

RAP_7242589-Flomprosjektering for Nera-Fåa for området ved Thujordsvegen

Ringebu - Hydrogeologibistand ifb. med arbeider
etter ekstremnedbør 2024



Dokument ID:	RAP_7242589- Flomprosjektering for Nera-Fåa for området ved Thujordsvegen		Dato: 19.02.2025
Prosjektnummer:	7242589		
Oppdragsgiver:	Ringebu kommune		 RINGEBU kommune <i>-der det er lov å lykkes!</i>
Kontaktperson:	Pål Østen Solberg		
Sammendrag:			
<p>Rapporten beskriver tiltak for å redusere flomrisiko ved Thujordsvegen i Ringebu kommune etter ekstremvær i 2024. Kommunen prioriterer flomsikring for å sikre bebyggelse og lokal infrastruktur, med fokus på bærekraft. Ekstremnedbøren har revet ned brua, som nå krever gjenoppbygging med forbedret utforming og dimensjonering.</p> <p>Analyser og tidligere hendelser viser at Fåa-Nera er utsatt for erosjon, løsmassetransport og endrede flomløp. Flommodelleringen gir at dimensjonerende, klimajustert vannføring ved 200-års flom med sikkerhetspåslag, i henhold til NVE og SVVs håndbøker, er 11,76 m³/s. Ny bru over Thujordsvegen og erosjonssikring er dimensjonert for denne vannføringen. Erosjonssikringen inkluderer bla. steinlegging med filterlag og tar hensyn til bekkens karakteristikk. Tiltakene omfatter bærekraftige løsninger som gjenbruk av lokale masser og bevaring av kantvegetasjon.</p> <p>Langsiktig bærekraft vurderes gjennom miljøvennlige metoder, sosial trygghet og kostnadseffektiv drift. Rapporten understreker behovet for å balansere miljøhensyn, samfunnets behov og økonomiske faktorer i planleggingen og gjennomføringen.</p> <p>I henhold til Forskrift om pliktig innmelding av grunnundersøkelser og naturfareutredninger så vil denne rapporten bli lastet opp hos NVE.</p>			
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder	Sign.
Oppdragsleder:	Synnøve Knivslund		
Utarbeidet av:	Bjørn Halvor Morholmen og Synnøve Knivslund		
Kontrollert av:	Julia Kvitsjøen		
			 www.envidan.no

Innholdsfortegnelse

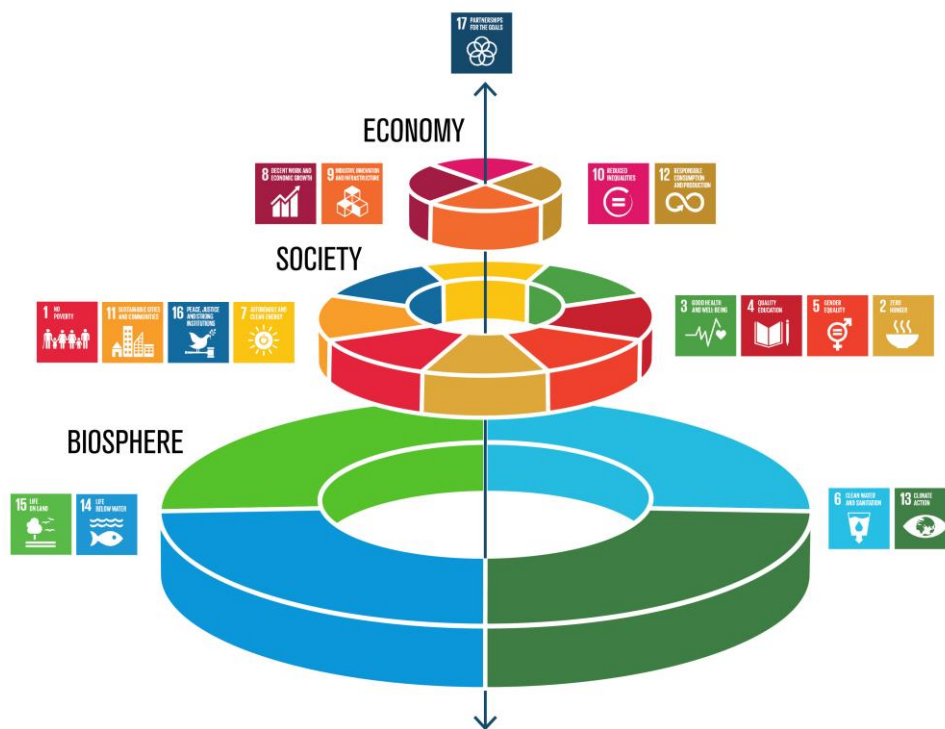
1.	Bakgrunn.....	5
2.	Nasjonale føringer for flomvurderinger.....	7
2.1	Aktsomhetsområde for flom.....	8
3.	Flommodellering	8
3.1	Tidligere flommer.....	8
3.2	Forutsetninger for flomvurdering.....	9
3.3	Valg av Manningstall og infiltrasjon/perkolering.....	10
3.4	NEVINA, lokal flomfrekvensanalyse.....	10
3.5	Scalgo LIVE (TUFLOW HPC).....	11
3.6	HEC-RAS 2D modell.....	12
4.	Modellresultater	14
4.1	Resultater fra NEVINA.....	14
4.2	Resultater fra Scalgo LIVE (TUFLOW HPC).....	14
4.3	Resultater fra HEC-RAS.....	15
4.4	Sammenlikning med dronefilm.....	15
4.5	Valg av vannføring	15
4.6	Følsomhetsvurdering og sikkerhetspåslag opp mot 95-persentilen.....	15
4.7	Brudimensjonering.....	17
4.7.1	Resultater	17
4.8	Erosjonssikring.....	18
4.8.1	Steinstørrelse og gradering.....	19
4.8.2	Oppskyllingshøyde.....	20
4.8.3	Filterlag.....	22
4.9	Bærekraftsvurderinger av sikringstiltak	23
4.9.1	Miljøbærekraft.....	23
4.9.2	Sosial bærekraft	25
4.9.3	Økonomisk bærekraft	27
5.	Anbefaling for anleggsutførelse	27
6.	Konklusjon.....	28
7.	Referanser	29
Appendiks A	Utskrift fra NEVINA.....	30
Appendiks B	HY-8.....	32
Appendiks C	Flomforløp ved de siste hendelsene.....	33

Vedleggsfortegnelse

Vedlegg 1	Tegn. nr. GH50	Oppstrøms bru — Tverrsnitt Fåa-Nera	1 : 25
Vedlegg 2	Tegn. nr. GH51	Nedstrøms bru — Tverrsnitt Fåa-Nera	1 : 25

1. Bakgrunn

Ringebu kommune har samfunnssikkerhet som et av sine prioriterte mål. De siste årene har kommunen opplevd flere episoder med flom og kraftig nedbør, som ifølge den nyeste planstrategien skjer hyppigere og i større omfang enn tidligere. Disse naturhendelsene utgjør en økende risiko for lokalsamfunnet. For å møte denne utfordringen tar kommunen utgangspunkt i FN's bærekraftsmål. Disse målene danner grunnlaget for *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2023–2027*, som beskriver hvordan bærekraftsmålene kan integreres i norsk forvaltning. I forslaget til Planstrategi 2024–2027 understrekes det at kommuner og fylkeskommuner spiller en sentral rolle i å fremme en bærekraftig samfunnsutvikling, og at de har stor innflytelse på både lokal og regional utvikling. Figur 1 viser de tre dimensjonene ved bærekraftig utvikling: klima og miljø, sosiale forhold samt økonomi. For å sikre at både innbyggere og næringsliv kan vokse og trives, må samfunnet samtidig tilby trygge rammer for befolkningen.



Figur 1: De tre dimensjonene ved bærekraftig utvikling (FN-sambandet, 2023)

