdien noe.

Endelig estimat for 200-årsflom i bekken er følgelig satt til Q_{200} = 0,7 m^3/s, som gir en spesifikk verdi på 2360 l/s/km^2, som er i nedre sjikt av erfaringstallene for mikrofelt.

Tabell 3-7 Beregnede flomverdier fra alle metoder, og endelig estimat.

Metode		**200-årsflom i bekken**				
		Døgnmiddel		**$Q_{kulm}/Q_{døgn}$**	**Kulminasjon**	
		[l/s·km^2]	[m^3/s]	[-]	[l/s·km^2]	[m^3/s]
FFA kulm.	Regional analyse (RFFA-NIFS)	*640*	*0.2*	*2.291*	1467	0.4
Nedbør-avløpsmodell	Rasjonale formel	*1113*	*0.3*	*2.924*	3253	1.0
Endelig estimat:		*1113*	*0.3*	*2.924*	**2360**	**0.7**

3.4. Klimapåslag og dimensjonerende vannføring

Klimaendringer vil føre til endrede flomforhold i Norges vassdrag. Det forventes en økning i flomstørrelse i uregulerte vassdrag hvor regnflommer er årets største flom, som følge av økt regnintensitet, og spesielt i små felt. I større felt hvor snøsmelteflommer dominerer, er det forventet en reduksjon i årets største flom.

I NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025) er det anbefalt å benytte et klimapåslag på enten 0, 20 eller 40% der det forventes henholdsvis en reduksjon, økning eller stor økning i flomstørrelser. For mikrofelt (< 1 km^2), er det en generell anbefaling om å benytte klimapåslag på 40%.

Med bakgrunn i overnevnte anbefalinger og feltegenskapene til bekken ved besøksboligen, er det valgt å benytte et klimapåslag på 40%. Dette gir en klimajustert flomverdi på $Q_{200,klima}$ = 1 m^3/s.

Tabell 3-8 Endelig estimat for 200-årsflom (kulminasjon), og dimensjonerende vannføring inkl. klimapåslag.

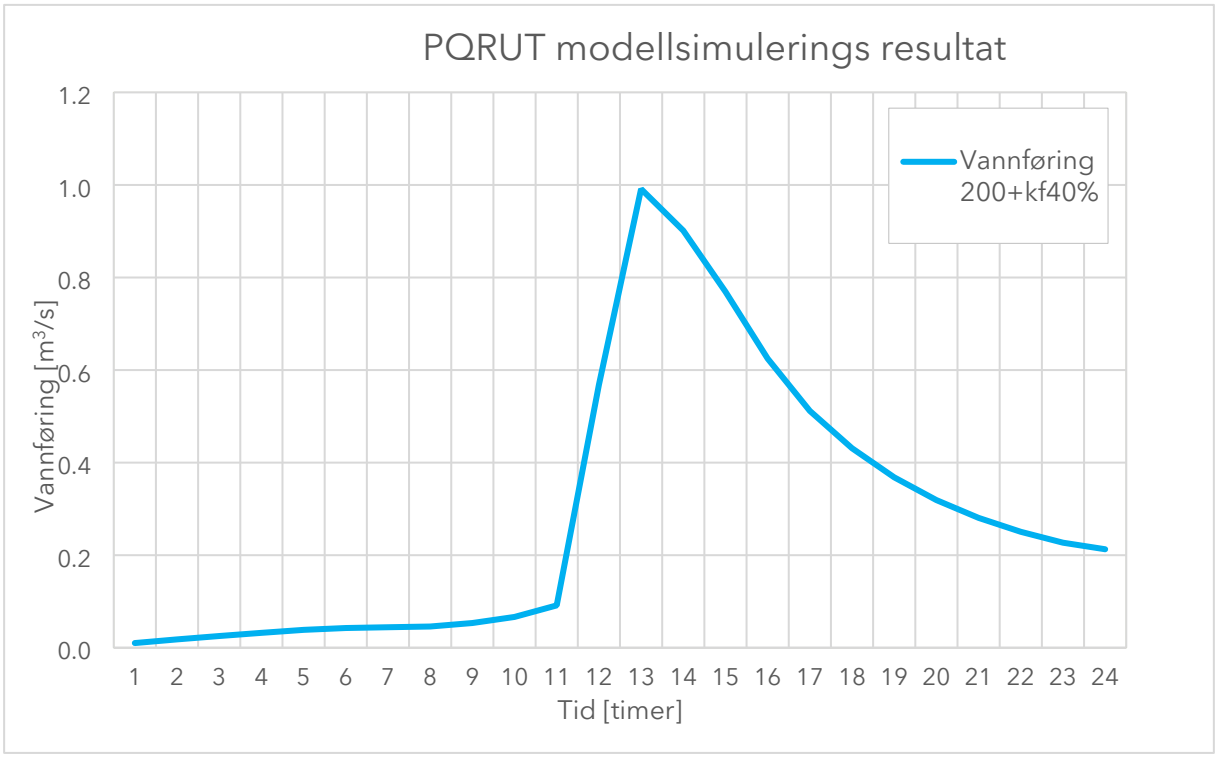
Felt	**200-årsflom**		**Klimapåslag**	**200-årsflom inkl. klima**	
	[l/s·km^2]	[m^3/s]		[l/s·km^2]	[m^3/s]
Bekk Roald Amundsens bolig	2360	0.7	40 %	3304	1.0

3.5. Flomforløp i kartlegging

3.5.1. Flomforløp

I todimensjonal hydraulisk modellering må flommen gis som et forløp, det vil si en serie med vannføringsverdier over tid. I små felt som bekken ved besøksboligen, kan flomforløpet ha stor betydning, da flomtoppen ikke nødvendigvis vil vare lenge og det kan oppstå manglende kapasitet i kulverter.

Det er derfor benyttet et konstruert flomforløp i de hydrauliske beregningene, hvor det er lagt til grunn PQRUT. PQRUT er en nedbør-avløpsmetode som egentlig egner seg for større felt, men beregnet forløp fra denne metoden anses som realistisk for små felt, og er dermed benyttet i den hydrauliske modellen. Det konstruerte flomforløpet for dimensjonerende 200-årsflom i bekken er vist i Figur 3-5. Videre er det kun forløpet fra time 10 til 16 som er benyttet i selve modelleringen, da dette er tilstrekkelig til å fange opp kulminasjonen og resesjonen av flomhendelsen.



Figur 3-5 Flomforløp for dimensjonerende 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag i bekken.

4. Hydrauliske beregninger

4.1. Programvare og modelltype

Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 7.0.1, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers. I HEC-RAS kan man utføre endimensjonale stasjonære hydrauliske beregninger, og en- og todimensjonal dynamisk (ikke-stasjonær) modellering. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2026).

Det er valgt å benytte en todimensjonal dynamisk modell. Dette betyr at strømningen er ikke-stasjonær (varierer over tid), og kan opptre i horisontalplanet. En slik modell vil kunne simulere strømning utenfor bekkeløp som går i flere retninger, samt lokale effekter på strømningsforholdene, bedre enn en tradisjonell endimensjonal stasjonær modell.

4.2. Modelloppsett

Den hydrauliske modellen er satt opp i henhold til anbefalinger i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022), hvor en oppsummering av modelloppsettet er gitt i Tabell 4-1. En mer detaljert beskrivelse er gitt i påfølgende underkapitler.

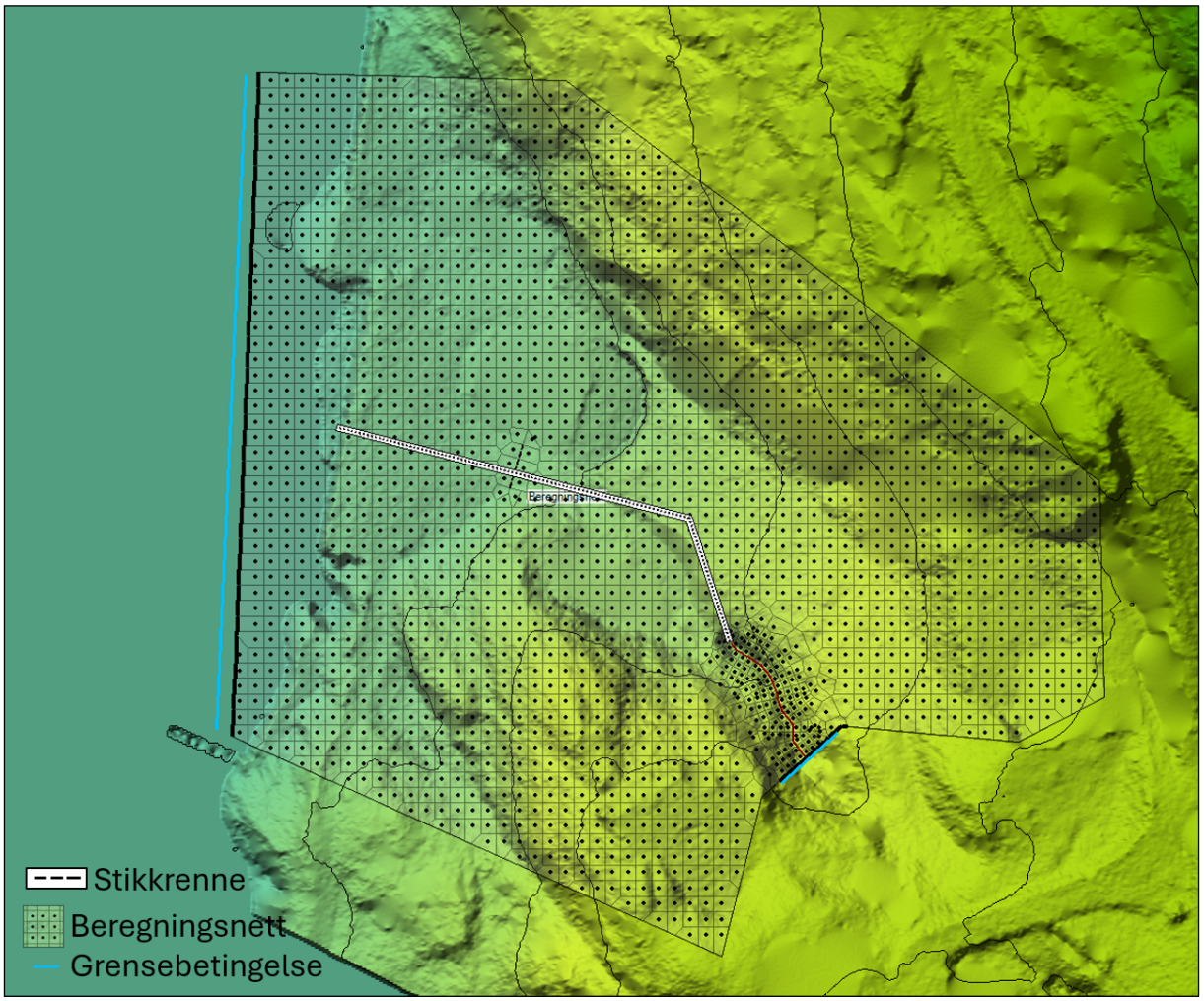
Tabell 4-1 Kort oppsummering modelloppsett.