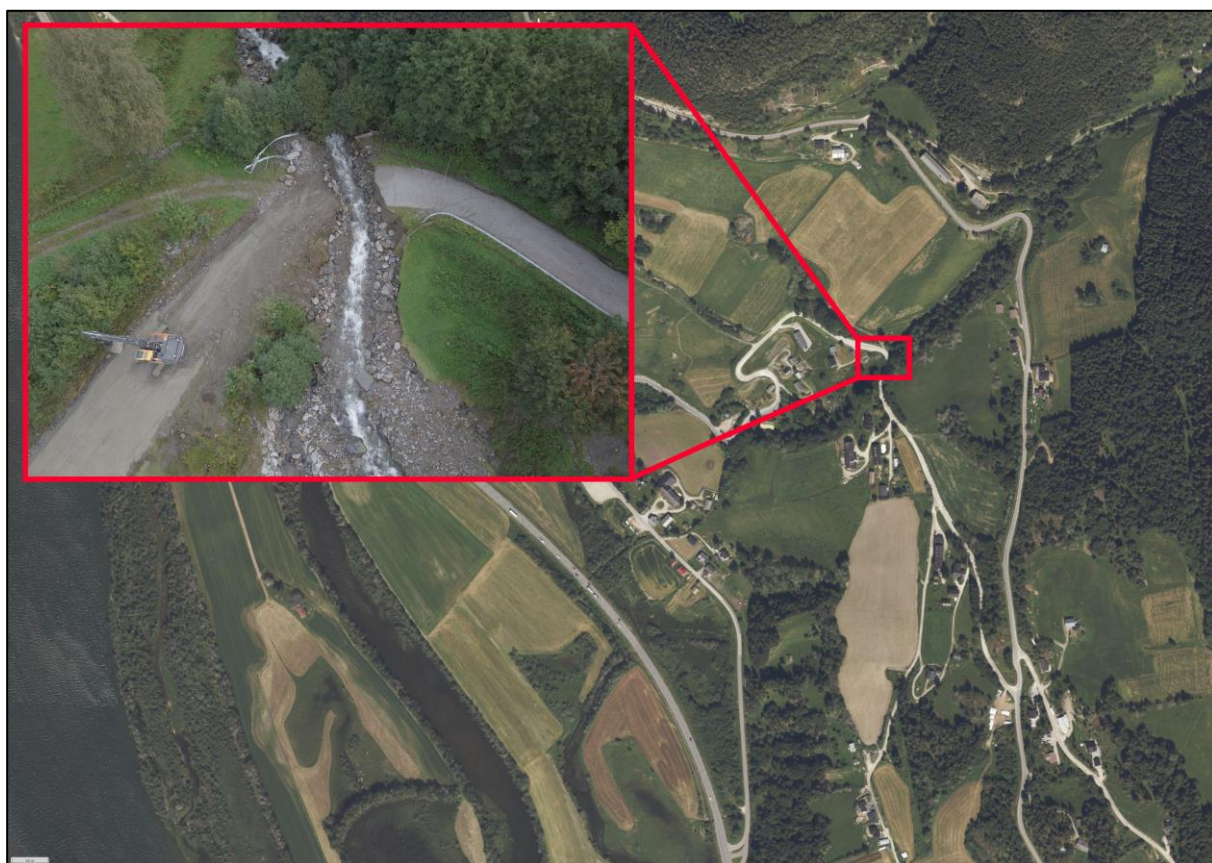
Flom som truer både drikkevann, hus, veier, beiter, husdyr og åkere gir en utrygghet. Det kan føre til konkurser, at folk flytter og at dyrehold legges ned. Ved at veier skylles bort så faller også tryggheten som vissheten om at ambulanse og brannbiler kan komme frem til en ved behov. Flommer som ødelegger driftsbygninger, beiter, skyller bort rundballer og fyller jorder med stein kan ødelegge grunnlaget for en bonde.

Ringebu kommune ble truffet av ekstremvær mellom 9. til 10. september 2024, kalt Lathans innad i kommunen. Det var stor variasjon i hvor mye nedbør de ulike områdene mottok, ifølge Pål Østen Solberg i Ringebu kommune. Envidan er engasjert for å gi bistand til vurdering av flomvannføring, hastighet, erosjonspotensialet og dimensjonering av stikkrenner/kulverter og bruer slik at de kan håndtere en viss mengde masser ved flomvannføring.

Det første oppdraget Ringebu kommune trenger bistand til er knyttet til behov for ny bru/kulvert i Thujordsvegen på Fåvang. Her ble brua tatt av uværet Lathans i 2024, og kommunen har søkt skjønnsmidler fra Statsforvalteren i Innlandet til å reetablere ny bru. I tillegg vil de ha prosjektert erosjonssikring oppstrøms og nedstrøms ny bru.

Kommunen har gjennomført befaringsnotat med NVE som støtter arbeidet med reetablering av bekkeløpet nedstrøms Thujordsvegen, men det er også en kritisk faktor med all løsmassen som vil komme med en ny vårflo/nedbørshendelse. Befaringsnotatet utarbeidet etter befaringsnotat med NVE er oversendt til Envidan.

I befaringsnotatet frarådet NVE å legge standard stikkrenne grunnet potensialet for massetransport ved flom i Nera-Fåa. I tillegg anbefalte de å se på muligheten for å etablere en bremsedam/sedimentfanger oppstrøms en ny bru over Thujordsvegen. I første omgang sees det på ny bru over Thujordsvegen og erosjonssikring rett oppstrøms og nedstrøms den.



Figur 2: Kartutsnitt av prosjektområdet i Ringebu med dronebilde tatt av Ringebu kommunes dronepilot, av ødelagt bru etter Lathans.

2. Nasjonale føringer for flomvurderinger

I Plan- og bygningsloven § 28-1, § 29-5 og byggt teknisk forskrift (TEK17) kapittel 7 stilles det krav om flomsikker byggegrunn. På kommuneplannivå skal det utvikles aktsomhetsområder for flom. I reguleringsplaner skal man ha en flomsonekartlegging etter krav i TEK17 § 7-2. Disse bestemmelsene gjelder for saktevoksende flom som normalt sett ikke medfører fare for tap av menneskeliv.

Denne flomfarevurderingen utføres etter TEK 17 §7-2. I TEK17 er det definert tre sikkerhetsklasser for flom som skal legges til grunn for byggverk i flomutsatt området (se Tabell 1). Flomsonevurderingen i denne utredningen utføres etter kravene i sikkerhetsklasse F2 med et dimensjonerende gjentakelsesintervall på 200 år da konsekvensen vil være middels om en flom skulle ramme boligene.

Tabell 1: TEK17 sin tabell over sikkerhetsklasser for byggverk og størst sannsynlighet for flom som tillates for byggegrunnen. Tabellen er i veiledningen til kapittel 7 § 7-2 i TEK17.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Flomvurdering utføres etter metode i NVEs veileder 1/2022 Veileder for flomberegninger.

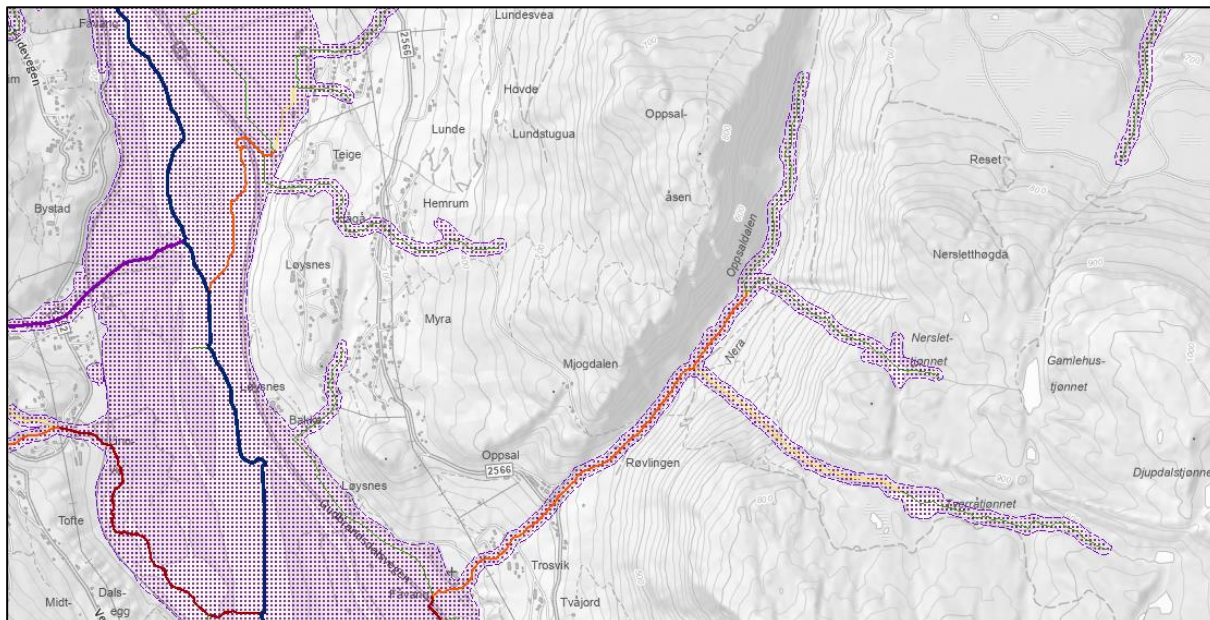
Detaljeringsnivået er basert på NVEs veileder 3/2022 Sikkerhet mot flomfare — Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak og Statens vegvesen sin håndbok N200:2024 Vegnormal. Denne gjelder for vurdering av bruer, stikkrenner og kulverter under veier sammen med N400:2024 Bruprosjektering. En bru ligger alltid i sikkerhetsklasse V3 etter krav 1.1.6-3 i N400 og med en returperiode på 200 år for flomberegninger (Statens Vegvesen b, 2024). For Thujordsvegen vil en uansett se på klimajustert 200-års hendelse da vannet vil renne mot bebyggelse om brua blir blokkert og fordi det er en bru.

Resultatene fra flomvurderingen vil bli benyttet til å finne beste tilpasning av bekkeløp og bru ved kryssing av Thujordsvegen til flomsituasjonen i Fåa-Nera og dermed være med på å sikre bebyggelsen i området.

Etter §6 i Forskrift om pliktig innmelding av grunnundersøkelser og naturfareutredninger så vil denne rapporten lastes opp hos NVE via deres innmeldingsportal.

2.1 Aktsomhetsområde for flom

Størstedelen av Fåa-Nera er markert med aktsomhetsområde for flom hos NVE.