Modelloppsett	**Beskrivelse**
Program	HEC-RAS
Type modell	2D
Beregningsnett	1 meter i bekkeløp, 2 meter i øvrig terreng
Grensebetingelser	Innløp: vassdragsflom Utløp: stormflo
Terrengmodell	Laserdata fra 2021, 0,25 meters oppløsning
Ruhetsverdier	Varierende, n = 0,035 i bekkeløp
Konstruksjoner	1 kulvert
Ligningssett	SWE
Beregningstidssteg	0,1 sekund, gir Courant-tall C < 0.7
Kalibrering	NEI

4.2.1. Modellområde og beregningsnett (2D)

Modellutstrekningen er romslig avgrenset, slik at all strømning og vannoppsamling som kan ha en betydning for flomsituasjonen blir modellert. Innløpet et satt litt oppstrøms i bekkedalen, og utløpet ut i fjorden. Utstrekninger er satt for å sørge for at korrekte strømningsforhold blir modellert ved kartleggingsområdet – se Figur 4-1.

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 1 meter i og langs elveløp og veier, og 2 meter i øvrige områder. Senterlinje for bekk er lagt inn som knekklinje, slik at rutene blir orientert i riktig retning og strømningen blir mer nøyaktig modellert.



Figur 4-1 Kartutsnitt som viser modellområde og beregningsnett i todimensjonal hydraulisk modell.

4.2.2. Grensebetingelser

Grensebetingelser i den hydrauliske modellen angir hvordan vann strømmer inn og ut av modellområdet. Under er det gitt en beskrivelse av hvilke grensebetingelser som er benyttet for innløp og utløp.

4.2.2.1 Øvre grensebetingelser (innløp)

Ved innløpet til modellen er det benyttet beregnet flomvannføring i bekken ved besøksboligen (se Tabell 3-8 / Figur 3-5) sammen med antagelse om normalstrømning som øvre grensebetingelse. Friksjonshelningen som er benyttet til å beregne normaldybde er estimert fra høyder på bekkebunn ved innstrømning til modellen, og er satt til S = 0.001 m/m.

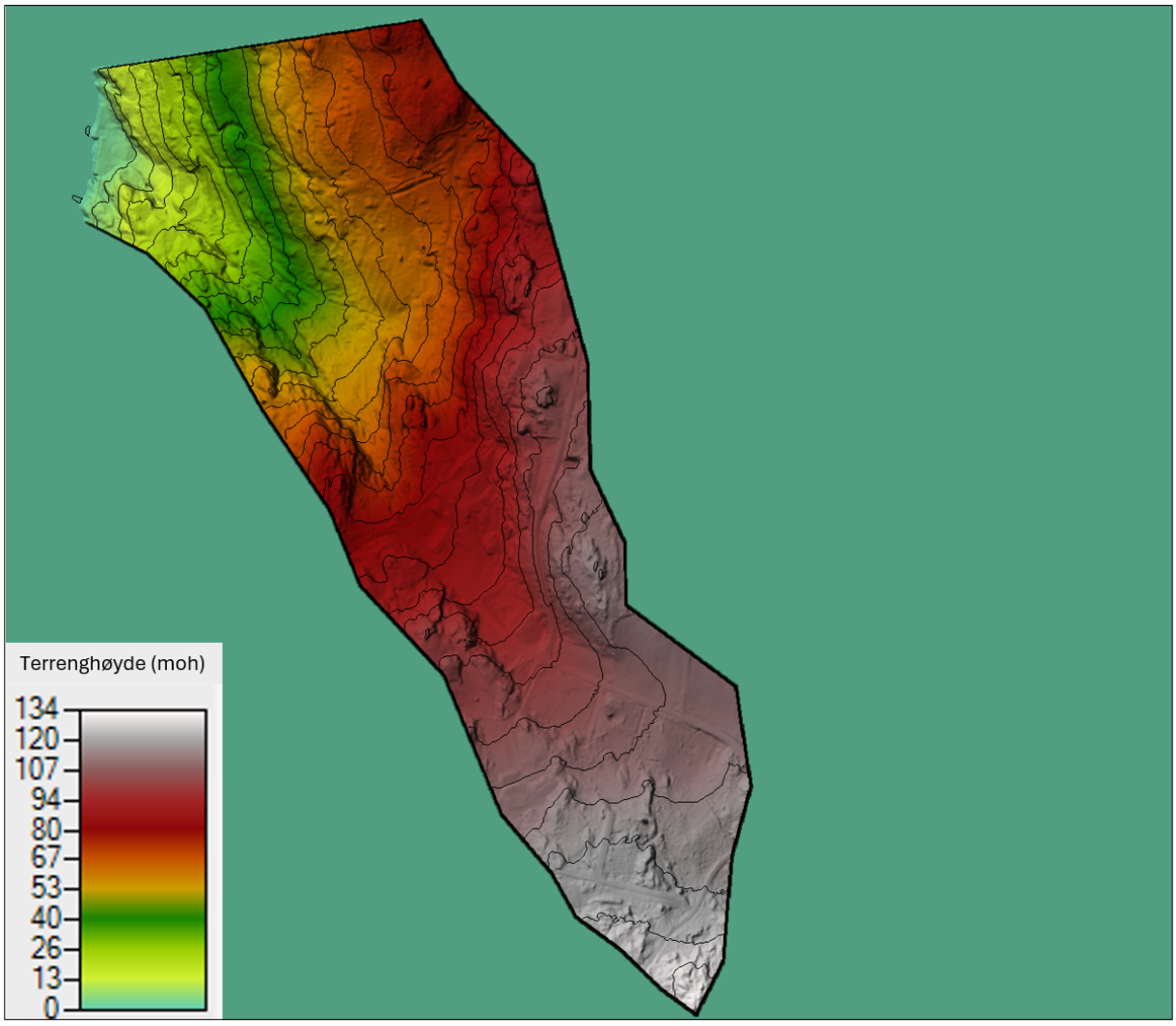
4.2.2.2 Nedre grensebetingelser (utløp)

Ved utløpet til modellen, er kjent havnivå benyttet som nedre grensebetingelse. I henhold til anbefaling i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022), er det benyttet 1-års stormflo i kombinasjon med 200-års elveflom. I og med kartleggingen er gjort for fremtidens klima, er det valgt å legge til havnivåstigning i henhold til anbefalinger gitt i DSBs veileder *Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging* (2024).

Nivåene for Bunnefjorden er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå (se Vedlegg 3), hvor 1-års stormflo inkl. havnivåstigning tilsvarer +1.56 moh.

4.2.3. Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene – se Figur 4-2. Modellen har en oppløsning på 0,25 x 0,25 meter.



Figur 4-2 Terrengmodell som er benyttet i hydrauliske analyser. Høyderkoter i høyre utsnitt har ekvidistanse 5 m.

Terrengmodellen er basert på luftbåren laserskanning foretatt i 2021 (prosjekt *Viken 5 pkt. 2021*), som er det mest oppdaterte datasettet for området.

Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon, da vegetasjonen skygger for underliggende terreng. Videre klarer ikke vanlig laserskanning å fange opp bunnforhold under større vanndyp, da det registrerer kun vannoverflater. Men bekken er relativt liten, og vil ikke ha store vanndybder ved normalvannføring. Eventuelle avvik i endelige flomvannstander assosiert med denne usikkerheten er ansett som små.

Bygninger og andre oppstikkende objekter er ikke inkludert i modellen, men ruheten er tilpasset for å få med effekten av slike obstruksjoner.

Laserdataene er lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata.

4.2.4. Friksjonsforhold/ruhet

Vannstrømningen påvirkes av friksjonsforhold, det vil si ruheten til overflaten det strømmer over. Dette varierer etter type underlag og utforming av bekkeløpet. Ruheten i modellen er gitt som Mannings tall (n), hvor et høyt n-tall betyr høyere ruhet.

Inndeling av ruhetsområder i den hydrauliske modellen er basert på arealklassifisering fra Scalgo Live, som benytter seg av flyfoto og KI til å analysere og fastsette arealtyper. Dette er også kontrollert og justert opp mot kart og bilder tatt under befaring. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 4-2, og er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl. ,2010).

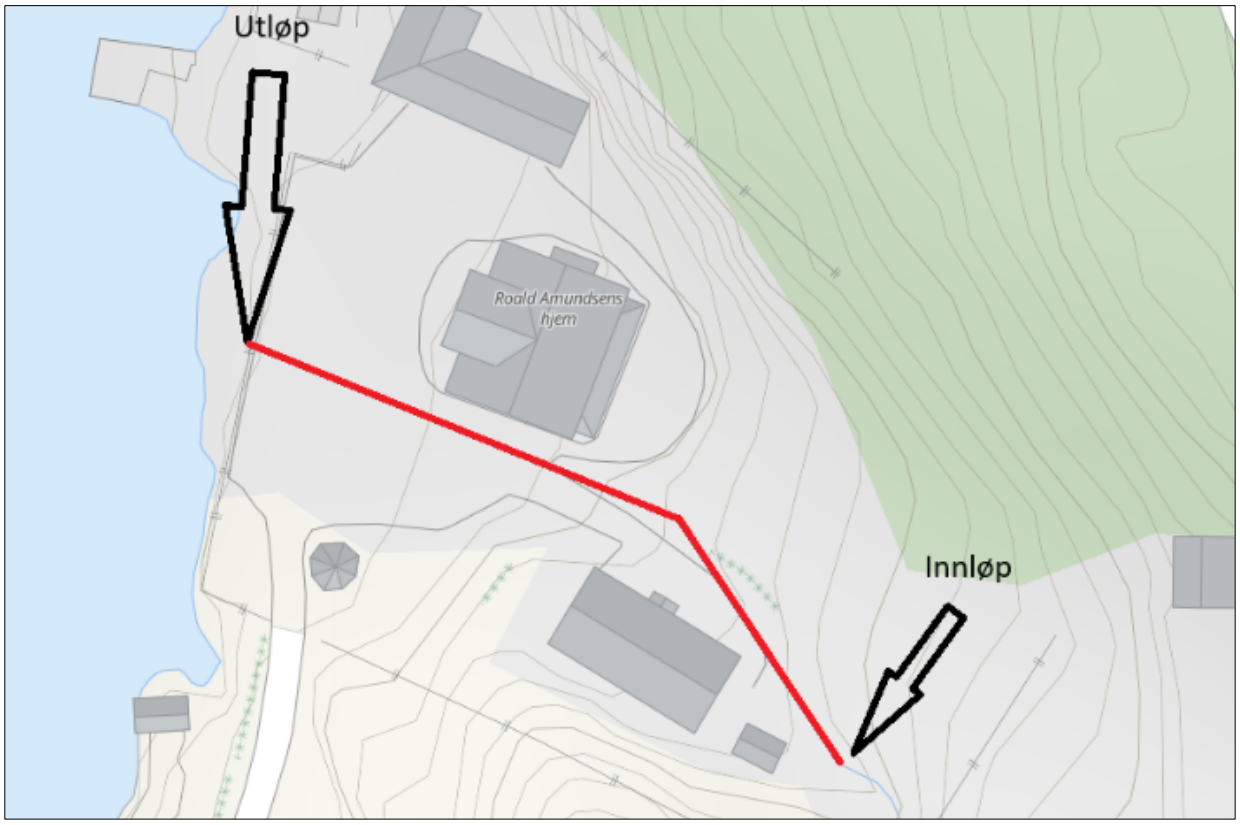
Tabell 4-2 Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate	**Ruhetsverdi / Mannings tall**	
	n	**M** (=1/n)
Bekkeløp	0,035	29
Åpen fastmark og plen	0,040	25
Dyrket mark	0,050	20
Snaufjell	0,020	50
Skog- og buskelandskap	0,100	10
Tette flater (asfalt)	0,014	71
Grusvei/gårdsplasser	0,018	56
Bygninger	10,0	0,1

Bygninger har fått kunstig høy ruhet for å simulere disse obstruksjonene i terrengmodellen, slik at flomvann tar veien rundt disse objektene i den hydrauliske modellen.