Figur 3: Utsnitt av Temakart hos NVE med Aktsomhetsområde for flom aktivert for Fåa-Nera. Laagen sees til venstre i utsnittet. Oppsøkt 17.12.2024

Kvaliteten til aktsomhetsområde for bekken er vurdert til *lav* av NVE med lav oppløsning, posisjonell og tematisk nøyaktighet samt med generalisering av hvilke områder som er utsatt. Den er altså ikke basert på en kartlegging av flomfaren, men viser områder som kan være utsatte for flom. Vannstanden er vurdert til 3,84 m av NVE fra Røvlingen og til kryssingen av E6 i bunn, i aktsomhetsområdet med den røde linjen som elvebunn, se Figur 3. Som en kan se så tar ikke NVEs flomsonekart hensyn til at bekken kan forlate bekkeløpet sitt, slik man har sett i flere flomhendelser de siste årene. Det betyr at selv hus som ligger utenfor flomsone her, kan bli påvirket av flom i Fåa-Nera.

3. Flommodellering

3.1 Tidligere flommer

Fåa-Nera har hatt flere større flomhendelser de siste årene. Det var for eksempel flom i juni 2011, mai 2013, ekstremværet Hans i august 2023 og Lathans i september 2024. I tillegg var det flom i 1995.

Når Fåa-Nera har større flommer så overtopper vannet bredden til bekkeløpet. Vannet strømmer dermed ut av bekkeløpet og tar nye flomløp. Massene i området er morenemasser med en del finsand i dem. De er lett eroderbare. Dermed tar vannmassene med seg store massemengder som etterlates over jorder, rundt hus og over veier. Dermed blir skadene store og det blir mye opprydding etter flommer. Flere hus og bygg står nærme bekkeløpet og kan være i fare for å bli undergravd av bekken. Denne utredningen undersøker spesielt området ved brua over Fåa-Nera for Thujordsvegen. Her har flomvann tatt veien ut fra bekkeløpet både oppstrøms, ved at tidligere kulverten har blitt gjentettet, og nedstrøms ved at bekkeløpet ikke klarte å holde på alt vannet. Flomvannet og massene har deretter strømmet mot boliger, driftsbygg, dyrket mark og beiter som har alle fått omfattende skader. En har sett på erosjonssikringstiltak for bekkeløpet og nødvendig størrelse på åpning for ny bru for dette området for å hindre at vannet tar nytt løp ved fremtidige flommer.

3.2 Forutsetninger for flomvurdering

Det er etablert en nedbørsmåler på Fåvang av Nibio som ble satt i drift 18. november 2009. Denne måleren (Fåvang SN13150) ligger 200 m over havet, mens mesteparten av nedbørsfeltet til Fåa-Nera ligger fra 400 moh og oppover. For hendelsene i 2011 og mai 2013 finnes det 12 timers nedbørsdata for Fåvang stasjon. 22. mai 2013 kom det rundt 50 mm med nedbør i løpet av 24 timer. Disse hendelsene er ikke sett noe mer på. For hendelsene i juli 2013, august 2023 (Hans) og september 2024 (Lathans) var det timesverdier som kunne brukes til å kjøre PQRUT med Nevina for å se på varigheten til de ulike flomtoppene og hvilket gjentakelsesintervall de sannsynlig hadde. PQRUT er ikke benyttet i flomvurderingen ellers. Resultatene fra kjøring av PQRUT finnes i Appendiks C. Nedbørsmåleren på Fåvang vil ikke bli benyttet videre i flomvurderingen i denne rapporten grunnet kort tidsserie og at den opprinnelig bare hadde 12 timers verdier.

Det finnes ingen data for vannføring og vannstand for Fåa-Nera. Siden nedbørsfeltet er på kun 7,1 km² er NIFS-formelverk godt egnet for flomvurderingen i bekken. NIFS-formelverk er en regional flomfrekvensanalysemetode og en anbefalt metode for små, umålte vassdrag for beregning av flomvannføring opp til gjentakelsesintervall på 200 år. NIFS-formelverk ble dermed kjørt med NVE verktøyet Nevina.

I henhold til anbefalingene gitt av NVE og bestemmelsene i TEK17 § 7-2 skal tiltak dimensjoneres for klimajustert 200-års flomhendelse når flommen kan påvirke bebyggelse med permanent opphold (NVE, 2022). Et klimajustert (klimafaktor på 1,4) 200-årsregn er derfor lagt til grunn for utredningen for brua over Thujordsvegen. Grunnet den korte tidsserien på Fåvang sin nedbørsmåler og at den i begynnelsen kun hadde 12 timers verdier, ble Lillehammer sin IVF-kurve brukt. Denne IVF-kurven ble utarbeidet av Norconsult i 2019.

For å kontrollere beregningsresultater fra Nevina og få frem et godt sammenligningsgrunnlag for flomvannføring ble to modellverktøy brukt; TUFLOW HPC i Scalgo LIVE og HEC-RAS 6.5 (2D-overflateberegning). For å unngå påvirkning på flomvannføring fra underdimensjonert bru oppstrøms ble begge modellene kjørt med åpne tverrsnitt. En vil se hva som kan skje om brua oppstrøms Thujordsvegen blir oppdimensjonert i fremtiden.

Hydraulic Toolbox ble brukt til følsomhetsanalyse, sammen med kvaliteten til flomberegningen, for å kunne klassifisere den hydrauliske modellen av Fåa-Nera etterpå. Den valgte klassen for flomberegningen og den hydrauliske modellen gir grunnlaget for det klassifisering og prosentvise påslaget på vannføringen til slutt.

HY-8 (utviklet av Federal Highway Administration USFHWA) er brukt for å analysere valg av ny bru over Thujordsvegen. Der kan man se på ulike typer innløpskontroll, ulike størrelser for vannløpet under brua, materialvalg og legge inn bunnssubstrat. Ut får man vannstand, energilinjer, vannføring og -hastighet. En ser også om vannstanden ved innløpet eller utløpet overstiger høyden til kulverten ved ulike gjentakelsesintervall.

3.3 Valg av Manningstall og infiltrasjon/perkolering

Manningstallet er en ruhefaktor som angir hvor mye vannet blir hindret og hvilket friksjonsunderlag det møter på vei nedover i et vassdrag. Verdi for manningstallet er hentet ut fra erfaringstabeller. Mannings formel er en empirisk formel. De naturlige massene i bekkeløpet inneholder en del steiner som gjør at vannet ikke kan strømme rett frem og øker arealet av vann som er i kontakt med terrenget Figur 4.

Størstedelen av nedbørsfeltet til Fåa-Nera er dekket med granskog. I nedre del av feltet, hvor bebyggelsen er, har man en del jorder til beite og høyproduksjon, se Figur 2.

For modellene som er brukt, Scalgo og Tuflow HPC, er manningstallet fordelt i feltet ut fra arealtype funnet fra Scalgo. Samme fil for arealtype og manningstallet er brukt i begge modellene



Figur 4: Bilder fra dronefilmen av situasjon etter Lathans tatt fra Thujordsvegen av Ringebu kommune. Det var steinkulvert med hvelvet tak her. Bekken sitt bunnsstrat er steinrik med endel blokker også. Nedstrøms Thujordsvegen til venstre og oppstrøms til høyre.

Det er mektige lag med morenemateriale i området, noe som er mye grus- og sandavsetninger i matriksen rundt steiner (Norges geologiske undersøkelse, u.d.). Det kan være områder med mer finsand og silt i matriksen også, men basert på de grunne løsmassebrønnene som er i området, så er matriksen antagelig sand og grovere sedimenter. Det er også en løsmassebrønn på 7 m oppe ved Tverråtjønnet, hvor ytelsen er oppgitt til å være 4.200 l/t, noe som indikerer god transmissivitet i massene (Norges geologiske undersøkelse, u.d.).

For de to modellene er det oppgitt infiltrasjon/perkolasjonsverdier som er basert på løsmasser og arealtype. Det er dermed varierende verdier gjennom feltet avhengig av dette.

3.4 NEVINA, lokal flomfrekvensanalyse

Nevina er et verktøy fra NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2024). Det ligger inne to ulike flomfrekvensanalyser, en regional og en lokal. Forskjellen for når man bruker dem er flytende, men for felt under 60 km² utføres det i tillegg en lokal flomfrekvensanalyse for mindre nedbørsfelt. NIFS-flomfrekvensanalyse er basert på kulminasjonsflom og en metode som er spesielt utviklet for mindre, gjerne bratte, nedbørsfelt av NVE. Formelverket er fortsatt basert på data fra avrenningskart 1961 – 1990 og ikke 1991 – 2020. Endringen i gjennomsnittlig nedbør mellom de to seriene er 2,3 % økning i nedbør for 1991 – 2020, sammenlignet med 1961 – 1990 for Fåa-Nera nedbørsfeltet. For mer detaljer se avrenningskart for Nevina i Appendiks A.

NIFS-flomfrekvensanalyse gir kulminasjonsflom ved ulike gjentakelsesintervall og beregner i tillegg usikkerheten. Den presenterer kulminasjonsflom ved et gitt gjentakelsesintervall med et spenn fra nedre 2,5 % og opp til en øvre-persentil 97,5. I tillegg kan man legge til klimafaktor man ønsker lagt til kulminasjonsflom med gjentakelsesintervall på 200 år.

Resultatene fra Nevina sees i Appendiks A.

3.5 Scalgo LIVE (TUFLOW HPC)

Det er laget en 2D-overflatemodell i SCALGO LIVE integrert med TUFLOW HPC, som er selve beregningsmotoren.