4.2.5. Konstruksjoner i vassdraget

Bekken ved besøksboligen går igjennom en bekkelukking ved tiltaksområdet som består av en stikkrenne med dimensjon på 0,8 m - se Figur 4-3. Informasjon om vanngjennomløpene er innhentet gjennom befaring gjennomført av VA-ingeniør 05.06.2026. Anslått trase på bekkelukkingen basert på befart inn- og utløpspunkt er vist på Figur 4-3.



Figur 4-3 Kart som viser anslått lokasjon for bekkelukking etter befaring.



Figur 4-4 Bilder av stikkrenner/kulverter/broer i modellområdet (05.06.2026).

Stikkrennen er lagt inn i den hydrauliske modellen, og data som er benyttet er oppsummert i Tabell 4-3. Singulærtap ved stikkrenner/kulverter er vurdert basert på utforming av inn- og utløp, og friksjonstap med hensyn til materiale, tilstand og form. Manningstall og koeffisienter er valgt basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka*. Inntaket har en rist som videre vi begrense vannføring gjennom stikkrenna.

Det er lagt inn 5 cm gjentetting for vanngjennomløpene, med bakgrunn i observert sedimentering ved innløpet under befaring. Det bemerkes at hvis stikkrenner og kulverter skal oppfylle krav i Statens vegvesens vegnormaler, skal det hensyntas 1/3 gjentetting.

Tabell 4-3 Data for vanngjennomløp som er benyttet i hydraulisk modell.

Stikkrenner/kulverter									
Nr.	**Navn**	**Type**	**Dimensjoner** [m]	**Lengde** [m]	**Høyde** [moh.] **Innløp**	**Utløp**	**Ruhet n**	**Singulærtap** k_{inn}	k_{ut}
1	Kulvert	Sirkulær kulvert	0,8	63,5	7,24	0,42	0,015	0,5	1

4.2.6. Ligningssett og beregningstidssteg

Det er benyttet ligningssettet «Shallow Water Equations» (SWE) til grunnlag for beregningene.

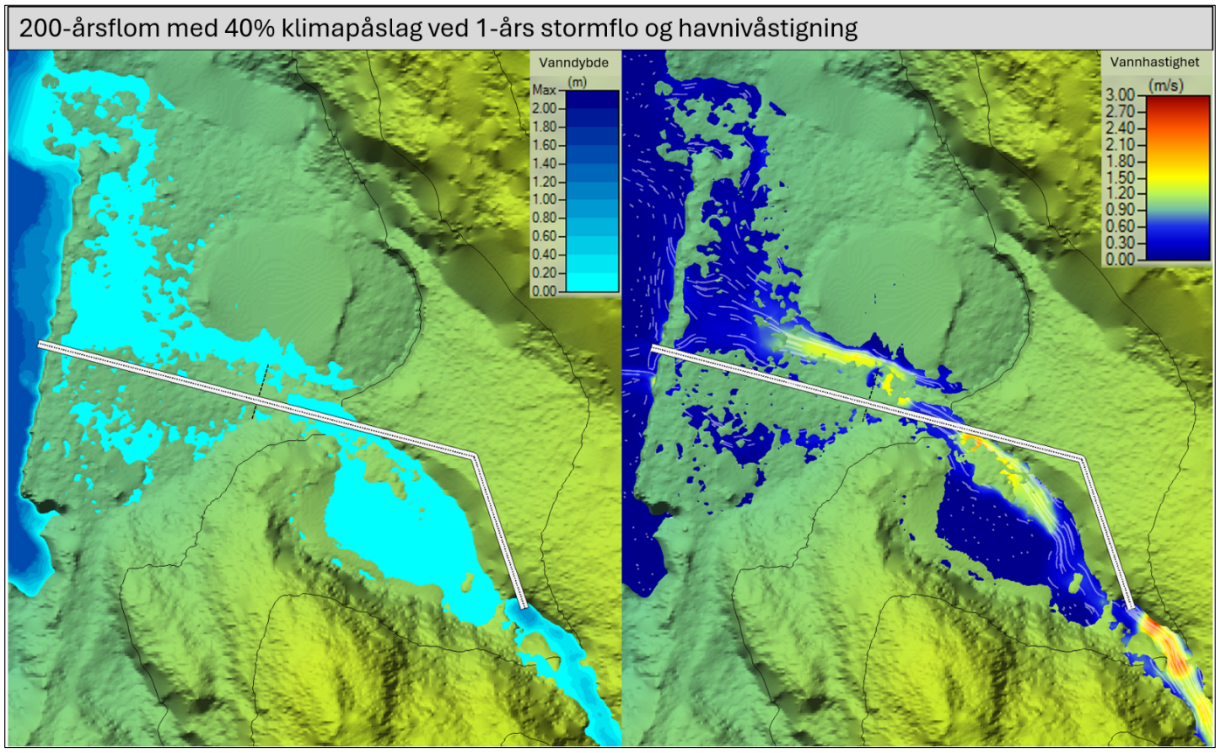
Videre er det benyttet beregningstidssteg på 0,1 sekund. Dette gir Courant-tall på C < 0.7 stort sett i hele modellområdet, noe som indikerer at modellen er stabil og korrekte dybder og hastigheter blir modellert.

4.3. Resultater fra hydraulisk modellering

Beregnet flomutbredelse, dybder og vannhastigheter under 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag i bekken, er vist i Figur 4-5.

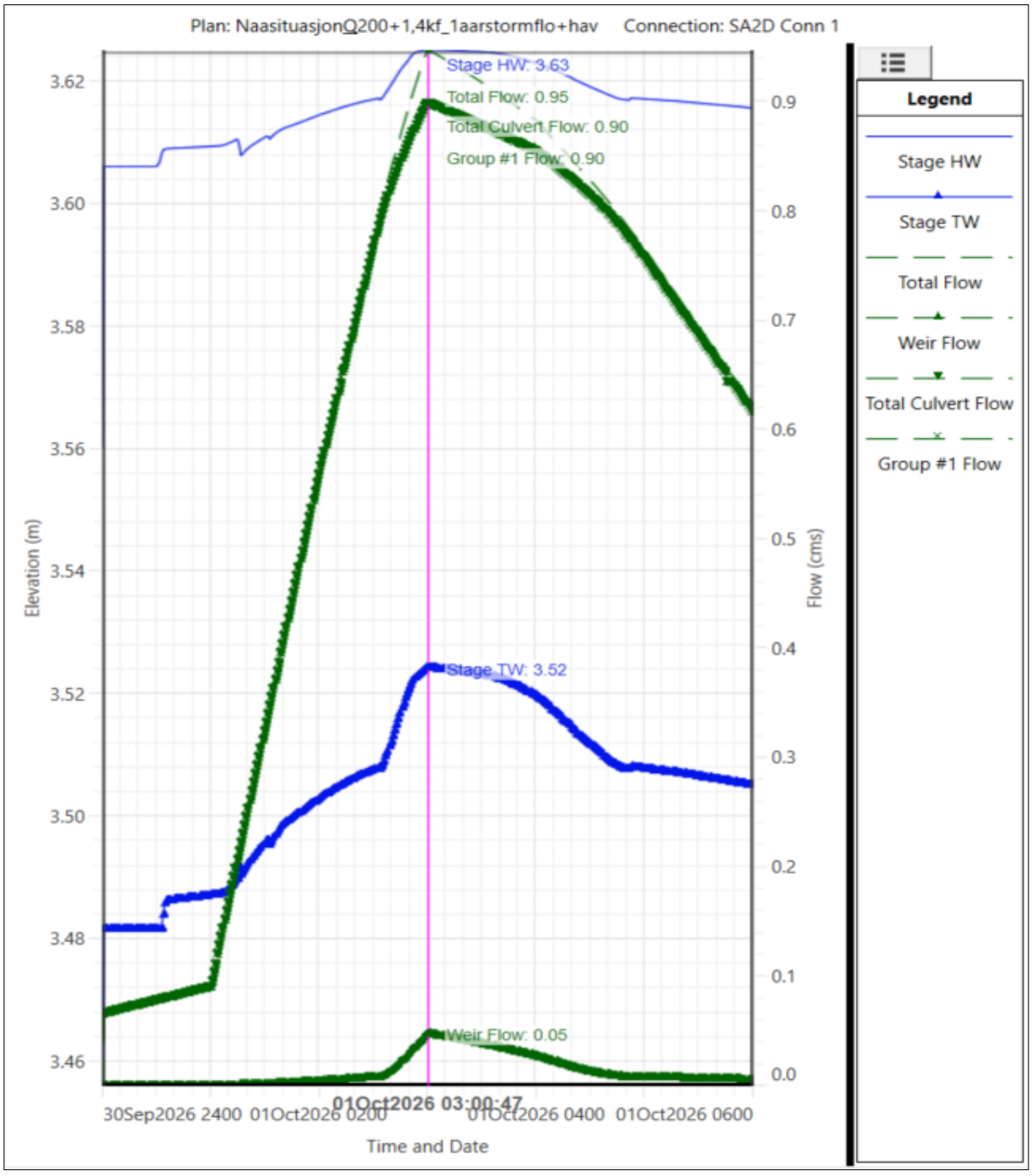
Flomvann vil renne fra nedbørsfeltet i sørøst mot prosjektområdet, og stuves opp ved inntaket til eksisterende bekkelukking. Dagens bekkelukking har en kapasitet på 0,9 m^3/s ved dimensjonerende flomhendelse (se Figur 4-5). Resterende, overskytende flomvann (0,1 m^3/s) strømmer videre på terreng. Flomvann på avveie vil renne langs eksisterende besøksbolig, og mot Roald Amundsens bolig. I den hydrauliske modellen er boligen modellert med høy ruhet, men ikke som en obstruksjon. Vannet vil i virkeligheten bli liggende rundt denne besøksboligen ved dimensjonerende flom ved dagens situasjon. Deretter renner flomvann på avveie ned langs sørsiden av Roald Amundsens bolig, og videre til Bunnefjorden.