Terrenget brukt i modellen er fra tre datasett:

- *Innlandet 5pkt 2021* fra 2021
- *Lillehammer 2014* fra 2014
- *NDH Venabu 5pkt 2018* fra 2018

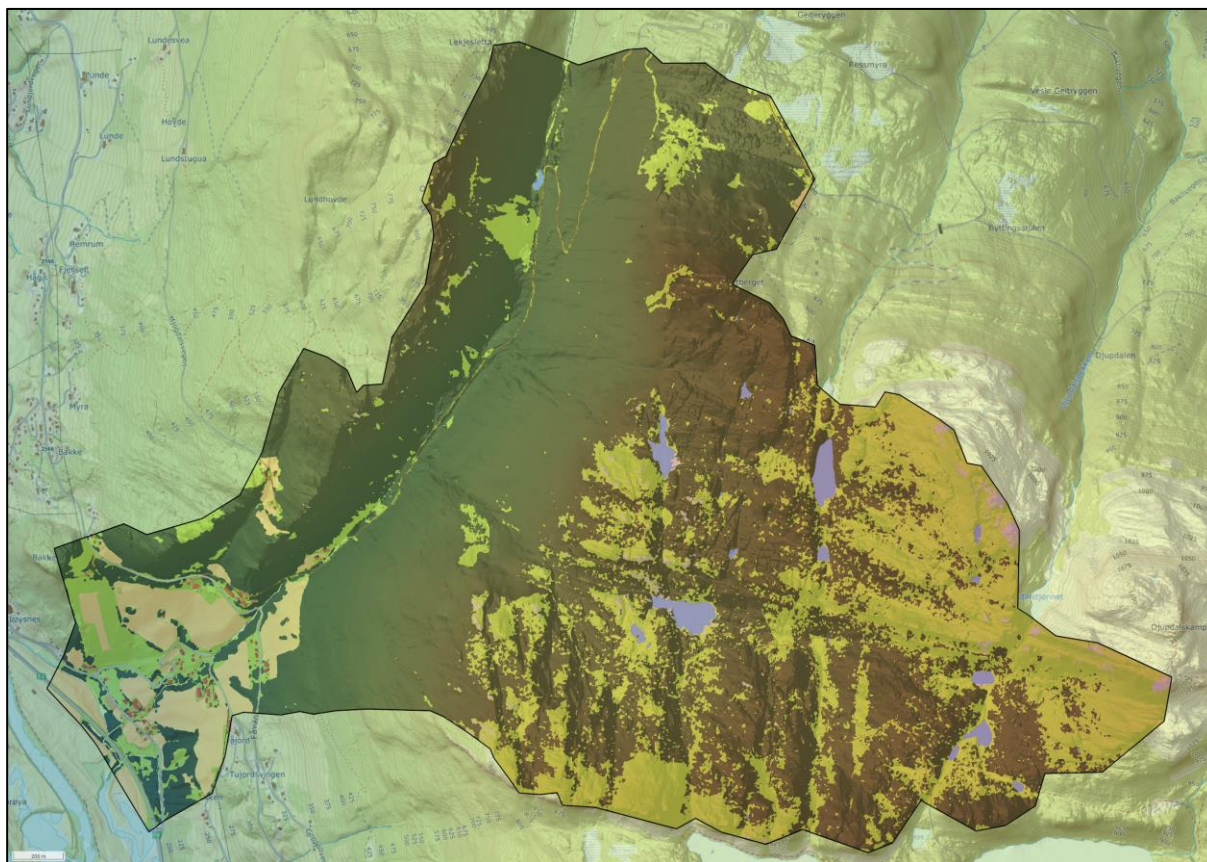
Terrenget for interesseområdet er hentet fra *Innlandet 5pkt 2021* fra 2021. Oppløsningen på terrenget i modellen er 1x1 m.

Det er utført justeringer i terrenget. Terrenget er tilpasset slik at relevante kulverter, bruer eller stikkrenner fremstår som åpne vannveivannveier uten overbygning.

Som nedbørsforløp er det brukt et symmetrisk regnhyetogram basert på IVF-kurver fra målestasjon Lillehammer (SN12670), oppdatert 31.12.2022, med 200-års gjentakelsesintervall, 40% klimafaktor og varighet på 3 timer.

Modellavgrænsningen er vist i Figur 5. Avgrænsningen inkluderer alle områder med avrenning til prosjektområdet. Figuren viser også overflatedekkene i modellen. Overflatedekkene med tilhørende Manningstall er vist i Tabell 2.

I Scalgo LIVE med TUFLOW HPC har hver kombinasjon av løsmasstype og overflatype en infiltrasjonshastighet. Modellen starter med mettet infiltrasjonshastighet.



Figur 5: Utklippet viser oversikt over både modellavgrænsningsområdet, samt ulike overflatedekker. Modellavgrænsningen er vist med sort ytterkant. De ulike overflatedekkene er vist i ulike farger innenfor avgrænsningen.

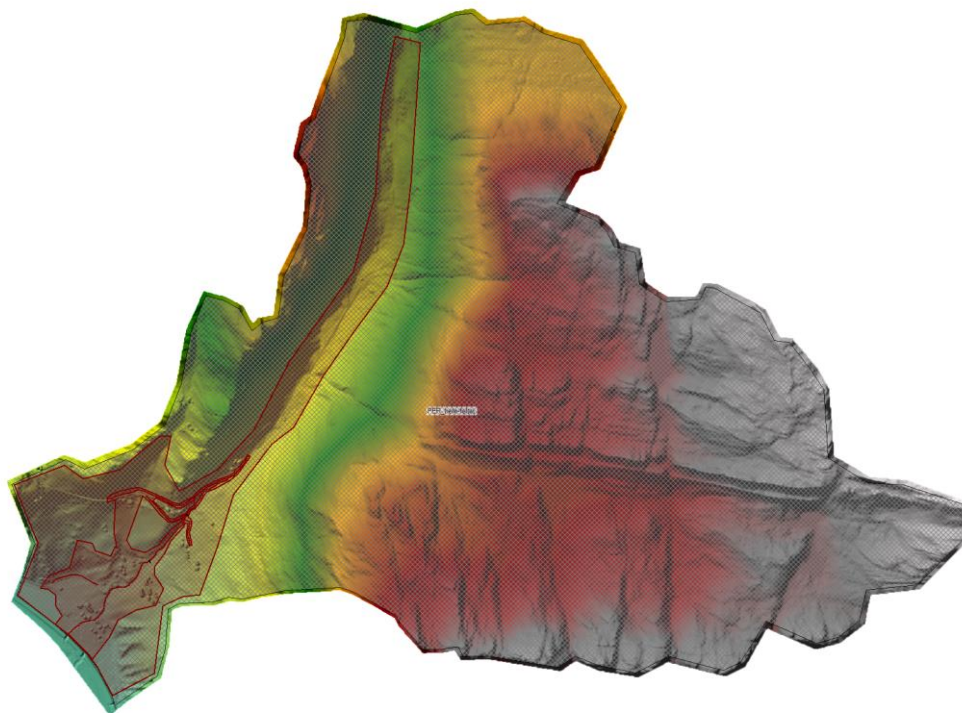
Tabell 2: Oversikt over overflatetyper og tilhørende Manningstall.

Overflatetype	Manningstall
Bare land	0,033
Water	0,020
Other paved	0,030
Shallow vegetation	0,060
Bekk	0,060
Bare rock	0,050
Dense vegetation	0,200
Field	0,050
Paved road	0,014
Unpaved road	0,030
Building	0,020

3.6 HEC-RAS 2D modell

HEC-RAS 6.5 ble benyttet for modellering av nedbørsfeltet til Fåa-Nera. HEC-RAS er en programvare for blant annet todimensjonale, ikke-stasjonære strømningsberegninger, utviklet av «U.S. Army Corps of Engineers».

Terrenggrunlaget benyttet i HEC-RAS-modellen er hentet fra Scalgo LIVE. Terrenget er identisk med det som er benyttet i Scalgo-modellen. Derimot er oppløsningen på modellen endret. Modellområdet er inndelt i rutenett på størrelse 25x25 m, 10x10 m, 2x2 eller 1x1 m i henhold til der vannet samler seg og behovet for presisjon. Figur 6 viser terreng og modellavgrensning i HEC-RAS.



Figur 6: Figuren viser terreng og modellavgrensning i HEC-RAS, rutenettinndeling (25x25 m), samt "Refinement Regions" and "Breaklines".

I henhold til anbefalingene gitt av NVE og bestemmelsene i TEK17 § 7-2 skal tiltak dimensjoneres for klimajustert 200-års gjentakintervall flomhendelse når flommen kan påvirke bebyggelse med permanent opphold (NVE, 2022). Et klimajustert 200-årsregn er derfor lagt til grunn for utredningen for brua over Thujordsvegen.

Som nedbørsforløp er det brukt et symmetrisk regnhyetogram basert på IVF-kurver fra målestasjon Lillehammer (SN12670), oppdatert 31.12.2022, med 200-års gjentakelsesintervall, 40% klimafaktor og varighet på 3 timer. Nedbøren slippes jevnt over hele modellen.

Overflatetyper er hentet fra Scalgo LIVE. Overflatetyperne i HEC-RAS-modellen bestemmer Manningstall og infiltrasjonsverdier. Manningstall og infiltrasjonsverdier er gjengitt i Tabell 3. Infiltrasjonen i modellen tar utgangspunkt i at grunnen allerede er mettet og endrer seg ikke gjennom hendelsesforløpet.

Tabell 3: Oversikt over overflatetyper i HEC-RAS-modellen og tilhørende mannings n og infiltrasjon.

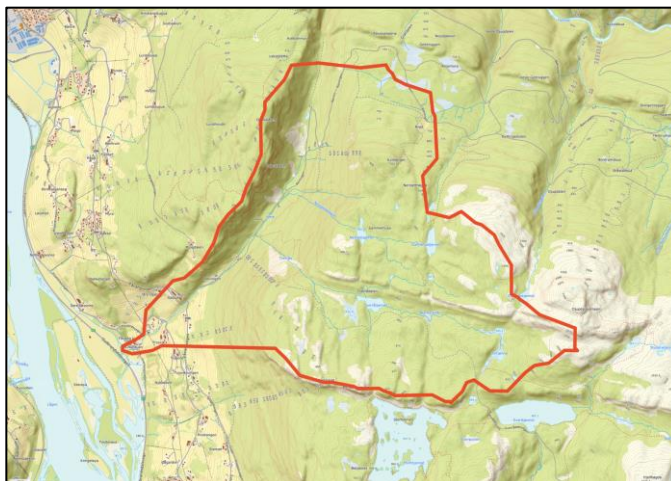
Overflatetype	Manningstall	Infiltrasjon [mm/h]
Bare land	0,033	1000
Water	0,020	0
Other paved	0,030	0
Shallow vegetation	0,060	1000
Bekk	0,060	0
Bare rock	0,050	2000
Dense vegetation	0,200	1000
Field	0,050	100
Paved road	0,014	0
Unpaved road	0,030	30
Building	0,020	0

4. Modellresultater

4.1 Resultater fra NEVINA

Kulminasjonsflommen for 200-års gjentakelsesintervall inkludert klimafaktor på 40% økning er funnet via NIFS flomfrekvensanalyse å være:

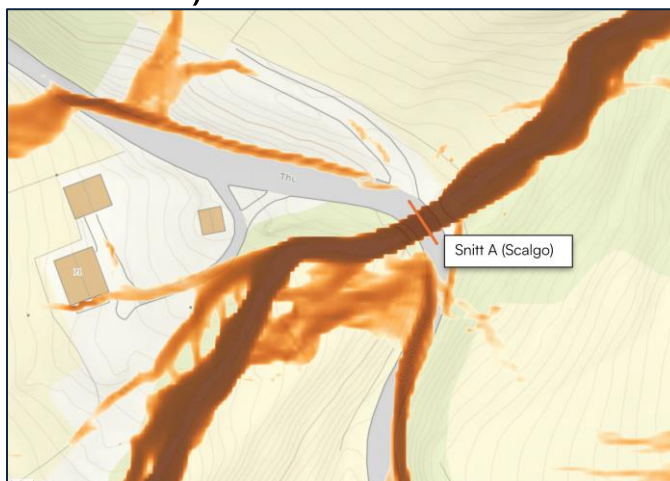
$$Q_{200Kf,4} = 8,4 \text{ m}^3/\text{s}$$



Figur 7: Figuren viser nedbørsfeltet for Fåa-Nera som er benyttet i NEVINA.

4.2 Resultater fra Scalgo LIVE (TUFLOW HPC)

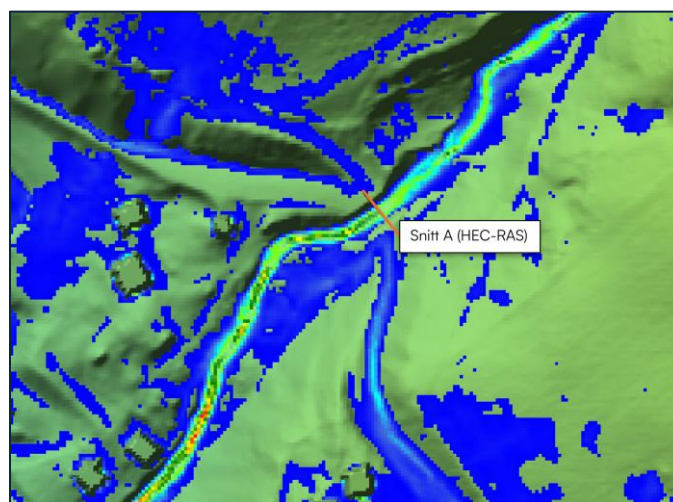
Utsnitt fra modell er vist i Figur 8. Vannføring ved Snitt A (Scalgo) er hentet ut fra modellen. Her viser 2D-modellen en kulminasjonsvannføring på $7,34 \text{ m}^3/\text{s}$ og en topphastighet på $3,6 \text{ m/s}$. Vannføringstoppen inntreffer 2 t 10 min etter start.



Figur 8: Utsnitt av modellresultater ved brua i Thujordsvegen. Maksimale verdier for Flux større enn 10 l/s/m vises i kartet. Snitt A (Scalgo) er vist med rød linje.

4.3 Resultater fra HEC-RAS

Utsnitt fra modell er vist i Figur 9. Vannføring ved Snitt A (HEC-RAS) er hentet ut fra modellen. Her viser 2D-modellen en kulminasjonsvannføring på $8,19 \text{ m}^3/\text{s}$ og en topphastighet på $6,4 \text{ m/s}$. Vannføringstoppen inntreffer 2 t 40 min etter start.



Figur 9: Utsnitt av modellresultater fra HEC-RAS ved brua i Thujordsvegen. Snitt A (HEC-RAS) er vist med rød linje. Maksimal flux er vist.

4.4 Sammenlikning med dronefilm

Det ble observert godt samsvar med utbredelse av vannveier mellom hydrodynamiske modeller og bilder og filmer, med den forutsetning at de hydrodynamiske modellene ikke inkluderte massetransport og erosjon med påfølgende skifte av flomløp.

4.5 Valg av vannføring

Resultatene fra de ulike modellene er gjengitt i Tabell 4 under.

Tabell 4: Tabell over maksimal vannføring ved Snitt A for de ulike metodene.

Metode	Kulminasjonsflom ved Snitt A [m^3/s]
NEVINA	8,4
Scalgo LIVE (TUFLOW HPC)	7,34
HEC-RAS	8,19

Resultatene faller nærme hverandre. Likevel er usikkerhetene og potensielle konsekvenser store med erosjon, nye flomløp og massetransport gjennom området. Resultatene fra NEVINA, som de mest konservative, blir derfor benyttet videre.

4.6 Følsomhetsvurdering og sikkerhetspåslag opp mot 95-persentilen

For å beregne bekkens følsomhet når det gjelder vannstand og vannhastighet i bekken, ble verktøyet Hydraulic Toolbox benyttet. Programmet er basert på Mannings formel. Tverrsnittet i Snitt A ble rekonstruert i 1D i Hydraulic Toolbox. Deretter ble det gjennomført flere beregninger med varierende ruhetsparametere (manningstall), dimensjonerende vannføring og fall. Hensikten var å undersøke hvor følsom den prosjekterte vannstanden er for endringer i ruhet og hastighet. Resultatene er vist i Tabell 6.

Følsomhetsvurderingen baserer seg på vannføringen fra NEVINA. Siden man da allerede har valgt en konservativ verdi for vannføring, så skal det hensyntas når man velger sikkerhetspåslag (NVE, 2022). En

bru ligger alltid i sikkerhetsklasse V3 etter krav 1.1.6-3 i N400 og med en returperiode på 200 år for flomberegninger (Statens Vegvesen b, 2024).

Tabell 5: Tabell med input og resulterende dybde i følsomhetsanalyse umiddelbart nedstrøms bru.

Følsomhetsanalyse - Nedstrøms bru				
vannføring [m3/s]	Standard	+50% vannføring	+50% manningstall	+50% fall
	8,400	12,600	8,400	8,400
manningstall	0,060	0,060	0,090	0,060
fall [m/m]	0,154	0,154	0,154	0,231
Dybde [m]	0,678	0,882	0,882	0,609
Endring [m]	0,000	+0,204	+0,204	-0,069

Tabell 6: Tabell med input og resulterende dybde i følsomhetsanalyse for umiddelbart nedstrøms bru.

Følsomhetsanalyse - Oppstrøms bru				
vannføring [m3/s]	Standard	+50% vannføring	+50% manningstall	+50% fall
	8,400	12,600	8,400	8,400
manningstall	0,060	0,060	0,090	0,060
fall [m/m]	0,177	0,177	0,177	0,266
Dybde [m]	0,745	0,880	0,880	0,690
Endring [m]	0,000	+0,135	+0,135	-0,055

Tabell 7: Sikkerhetsfaktor for håndtering av usikkerhet ved flomberegninger basert på følsomhetsanalyse og datagrunnlaget.

Sikkerhetsklasse av veg påvirket av flom	Kvalitet på det hydrologiske datagrunnlaget		
	Klasse 1	Klasse 2 eller 3	Klasse 4 eller 5
V1	1,0	1,1	1,2
V2	1,1	1,2	1,3
V3	1,2	1,3	1,4

For bruer skal det brukes et gjentakelsesintervall på 200 år og en klimafaktor F_k for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer. Usikkerheten med beregnet dimensjonerende vannføring, $Q_{dim,T}$ skal tas hensyn til ved å legge til en faktor F_u :

$$Q_{dim,T} = Q_T \times F_k \times F_u$$

Hvor T er for returperioden til flomhendelsen som det skal dimensjoneres for.