Vanndybdene som oppstår ved dimensjonerende flomhendelse, er lave (under 10 cm) ved prosjektområdet. Hastigheten som oppstår er høyeste i bekkeleiet oppstrøms bekkelukkingen (opp mot 2,5 m/s). Flomvann på avveie på terreng har en makshastighet på opp mot 2 m/s. Dybdene er lave, og resulterende DV-tall er lave, som gir liten fare for liv og helse utomhus ved flom.



Figur 4-5 Dybde- og hastighetsplott for 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag i bekken ved besøksboligen.

Vannføring gjennom eksisterende bekkelukking (800 mm rør) er vist på Figur 4-6. Denne kapasiteten inkluderer en liten grad av gjentetting basert på mengden sediment i dagens lukking (5 cm). Den underdimensjonerte bekkelukkingen er det kritiske punktet som gir flomvann på avveie ved større flomhendelser.



Figur 4-6 Vannføring gjennom bekkelukking og på overflaten ved dimensjonerende 200-årsflom med 40% klimapåslag

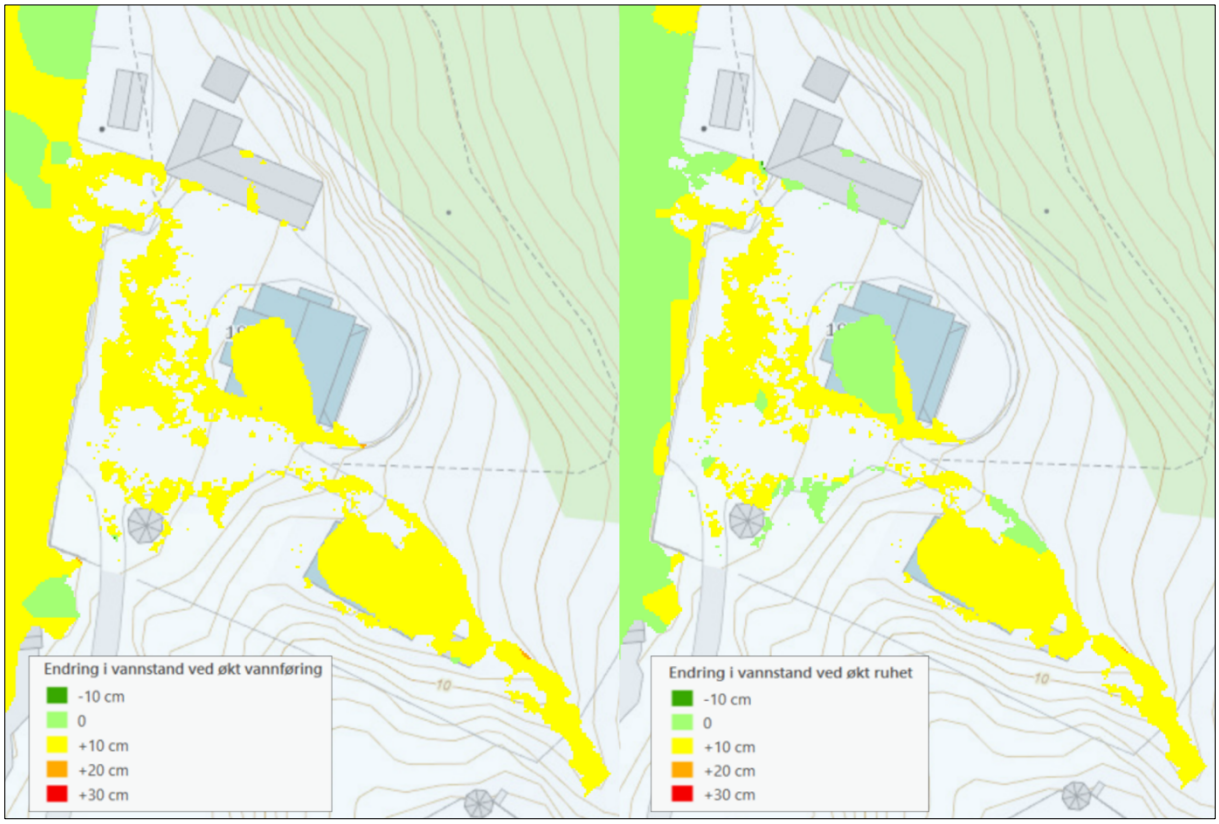
4.4. Følsomhetsanalyser

For å kunne kalibrere en modell, må det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring i det aktuelle vassdraget. Dette finnes ikke for bekken ved besøksboligen. Uten

kalibrering, vil det være usikkerhet knyttet til benyttede ruhetsverdier i den hydrauliske modellen. Det er også usikkerhet knyttet til flomberegningene, og benyttet vannføring. Det er derfor foretatt følsomhetsanalyser, der den hydrauliske modellen er kjørt med en økning i ruhet på +20% og vannføring +20%.

Resultatene fra analysen er vist i Figur 4-7. En økning på 20% i vannføring gir maksimal en endring på +13 cm. Generelt endres vannstand med under 10 cm i prosjektområdet. En økning av ruhet med 20% gir en maksimal økning i vannstand på 11 cm, mens majoriteten av prosjektområdet har vannstandendrings på under 10 cm.

Vannstandendringene indikerer at modellen er lite følsom for endringer i ruhet, og lite følsom for endringer i vannføring.



Figur 4-7 Resultater fra følsomhetsanalyser, det ruhet og vannføring er økt med +20%.

5. Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart

5.1. Klassifisering og sikkerhetspåslag

For å kunne ta hensyn til usikkerhet i beregningene i størst mulig grad, anbefaler NVE (veileder 3/2022) at det legges til et sikkerhetspåslag på vannføringen, slik at flomsikkert nivå kan bestemmes. Sikkerhetspåslaget skal velges ut ifra en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen, basert på kriterier gitt i NVE veileder 3/2022 – se Tabell 5-1 til Tabell 5-3.

Spesifikk flomvannføring fra de ulike flomberegningsmetodene har sprikende verdier. Det er heller ikke utført flomfrekvensanalyse på lokaldata ettersom det ikke finnes noen gode sammenligningsstasjoner. Det er derfor vurdert at flomberegningene havner i **klasse 5**.

Følsomhetsanalysen viser til lav variasjon i vannstand ved økning av ruhet eller vannføring. Det er derfor vurdert at den hydrauliske modellen havner i **klasse D**.

Klasse 5 for flomberegninger, og klasse D for hydraulisk modell, tilsier at det skal benyttes et **sikkerhetspåslag på 50%**.

Tabell 5-1 Klassifisering av flomberegninger (NVE veileder 3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i, eller nært vassdraget
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

Tabell 5-2 Klassifisering av hydraulisk modell (NVE veileder 3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 – 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringene i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Tabell 5-3 Sikkerhetspåslag på vannføring basert på klassifisering av beregninger (NVE veileder 3/2022).

Klassifisering av hydraulisk modell		**Sikkerhetspåslag**			
	Klasse E	40%	45%	50%	60%
	Klasse D	20%	30%	40%	50%
	Klasse C	15%	20%	30%	40%
	Klasse B	10%	15%	20%	30%
	Klasse A	5%	10%	15%	25%
		Klasse 1	**Klasse 2**	**Klasse 3**	**Klasse 4 - 5**
	Klassifisering av flomberegninger				

5.2. Analyse med sikkerhetspåslag

Analyse med sikkerhetspåslag er utført for 200-årsflom i fremtidens klima, hvor vannføringer som er lagt til grunn i bekken ved besøksboligen er oppsummert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4 Oppsummering av verdier for 200-årsflom, inkludert klima og sikkerhetspåslag.

Flomsituasjoner	**Flomvannføring** [m^3/s]
200-årsflom	0,7
200-årsflom inkl. 40% klimapåslag	1,0
200-årsflom inkl. 40% klima og 50% sikkerhetspåslag	1,5

Beregnet vannstand og flomutredelse som følge av sikkerhetspåslaget er vist endelig flomsonekart med og uten sikkerhetspåslag (se Figur 5-1 og Figur 5-2).

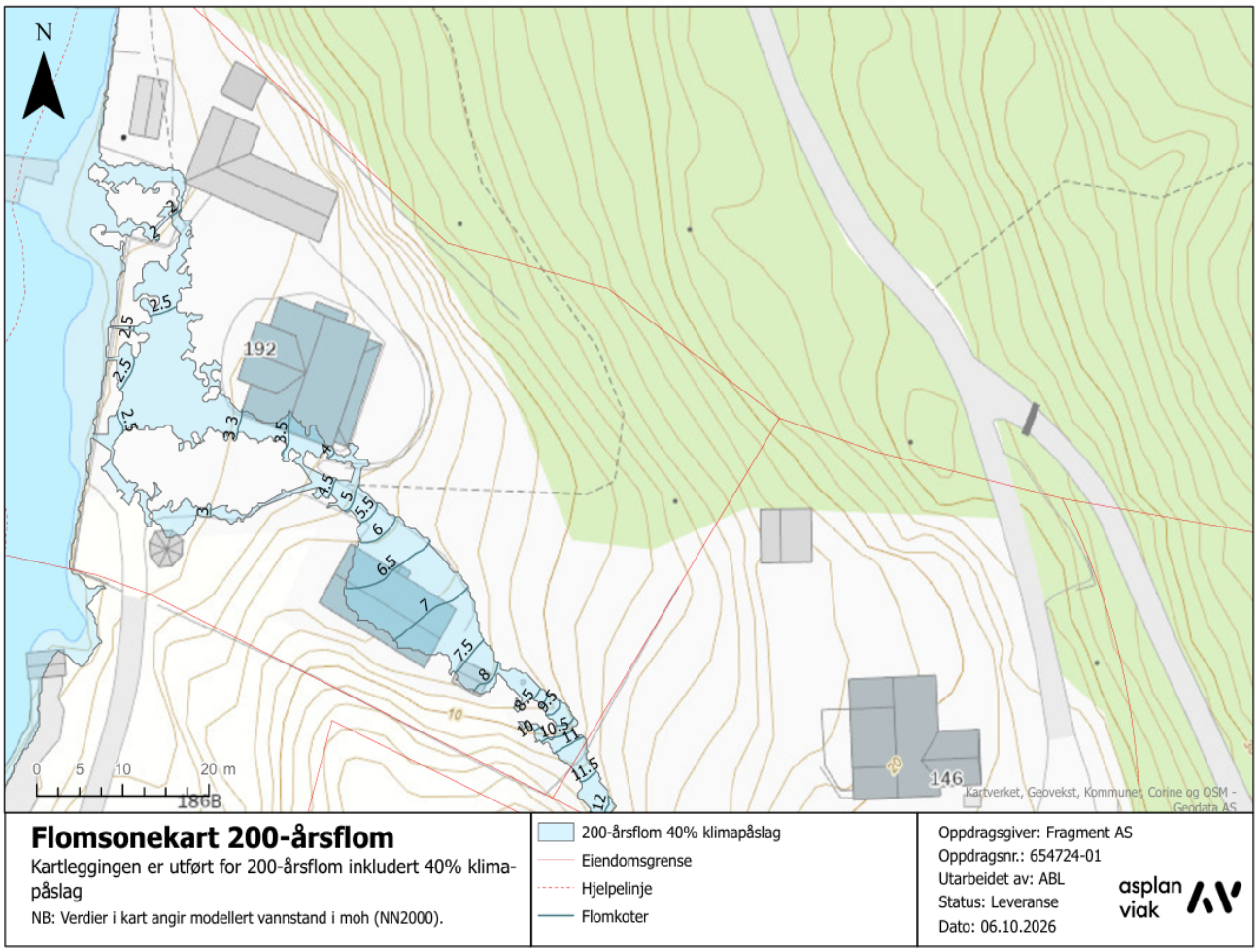
5.3. Flomsonekart og flomsikkert nivå

I NVEs veileder (3/2022) er det i utgangspunktet anbefalt å utarbeide flomsonekart *uten* sikkerhetspåslag, og heller legge til en ekstra høyde/sikkerhetsmargin på de beregnede flomvannstandene for å få flomsikkert nivå. For bekken ved besøksboligen er det imidlertid fordelaktig å bruke flomsonekart som inkluderer sikkerhetspåslag, da flomsikkert nivå kan leses av direkte.

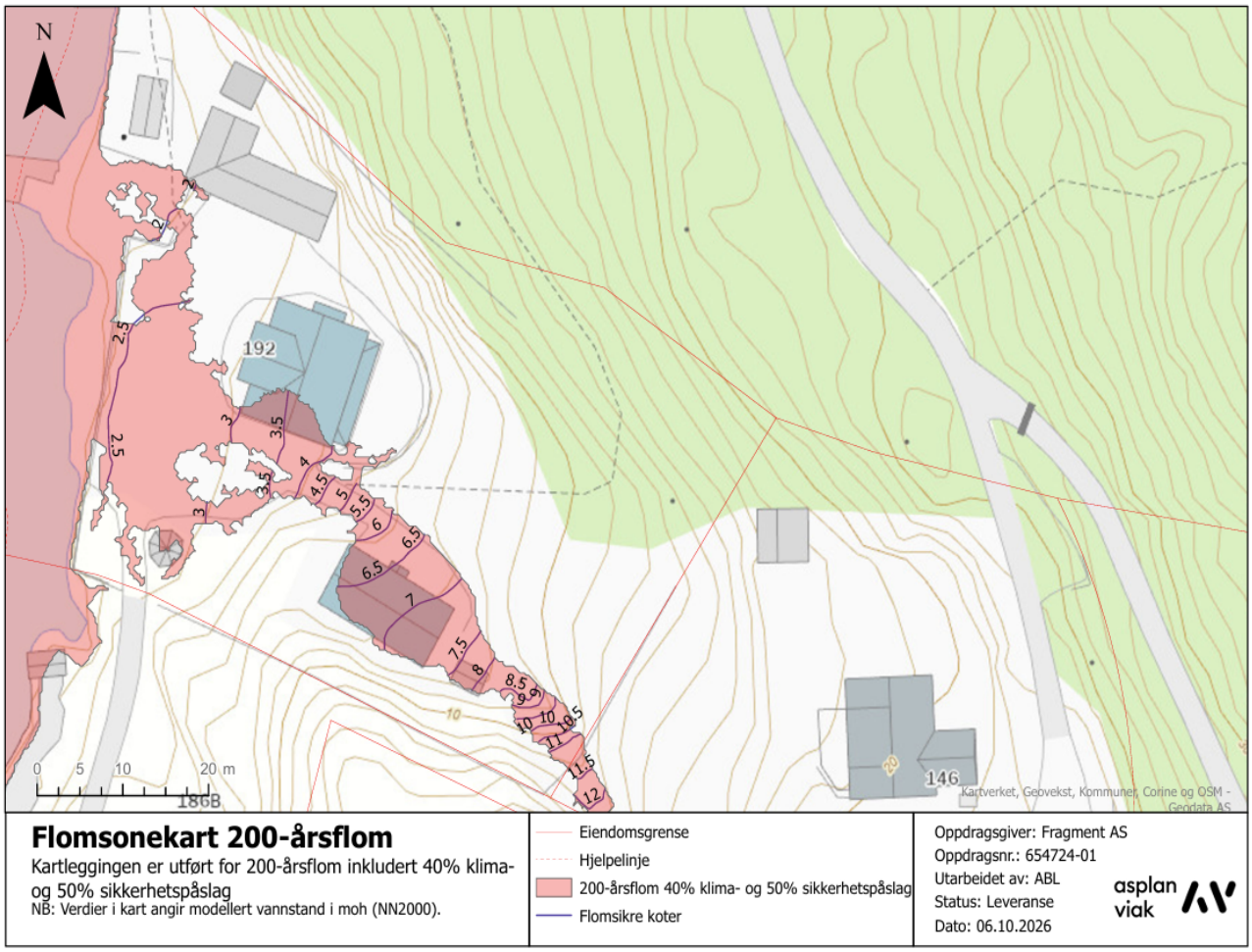
Flomsonekart er derfor utarbeidet for 200-årsflom i fremtidens klima, *både* med og uten sikkerhetspåslag, basert på resultatene fra de hydrauliske analysene (se Figur 5-1 og Figur 5-2). I utgangspunktet er det anbefalt å benytte flomsonekartet som inkluderer sikkerhetspåslag, da man kan avlese sikkerhetssonen og flomsikkert nivå direkte fra kartet.

Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, i koordinatsystemet EUREF89 UTM32 og høydesystemet NN2000, og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard. Et utsnitt av kartet er vist i Figur 5-2, mens større og mer detaljert versjon er gitt i Vedlegg 2.

Flomsikkert nivå for ny besøksbolig, avlest fra kart med sikkerhetspåslag, ligger på +6-+7,5 moh.



Figur 5-1 Utsnitt av flomsonekart for bekken ved besøksboligen ved 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag, med sikkerhetspåslag på 50%.



Figur 5-2 Utsnitt av flomsonekart for bekken ved besøksboligen ved 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag, med sikkerhetspåslag på 50%. Flomsikkert nivå er gitt av koter i flomsonekart med sikkerhetspåslag.

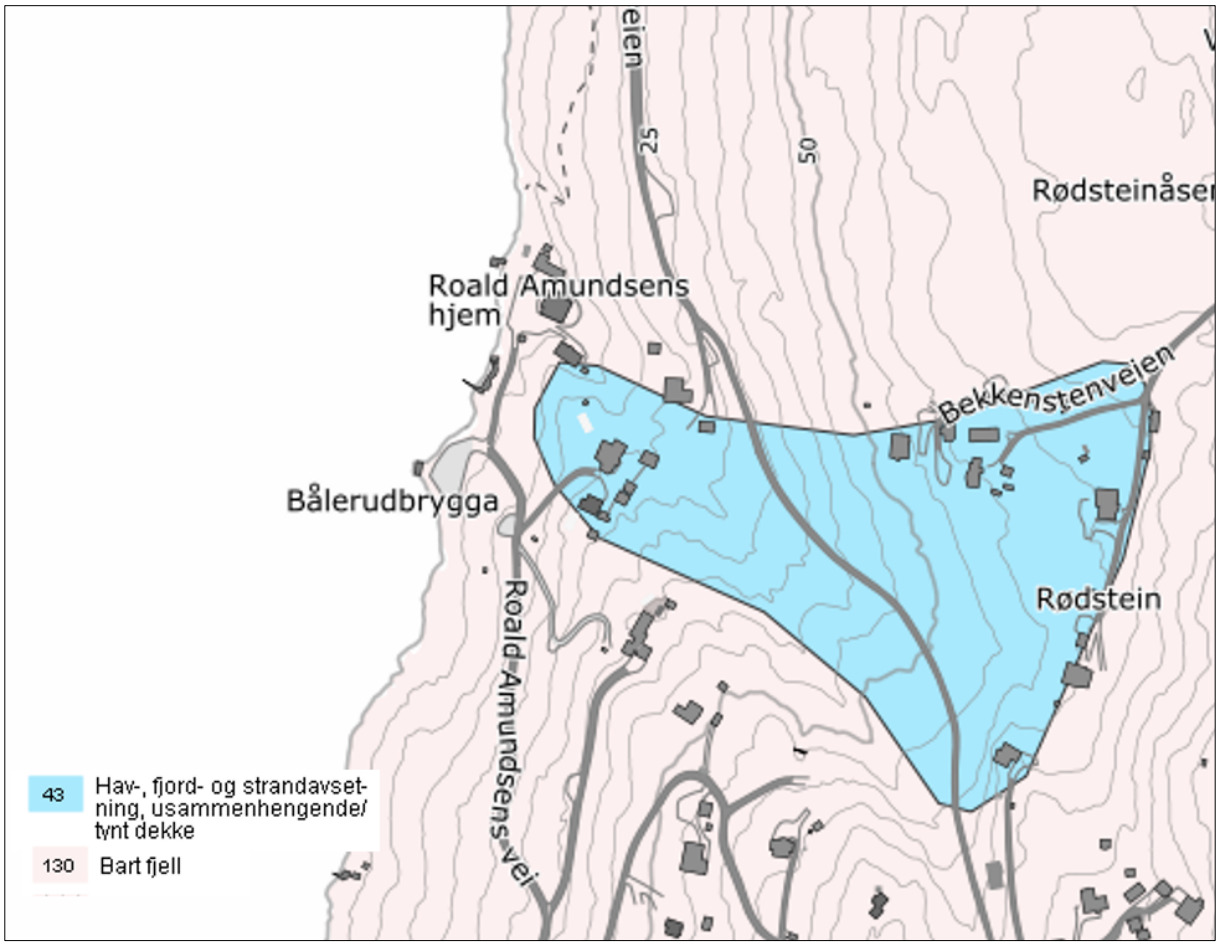
6. Vurdering av erosjon

Det er her gjort en overordnet vurdering av erosjon etter metodikk beskrevet i NVE i *Sikringshåndboka* (2023) og veilederen *Sikkerhet mot flom* (3/2022). Det er gjennomgått løsmasseforhold samt forventede erosjonskrefter basert på de hydrauliske beregningene, til grunnlag for vurdering av sikkerhet mot erosjon.

6.1. Løsmasseforhold

NGUs løsmassekart (se Figur 6-1) viser at området ved besøksboligen består av hav-, fjord- og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunn. Området rundt består av bart fjell.

Område dekkes av et lag som typisk har ulike typer marine avsetninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan lokalt være noe større. Kornstørrelser angis normalt ikke, men kan være alt fra leir til blokk (NGU, 2026).