For gamle Oppland fylke, som Gran kommune tilhørte før, er klimafaktoren F_k satt til 1,2 for beregning av vannføring til stikkrenner, men fordi nedbørsfeltet er mindre enn 10 km² så skal det brukes 1,4.

Resultatene av sensitivitetsanalysen plasserer vannføringen og den hydrauliske modellen i kategori V3-4/5. Dette medfører et sikkerhetspåslag på minimum 40% på vannføringen, altså $F_u = 1,4$ (Statens Vegvesen b, 2024).

Med 40% sikkerhetspåslag blir den dimensjonerende vannføringen for kryssingen av Thujordsvegen (Snitt A) 11,76 m³/s.

4.7 Brudimensjonering

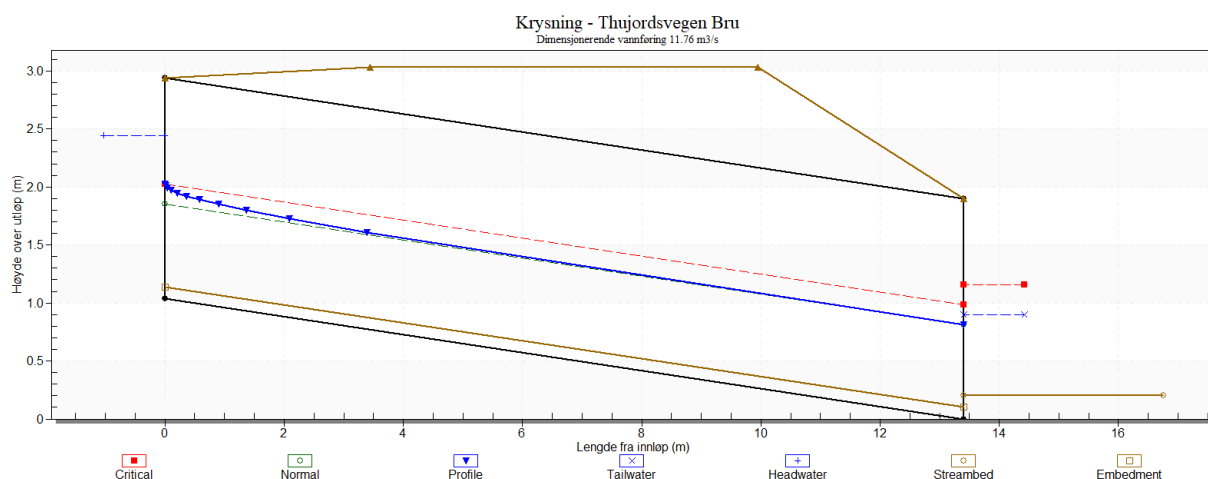
Dimensjonering av bru har blitt utført ved hjelp av HY-8, se 3.2. Brua skal håndtere den dimensjonerende vannføringen på 11,76 m³/s, med en resthøyde fra topp vannspeil ved innløp opp til innvendig høyde av bru på 500 mm (Statens Vegvesen b, 2024). Det er tatt utgangspunkt i rektangulær lysåpning med naturlig bunn da det er planlagt å bruke en ferdigelement-bru som består av L-elementer og betongdekker. Fallet over kulverten er satt 7,76%, det samme som dagens. Ettersom bunnen er naturlig, er manningstallet satt til 0,06, tilsvarende resten av bekken. Det er benyttet et manningstall på 0,012 for betongelementene i brukonstruksjonen. Det er lagt inn et 10 cm tykt bunnsstratlag ettersom sedimenter og steiner kan avsettes under brua ved lavere vannføringer. Bekkebunnen direkte nedstrøms utløpet er hevet med 20 cm for å etterlikne mulig avsetning som kan oppstå dersom brua får en kanalisierende effekt på vannføringen med høyere hastighet enn det som vil oppstå nedstrøms.

Forholdene nedstrøms brua er forenklet til en rektangulær kanal, med utforming basert på høydedata fra 2021 (*Innlandet 5pkt 2021*). Bunnbredden er satt til 4 m, tilsvarende bredden av det dypeste løpet i bekken. Fallet er 0,154, og manningstallet 0,06.

Vei høyden er satt til 251,12 m, 3,03 m over høyden på utløpet. Dette er høyden vannstanden må stige til før det flommer over veien, basert på høydedata fra 2021.

4.7.1 Resultater

En ny bru vil imøtekomme utfordringskravene med en innvendig bredde på 4500 mm og innvendig høyde på 1900 mm, samt 2 m med 45° vingemur til hver side av innløpet, for å styre vannet inn i innløpet til brua.



Figur 10: Resultater fra kulvertanalyse i HY-8.

Tabell 8: Resultater for brua ved ulike vannføringer. «Resthøyde innløp» er høyden fra vannspeil rett før innløp opp til innvendig tak i bru.

Beskrivelse	Total vannføring [m ³ /s]	Vannføring under bru [m ³ /s]	Vannstand ved innløp [m]	Høyde innløpskontroll [m]	Høyde Utløpskontroll [m]	Resthøyde innløp [m]	Utløpsdybde [m]	Utløpshastighet [m/s]
Middelvannføring	2,03	2,03	0,49	0,39	0,0*	1,41	0,25	1,83
	4,46	4,46	0,76	0,66	0,0*	1,14	0,40	2,49
	6,90	6,90	0,98	0,88	0,0*	0,92	0,52	2,96
	9,33	9,33	1,2	1,10	0,0*	0,7	0,62	3,34
Q_{dim}	11,76	11,76	1,41	1,31	0,03	0,49	0,72	3,65
	14,63	14,63	1,64	1,54	0,27	0,26	0,82	3,95
	17,50	17,50	1,86	1,76	0,53	0,04	0,91	4,25
	20,37	19,85	2,05	1,95	0,74	-0,15	0,99	4,45
Q ₁₀₀₀ , KI 97,5%, KFI,4	23,24	21,04	2,33	2,23	1,28	-0,43	1,08	4,77

4.8 Erosjonssikring

Det er gjort en prosjektering av anbefalt bunn- og sidesikring rett oppstrøms og nedstrøms brua. Dette er for å unngå at bekken eroderer, skifter løp eller skyller over sikringen og forårsaker skade utenfor den planlagte flomveien. Sikringen skal sørge for at vannmassene ikke graver i yttersvinger, ikke bare med tanke på å sikre bebyggelsen, men også drikkevannsbrønner som er plassert nedstrøms brua i nærhet til elvekanten. Det er gitt krav fra NVE om at bekkeløpet ikke skal endre plassering fra før flommen i september 2024.

Vurderingen er gjort basert på NVEs veileder 4/2009 — Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, samt NVEs Sikringshåndbok (NVE, 2023). Det er flere metoder for å beregne steinstørrelse for bunn og sidesikring ut fra helningen til bekken (NVE, 2009). Her har vi benyttet oss av Robinsons formel og en empirisk metode fra forsøk ved Vassdrags og havnelaboratoriet, SINTEF 1982, som har sett på erosjon nedstrøms terskler, da helningen er godt over 2 %.

Beregnet stabil steinstørrelse og dimensjonerende dybde forutsetter 4 m bunnbredde nedstrøms bru og 7,5 m bunnbredde oppstrøms bru.

4.8.1 Steinstørrelse og gradering

I N200:2024 oppgis det at beregning av kritisk steinstørrelse i erosjonssikring skal inkludere minimum 20% sikkerhetspåslag for å oppnå en stabil steinstørrelse. For erosjonssikring i kurver er det strengere krav til sikkerhetsfaktor (se Tabell 9). Det skal tas hensyn til økning i krefter grunnet endring av strømning og sentrifugalkraft, samt påvirkning fra massetransport. Nedstrøms bru over Thujordsvegen har Fåa-Nera to krappe svinger som må erosjonssikres særskilt for å sikre drikkevannsbrønner, beite og bebyggelse (se Figur 8). Ettersom $R/B < 10$ nedstrøms brua, blir sikkerhetsfaktoren for dette området 1,6.

Tabell 9: Krav til sikkerhetsfaktor for beregning av stabil steinstørrelse ved erosjonssikring i bend i åpen vannvei (Statens Vegvesen, 2024).

Krumming i bend	Krav
$R/B > 30$ Liten påvirkning av massetransport	$SF_D = 1,2$
$30 > R/B > 10$ Moderat påvirkning av massetransport	$SF_D = 1,4$
$R/B < 10$ Stor påvirkning av massetransport	$SF_D = 1,6$

Merk at beregningene for steinstørrelse er utført for kantete stein, ikke avrundet stein. I følge (NVE, 2009) praktiske forsøk omtalt i NVEs veileder 4/2009 er stabil steinstørrelse under ellers like forhold 25% større for avrundet stein enn for vanlig sprengstein. Videre anbefales det å ikke bruke avrundet (elvestein) for skråninger som er brattere 1:3. Dette utelukker altså bruk av avrundet stein på venstre side nedstrøms brua (se GH5). (NVE, 2009)

I bekkeløpet ligger det mye masser og steiner etter tidligere flommer. Disse kan gjenbrukes, men siden en del av dem har avrundede kanter må dimensjonen økes sammenlignet med skarpkantede steiner. Steindimensjoner er vist i Tabell 10.