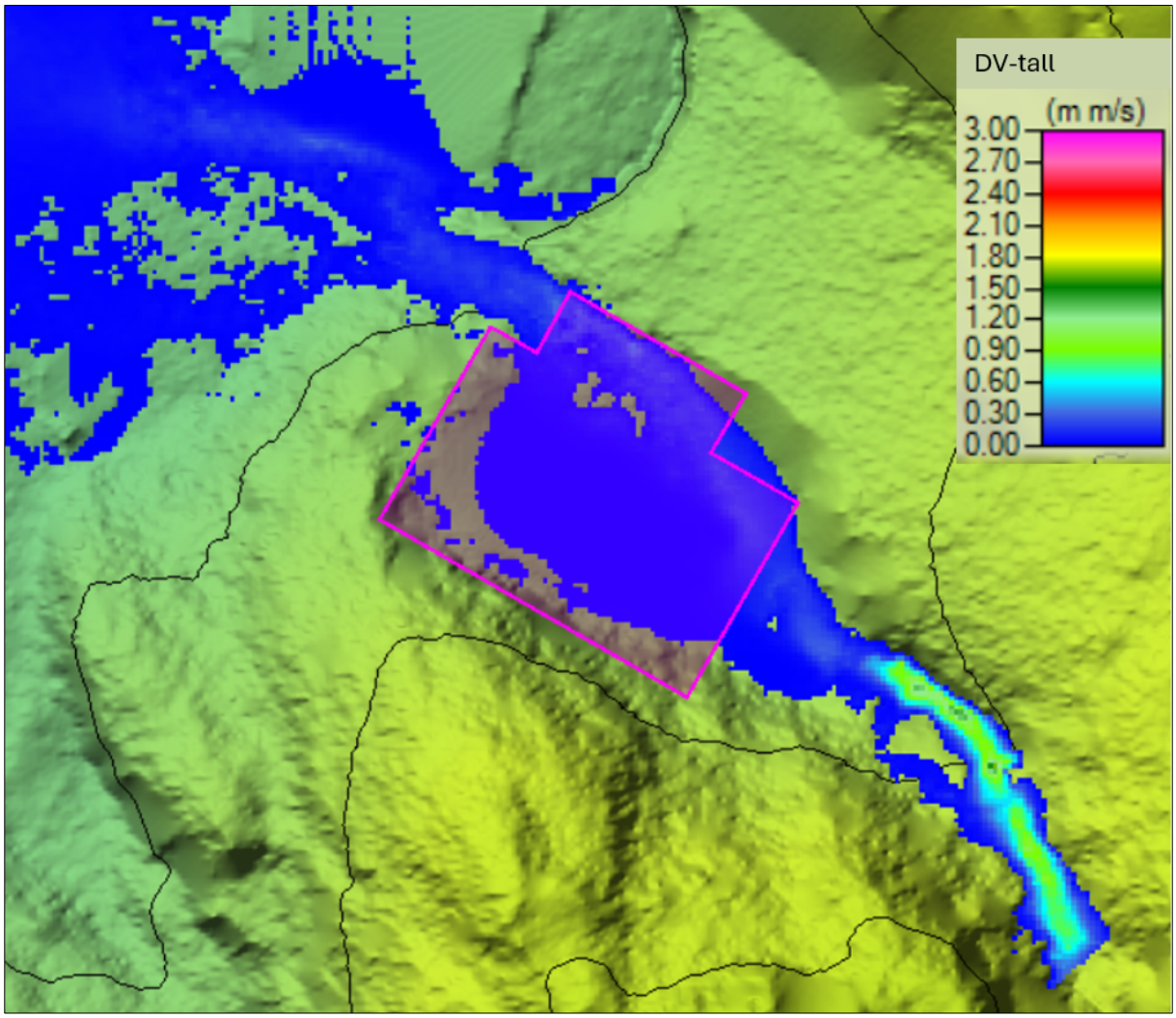


Figur 6-1 Utsnitt fra løsmassekart fra NGU.

6.2. Erosjonskrefter

Erosjonskrefter er kreftene vannet påfører bekkeløpet, og varierer med vanndybde og vannhastighet. Massetransport og massestrømmer gir ytterligere påkjenning på vassdraget, men dette fanges ikke opp i de hydrauliske beregningene som ligger til grunn for erosjonsvurderingen.

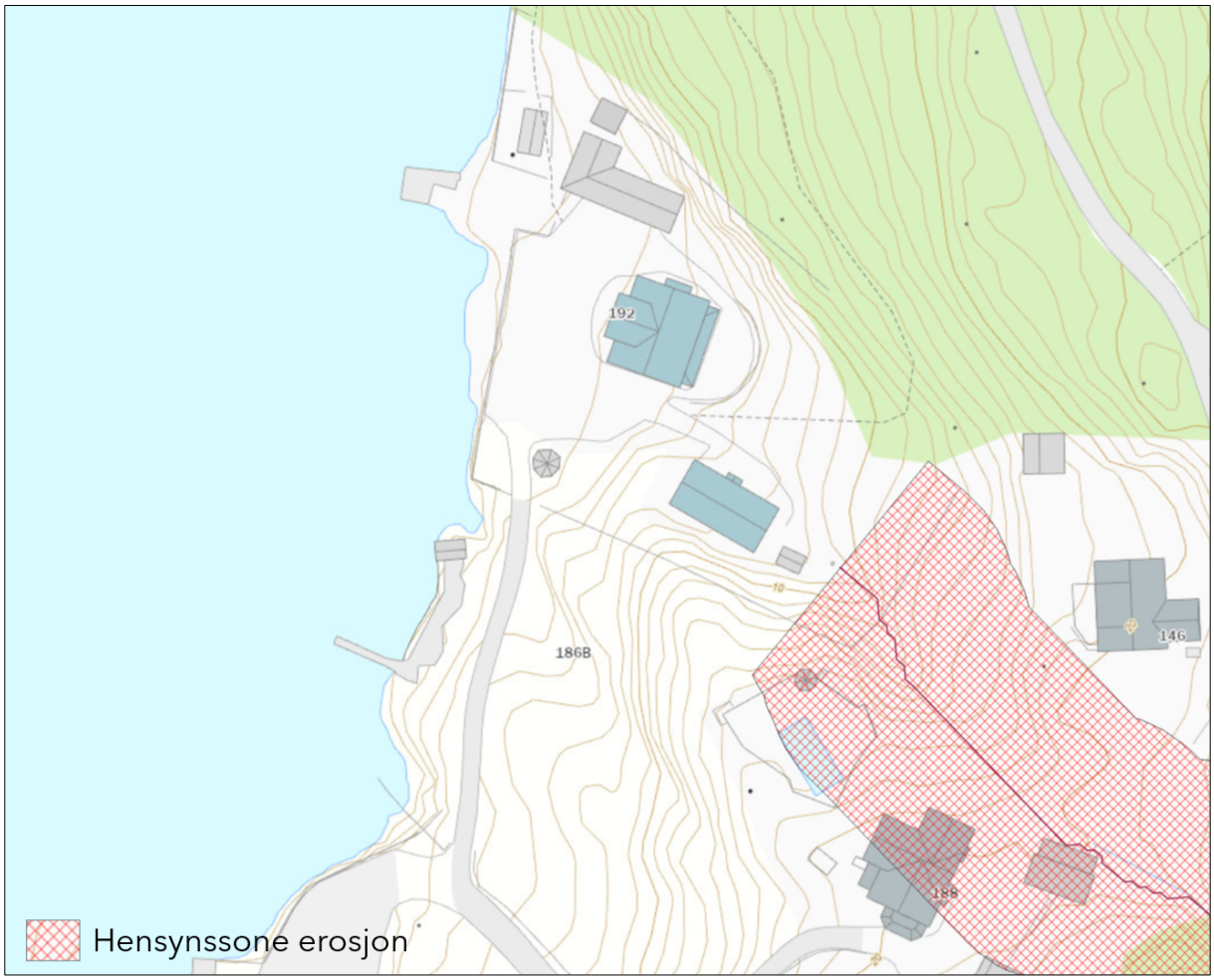
Beregnede DV-tall i bekken er vist i Figur 6-2. Omrisse av ny, planlagt bygning, som skal erstatte eksiterende bygning, er vist i rosa. Området oppstrøms inntaket på bekkelukkingen får de høyeste DV-tallene ved flom. Elva oppstrøms har maksimale DV-tall under 1,5 m^2/s. Generelt indikerer DV-tall under 2 m^2/s liten erosjonsfare. Erosjon oppstrøms bekkelukkingen kan gi massetransport, og gjentetting av eksisterende rist. Dette bør hensyntas ved utforming av nytt innløp på bekkelukkingen.



Figur 6-2 DV-tall i bekken under 200-årsflom i fremtidens klima, som gir en indikasjon på erosjonspotensialet under tilsvarende flomhendelser.

6.3. Sikkerhet mot erosjon

Med bakgrunn i at bekkekanten til bekken oppstrøms besøksboligen består av løsmasser som potensielt er utsatt for erosjon, er det generert en sikkerhetssone på 20 meter fra toppen av bekken, jamfør krav i TEK17 §7-2 fjerde ledd – se Figur 6-3. Bekken vil gå lukket fra området oppstrøms eksiterende besøksbolig, og det er dermed ikke lagt inn noen hensynssone erosjon for dette området, da det under normale forhold, og ved mindre flommer, ikke strømmer vann utover bekkelukkingen. DV-tallene viser videre at vannet har relativt liten erosjonskraft ved en potensiell oppstuvning og overtopping av dagens stikkrenne.



Figur 6-3 Sikkerhetssone for erosjon, i henhold til anbefalinger i TEK17 §7-2 fjerde ledd.

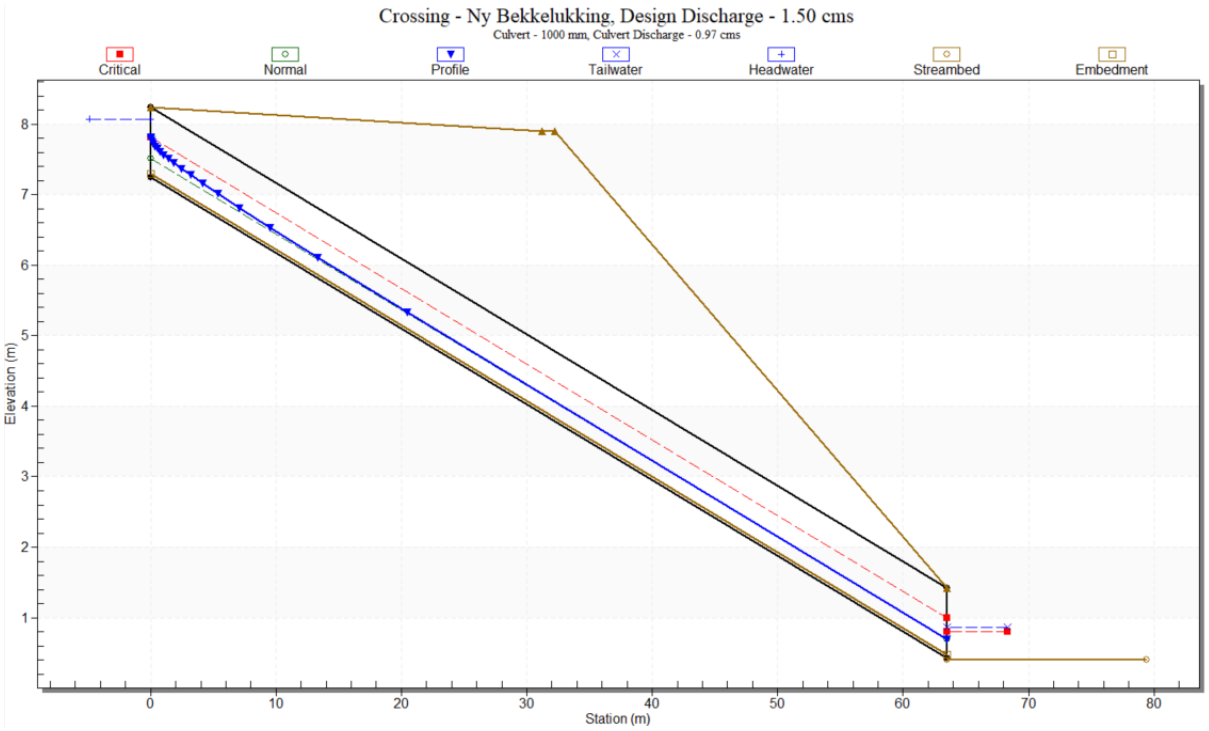
7. Vurdering av flomfare ved utbygd situasjon

7.1. Vurdering av fare ved utbygging

Ny besøksbolig vil være utsatt for fare hvis man plasserer bygget på samme lokasjon som eksisterende bygg. Generelt anbefales det å legge utbygging utenfor flomsonen, over flomsikker høyde. Ved utbygging i flomsonen (se Vedlegg 2) må man bygge over flomsikkerkoter. Utbygging i flomsonen kan medføre en øking av flomfare for tredjepart, ettersom terrengendringer med oppbygging kan presse vann over på tredjepart. Ved eventuell utbygging i flomsonen må man undersøke effekten på flomfaren langs vassdraget.

Flomfaren oppstår i hovedsak grunnet en underdimensjonert bekkelukking. Ved oppgradering av eksisterende 800 mm rør, med sikret innløpsarrangement som leder vannet til bekkelukkingen, vil man kunne minimere flomfare ved planlagt utbyggingsområde.

For å undersøke nødvendig kapasitet på stikkrenna er det gjort en hydraulisk analyse i programmet HY-8. Basert på resultatene som vist i Figur 7-1 skal en ny stikkrennet Ø=1000 mm være tilstrekkelig til å trygt håndtere dimensjonerende flomvannføring.



Figur 7-1 Vannstand i 1000 mm rør ved flomsikker situasjon modellert i HY8

Analysen av tilstrekkelig dimensjon er utført overordnet, uten innmåling av innløp- og utløpskote. Ved bruk av inntaksrist bør man vurdere delvis gjentetting av stikkrenna ved dimensjonering. Innmålinger og nærmere beregninger bør gjennomføres om man skal prosjektere ny bekkelukking.

7.2. Vurdering av fare fra stormflo

Nivået i Bunnefjorden ved prosjektområdet ved 200-årsstormflo i fremtidens klima vil være +2,33 moh (51 cm havnivåstigning og +1,82 moh stormflonivå). Kartverkets SeHavnivå viser avrundet stormflonivået i år 2100 (se Figur 7-2). Tomten ved besøksboligen ligger på minimumskote ca.+5,7 moh. Det vil si at den anses som trygg mot stormflo i fremtidens klima, og at vassdragsflom er den dimensjonerende flomkilden for ny besøksbolig. Det bemerkes at denne analysen ikke hensyntar bølgeberegninger.



Figur 7-2 Oversikt over stormflonivået ved prosjektområdet fra SeHavnivået.

8. Konklusjon og anbefalinger

Flomsonekartleggingen av bekken ved til Roald Amundsens bolig i Svartskog viser at besøksboligen er delvis utsatt for flom under dimensjonerende hendelse.

Årsaken til flomfaren ved eiendommen til eksisterende besøksbolig er i utgangspunktet en underdimensjonert bekkelukking, med et rør på Ø=800 mm.

Flomsikre koter ved dagnes situasjon er beregnet til +6-+7,5 moh for tomten der det skal bygges ut ny besøksbolig (se Vedlegg 2). På generell basis, anbefales det at tiltak plasseres *utenfor* flomsonen og utenfor sikkerhetssone for erosjon. Ved utbygging innenfor sonene, må sikringstiltak i henhold til anbefalinger i TEK17 §7-2 og NVEs veiledere utføres. Det må da også sees på konsekvenser av tiltakene på flomforholdene i vassdraget, for å påvise at de ikke forverrer flomfaren for tredjeparter eller tilstøtende areal, jamfør krav i TEK17 §7-1 og pbl. §28-1. Dette gjelder spesielt større inngrep med terrengheving/fyllinger, hvor innsnevring av arealet flommen brer seg ut på kan medføre økte vannstander og -hastigheter.

For å innfri krav om sikker byggegrunn, må terrenget heves rundt ny besøksbolig til over flomsikkert nivå, eller så må det gjøres tiltak for å øke kapasiteten i bekkelukkingen. Det er estimert at et rør med Ø=1000 mm vil ha tilstrekkelig kapasitet til å ta unna dimensjonerende flom. Denne vurderingen er gjort overordnet i programvaren HY8, og er ikke basert på innmålte høyder i felt. I følge SVV skal man hensynta 2/3 gjentetting av risthøyde ved dimensjonering, dette er ikke gjort ved modellering i HY-8. En videre detaljert prosjektering av ny lukking med korrekte forutsetninger bør gjennomføres for å sikre besøkstomten.

Stormflonivå ved eiendommen er også vurdert iht. lokkemetoden, og vassdragsflom utgjør den dimensjonerende flomkilden for ny besøksbolig. Erosjonsfaren er ansett som lav ved tomten, men ved utbygging i flomsonen bør denne faren videre undersøkes.

Kilder

- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). *Byggteknisk forskrift*. TEK17.
- **DSB** (2024). *Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging*. DSB-veileder.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). *Vassdragshåndboka*. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2026). *HEC-RAS River Analysis System. User's Manual*. Version 7.0.1.
- **Norsk Klimaservicesenter** (2026). *IVF*. Oppdatert oktober 2026.
- **NVE** (2022). *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. NVE veileder 3/2022.
- **NVE** (2023). *Sikringshåndboka*. Hentet fra https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/
- **NVE** (2025). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2025.
- **Plan- og bygningsloven** (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* (LOV-2008-06-27-71). Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71

Databaser og verktøy:

- **Høydedata** (oktober, 2026). Hentet fra https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/
- **Løsmassekart** (oktober, 2026). NGU. Hentet fra https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- **NVE karttjenester** (oktober, 2026). NVE. Hentet fra https://kartkatalog.nve.no/#kart
- **Se havnivå** (oktober, 2026). Kartverket. Hentet fra https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva
- **Seklima – Nedbørintensitet** (oktober, 2026). Norsk Klimaservicesenter. Hentet fra https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb

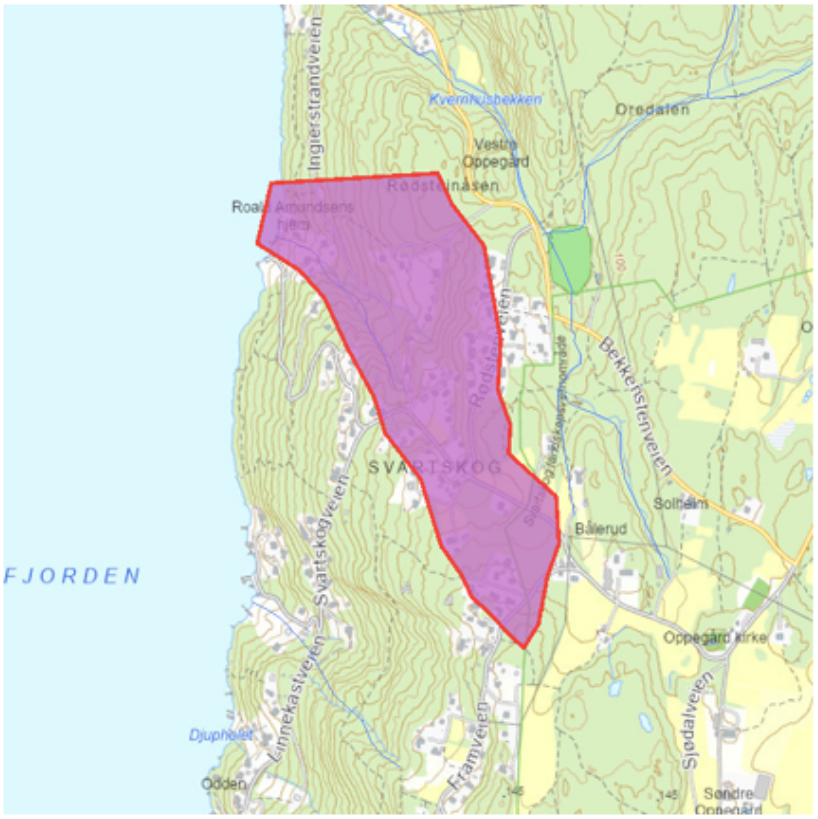
Vedlegg

Vedlegg 1 NEVINA-rapport

Vedlegg 2 Flomsonekart

Vedlegg 3 Havnivå

Vedlegg 1 – NEVINA-rapport



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	260592 E 6635271 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.:	005.40
Kommune.:	Nordre Follo
Fylke.:	Akershus
Vassdrag.:	KYSTFELT

Feltparametere

Areal (A)	0.3	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde (E_L)	0.4	km
Elvegradient (E_G)	174	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	151.4	m/km
Helning	10	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.6	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	1	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	5.4	%
Myr (A_{MYR})	0	%
Leire (A_{LEIRE})	29.6	%
Skog (A_{SKOG})	78.9	%
Sjø (A_{SJO})	0	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	13.4	%