Uniformitetskoeffisienten $C_u = D_{60}/D_{10}$ benyttet i de empiriske forsøkene bak Robinsons formel rangerte fra 1.25 til 1.73. Derfor anbefales det at C_u for sikringsmassene legges med en uniformitetskoeffisient innenfor dette spennet. Videre er det en fordel med relativt velgraderte masser, slik at hulrom mellom større steiner tettes og beskytter filtermediet bakenfor mot utvasking.

Tabell 10: Resultater fra beregning av steinstørrelse nedstrøms og oppstrøms bru med Robinsons formel, samt forutsetninger for beregningen.

	Kantet/sprengstein		Avrundet stein	
	Oppstrøms bru	Nedstrøms bru	Oppstrøms bru	Nedstrøms bru
D_{50} bunnsikring [m]	0,546	0,612	0,683	0,765
D_{50} sidesikring [m]	0,682	0,765	0,853	0,956

4.8.2 Oppskyllingshøyde

Det oppstår det en oppskyllingseffekt som kan føre til at vannet overskrider erosjonssikringen dersom man kun vurderer den gjennomsnittlige vannstanden i et bekkeløp. På grunn av vannets treghet (moment) vil vannet fortsette i sin opprinnelige retning inn i svingene før det gradvis justerer seg etter elveløpets nye kurs. Dette kan føre til at vannet midlertidig strømmer opp og over bredden i elveløpet, spesielt ved høy vannføring. Dimensjonerende vannndybde for åpen vannvei ved kurve blir dermed:

Formel 1: Formel for dimensjonerende vannndybde for kurver i åpne vannveier (Statens Vegvesen, 2024).

$$y_{dim} \geq y_{vannndybde} + y_{sikkerhetstillegg} + y_{oppskylling} \quad (1)$$

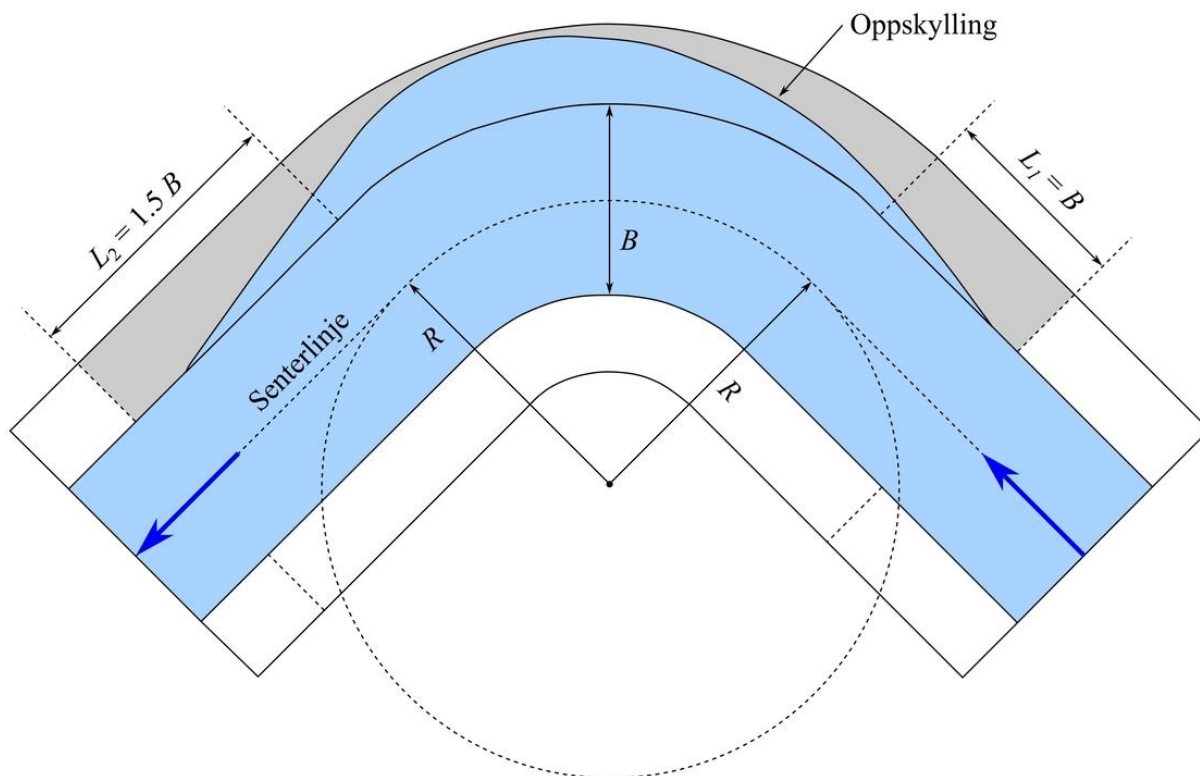
hvor

$$y_{sikkerhetstillegg} = \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

og

$$y_{oppskylling} = K_0 \times \frac{v}{2g} \times \frac{B}{R} \quad (3)$$

der $y_{vannndybde}$ er strømningsdybden, v er vannhastigheten, K_0 er en sikkerhetsfaktor (1.75), B er bekkeløpets bredde og R er radius av bekkeløpets retningsendring. Oppskyllingen påvirker dimensjonerende dybde ett stykke oppstrøms og nedstrøms start og slutt av kurven. Sikringslengden oppstrøms og nedstrøms svinger sees i Figur 11.



Figur 11: Sikring av bend i åpne vannveier, samt oppskylling som må tas hensyn til (Statens Vegvesen, 2024)

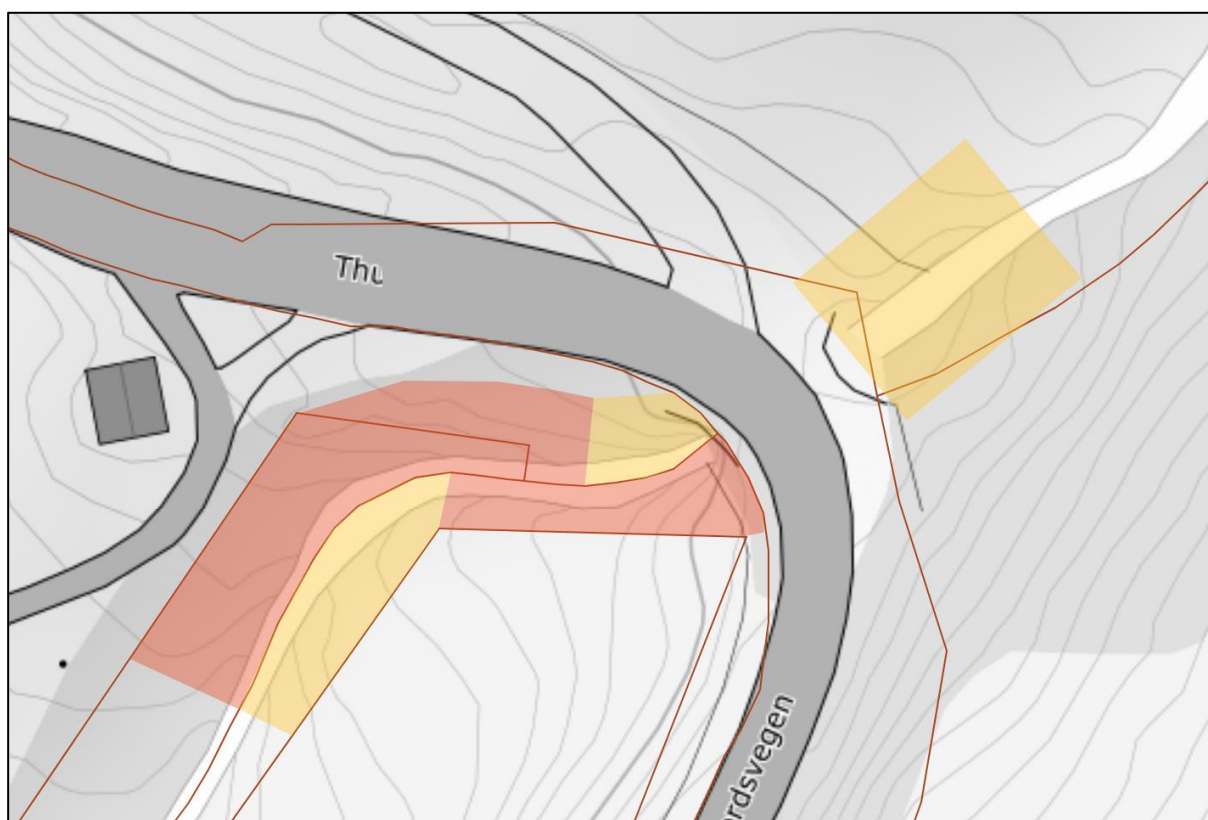
Dimensjonerende dybde umiddelbart oppstrøms bru er ikke påvirket av bend/curver og blir dermed $y_{dim} = 1.069\text{m}$ (se vedlagt tegning GH50).

Situasjonen nedstrøms er preget av svinger og lite plass, spesielt på venstre side sett med strømningsretningen. Dimensjonerende dybder nedstrøms er vist i Tabell 11 som korrelerer med

markerte områder i Figur 12. Endelig dimensjonerende dybde for soner på venstre side diskuteres i bærekraftsvurderingen og bestemmes i samarbeid med kommune. Dette omtales nærmere i kapittel 4.9.