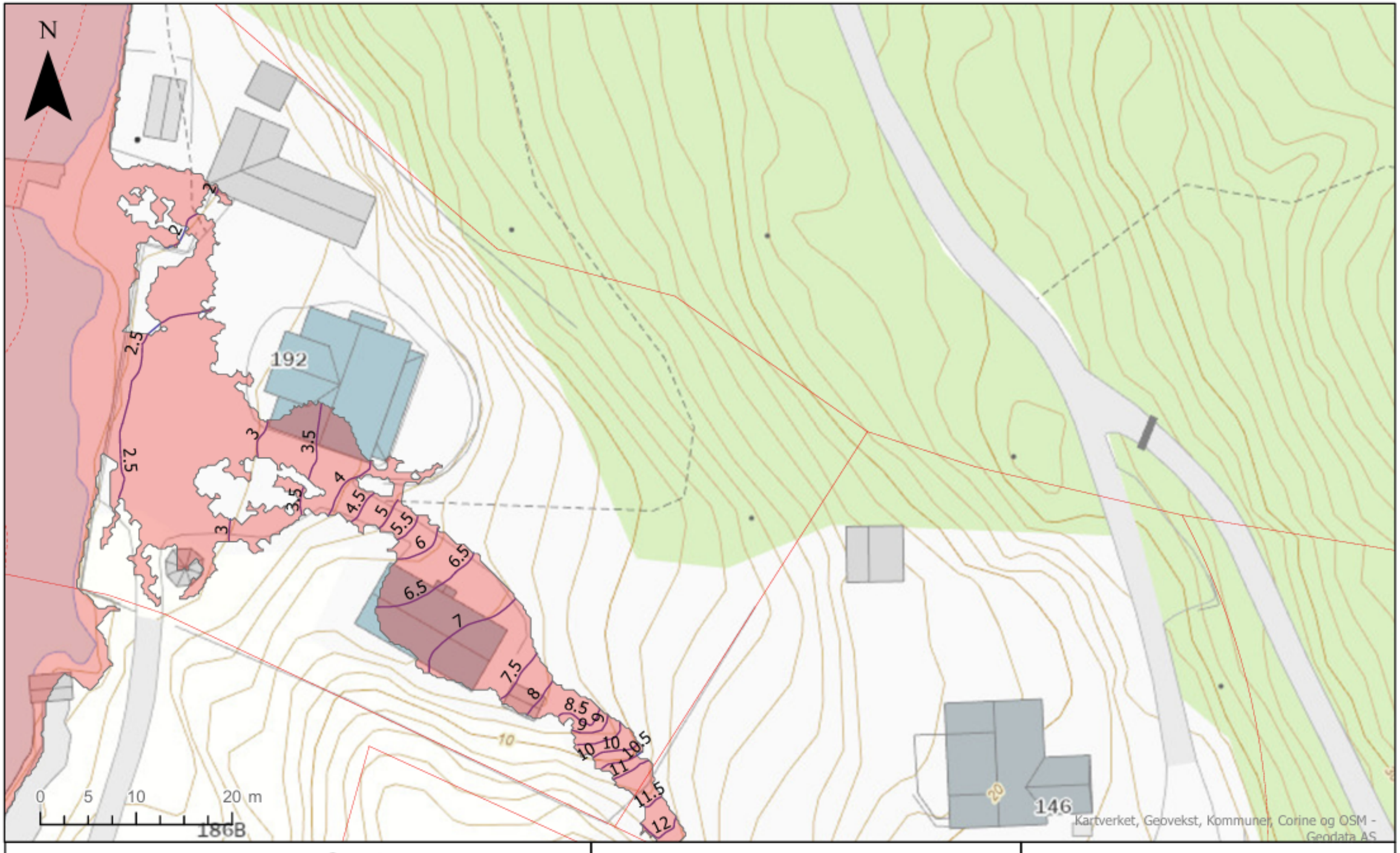
Hypsografisk kurve

Høyde $_{MIN}$	1	m
Høyde $_{10}$	28	m
Høyde $_{20}$	51	m
Høyde $_{30}$	64	m
Høyde $_{40}$	79	m
Høyde $_{50}$	82	m
Høyde $_{60}$	93	m
Høyde $_{70}$	102	m
Høyde $_{80}$	109	m
Høyde $_{90}$	115	m
Høyde $_{MAX}$	131	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middelavrenning (Q_N)	12.4	l/s/km²
Arlig middelavrenning	391	mm
Usikkerhet middelavrenning	61.7	%
Nedbør juni - august	249	mm
Nedbør desember - februar	191	mm
Årstemperatur	5.1	°C
Sommertemperatur	15	°C
Vintertemperatur	-2	°C

Vedlegg 2 – Flomsonekart



Flomsonekart 200-årsflom

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert 40% klima- og 50% sikkerhetspåslag

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh (NN2000).

- Eiendomsgrense
- Hjelpelinje
- 200-årsflom 40% klima- og 50% sikkerhetspåslag
- Flomsikre koter

Oppdragsgiver: Fragment AS
Oppdragsnr.: 654724-01
Utarbeidet av: ABL
Status: Leveranse
Dato: 06.10.2026

asplan viak

Vedlegg 3 – Havnivå

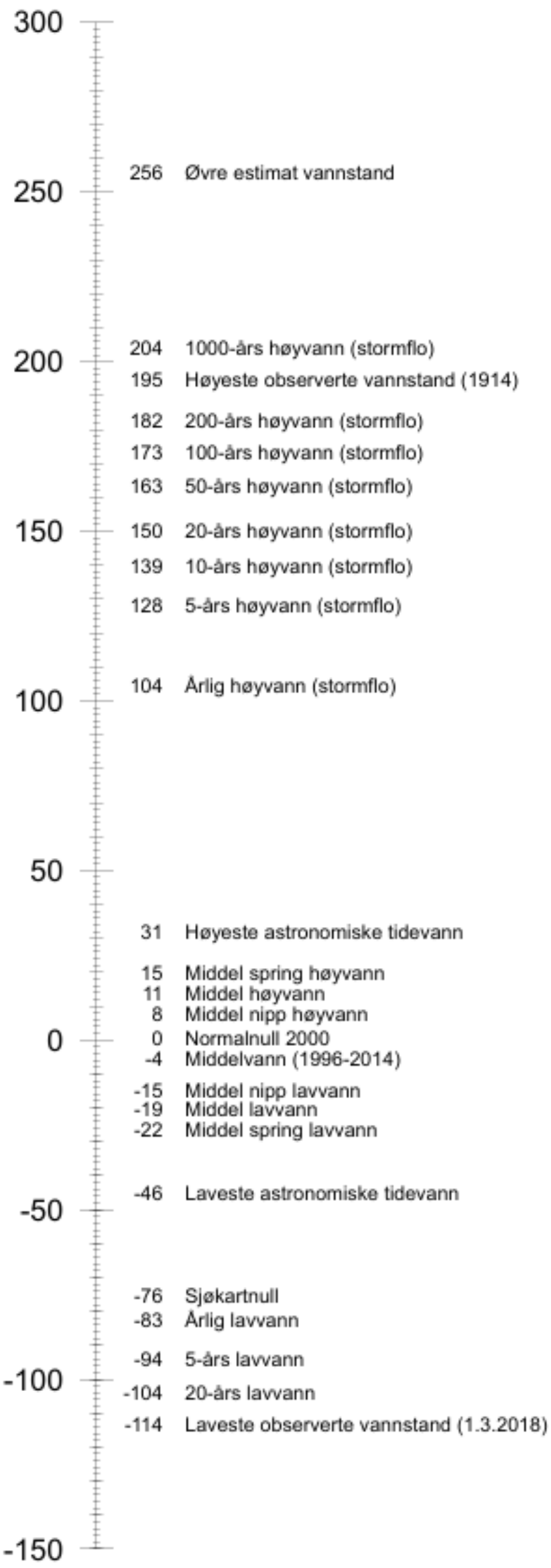
N59°49,4' E10°43,3'

Nivåskisse

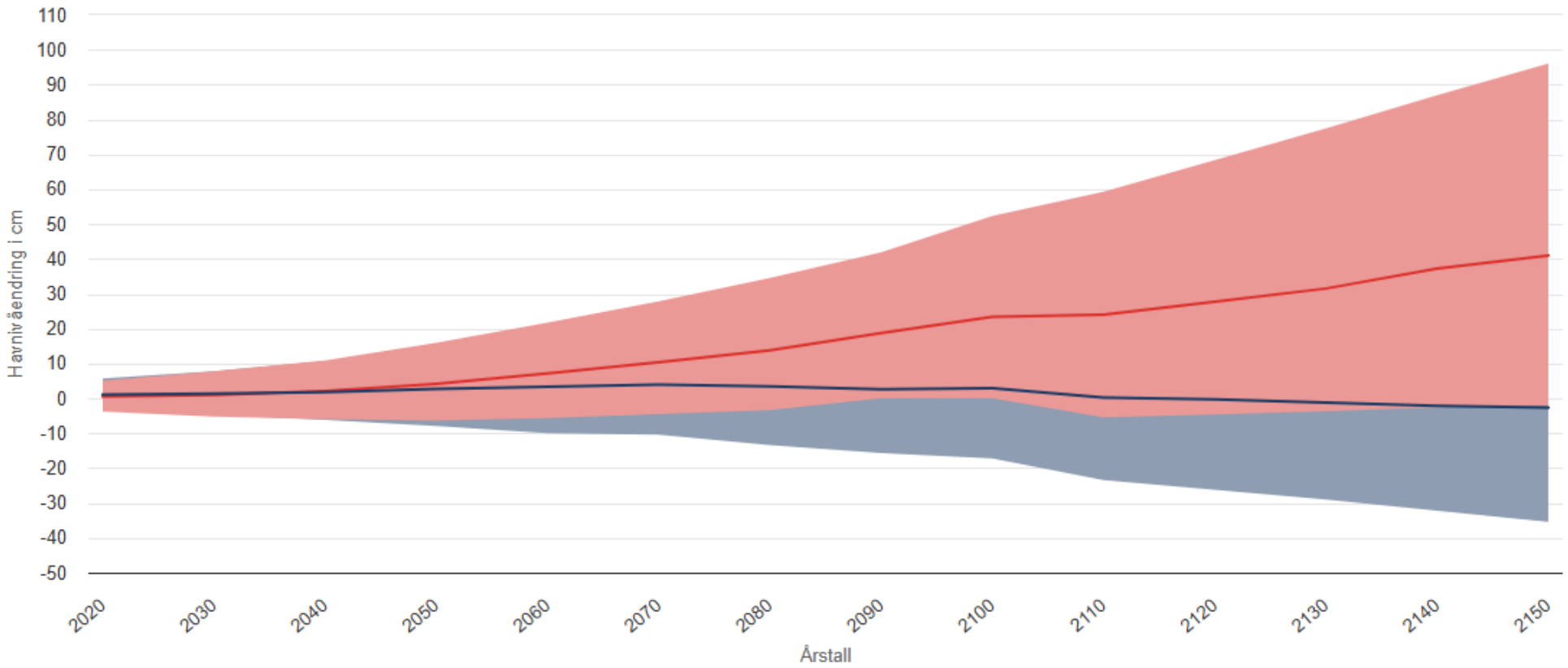
N59°49,4' E10°43,3'

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

Kartverket



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 4. juli 2025. Lastet ned: 12. oktober 2026.



Heltrukne linjer viser medianverdien for framskrivingen, mens det fargete området viser det sannsynlige utfallsrommet for havnivåendringen. I tillegg kan man også visualisere observerte årsmiddel tilbake i tid fra den nærmeste permanente vannstandsmåleren. Merk at observasjonene er årlige verdier, mens framskrivingene er glattet og gitt per 10. år.

Scenarioer	År 2100	År 2150
SSP 3-7.0 Middels faglig sikkerhet	23 cm (0 — 52 cm)	41 cm (-2 — 96 cm)
SSP 1-2.6 Middels faglig sikkerhet	3 cm (-17 — 27 cm)	-3 cm (-35 — 37 cm)
SSP 1-1.9 Middels faglig sikkerhet	-3 cm (-28 — 25 cm)	-7 cm (-48 — 39 cm)
SSP 2-4.5 Middels faglig sikkerhet	15 cm (-5 — 39 cm)	22 cm (-14 — 69 cm)
SSP 5-8.5 Middels faglig sikkerhet	35 cm (9 — 66 cm)	59 cm (10 — 122 cm)
SSP 1-2.6 Lav faglig sikkerhet	3 cm (-20 — 27 cm)	-3 cm (-36 — 38 cm)
SSP 5-8.5 Lav faglig sikkerhet	44 cm (9 — 87 cm)	116 cm (10 — 425 cm)