Tabell 11: Dimensjonerende dybde (y_{dim}) for området nedstrøms bru, sett med strømningsretningen. Tabellen må sees i sammenheng med Figur 12. (*) Kost/nytte-vurdering ligger til grunn for endelig dimensjonerende dybde, se kapittel 4.9.

	Nedstrøms bru		Oppstrøms bru
	Venstre bredde	Høyre bredde	
Gul	$y_{dim} = 1,446\text{m}^*$	$y_{dim} = 1,446\text{m}$	$y_{dim} = 1,069\text{m}$
Rød	$y_{dim} = 2,524\text{m}^*$	$y_{dim} = 2,524\text{m}$	



Figur 12: Soneinndeling for dimensjonerende dybde nedstrøms og oppstrøms bru. Soner der dimensjonerende dybde innebærer oppskyllingshøyde er markert rødt. Soner der dimensjonerende vanddybde ikke innebærer oppskyllingshøyde er markert med gult. Eiendomsgrenser er markert med røde linjer. Områdeutstrekninger er veiledende.

4.8.3 Filterlag

Filterlag er et lag som legges mellom stedegne masser og erosjonssikringslaget, særlig der sikringslaget består av grov, ensgradert masse (NVE, 2009) (NVE, 2023). Langsmed Fåa-Nera er det morenemasser med et til dels stort innslag av finmasser rundt steiner. Dermed kan Fåa-Nera lett erodere massene eller vaske ut finstoffet bak sikringslaget om det ikke etableres et filterlag mellom. Et godt utformet filterlag er derfor avgjørende for å sikre stabiliteten til både erosjonssikringslaget og elvebredden bak.

Filterlaget må være tilstrekkelig permeabelt for å unngå høyt vanntrykk bakenfor laget. Samtidig må det ikke være så åpent at underliggende masser utvaskes og underlaget eroderer. Et for åpent filter kan føre til erosjon og utvasking, mens et for tett filter kan gjøre underlaget ustabilisert som følge av økende poretrykk.

Langsmed Fåa-Nera er det finsand i matriksen til massene rundt bekken. De er lett eroderbare. Det anbefales derfor å bruke et grusfilter langsmed bekken. Dette sikrer tilstrekkelig permeabilitet for å håndtere grunnvannstrømning i massene og hindrer oppbygging av poretrykk bak erosjonssikringslaget, samtidig som det forhindrer utvasking av finstoff.



Figur 13: Erosjonssikring med plastringsstein under utføring med filterlag av grov pukk, $d = 30\text{--}300\text{mm}$ rundt $0,5\text{ m}$ i tykkelse. Foto Jomar Bergheim, NVE (NVE, 2023)

Fåa-Nera er en masseførende bekk ved flom, men det er ingen kjente rapporter om isgang i bekken. Hovedutfordringen ved flomsituasjoner er derfor håndteringen av masser. Under flommen Lathans oppstod det betydelige problemer med avsetning av masser i stikkrenner, kulverter og under bruer. Dette førte til blokkeringer eller en betydelig reduksjon i kapasiteten til disse konstruksjonene. Drivgoods er ikke et unormalt problem ved flom, men i Fåa-Nera er det bunntransporten som er mest fremtredende og som fører til problemer.

For å redusere risikoen for avsetning av masser anbefales det å øke høyden på kulverter og bruer. I henhold til Statens vegvesens håndbok N200:2024 bør bruer dimensjoneres med minst 0,5 meter klaring mellom underkant av brua og vannstanden ved dimensjonerende flom.

Det anbefales å forsterke bekkeløpet i de områdene hvor den graver og lage ledevoller for å hindre at den tar nye løp ved flom. For flomvoller av grove steinmasser så må det inn et filterlag av grov puk, slik at man unngår at finkornige masser vaskes ut.

4.9 Bærekraftsvurderinger av sikringstiltak

Flomsikringstiltak er bærekraftige i utgangspunktet fordi de bidrar til å beskytte både miljøet, økonomien og samfunnet mot skadene som flom kan forårsake. Likevel er det også viktig å tenke bærekraft ved både utførelse og etterfølgende drift av tiltaket for å sikre at en reduserer påvirkningen på økologien, at nedstrømsområder ikke blir skadelidende og at tilstrekkelig vedlikehold blir utført til rett tid.

4.9.1 Miljøbærekraft

Kantvegetasjonssone

Det skal normalt bevares en kantvegetasjonssone på 6 m fra normalvannstand for bekker. Slike kantsoner er viktige for lokal fauna og virker flomdempende ved større flomvannføringer (Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, 2017). En bør unngå grantrær i slike kantsoner og heller bevare/flytte vierbusker, selje og andre løvtrær som ikke blir så høye dit. Her har man også traktorveier og beiter å ta hensyn til langsmed Fåa-Nera.

Ved selve flomforbygninger skal det unngås vegetasjon som trær eller busker med store røtter, så ikke røttene ødelegger konstruksjonen. Ellers skal eksisterende kantmasser legges tilbake sammen med eksisterende vegetasjon, der det fortsatt er etter flommen. Ved mangel på slike masser så kan man ha noe vekstjord over for å gjemme og stabilisere kantsonen. Denne må revegeteres med stedegen flora og trær.

En skal videre legge til rette for beitedyr slik at de kan komme ned til bekken for drikkevann. En må da velge noen overfyllingsmasser over steinblokkene som tetter sprekker slik at ikke dyrene kan tråkke ned i sprekker mellom steinene. I tillegg må en passe på at massene ikke er skarpkantete for å unngå skader under beina på dyra. Slike hensyn skal også tas der som det ikke er beite, for å sikre at ville dyr kan komme til bekker for drikkevann etter erosjonssikring uten å risikere skader.

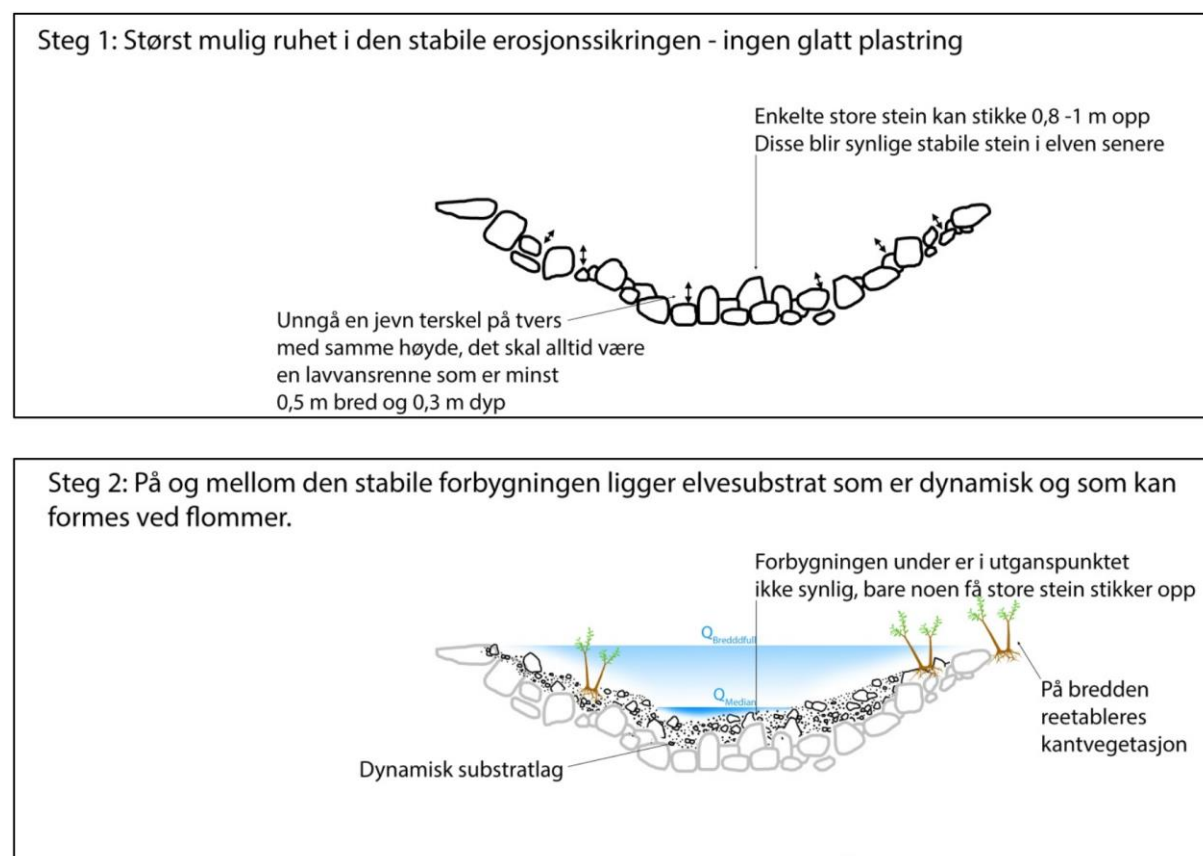
Det er valgt en erosjonssikring med rauset stein noe som gir økt ruhet i elveløpet. Det gir også et mer naturlig bekkeløp og masser som føres med bekken fra lengre oppstrøms vil fylle inn mellomrommene slik at bunnsstratet blir mer naturlig etter hvert.

Fisk og bunndyr

Alt anleggsarbeid i et vassdrag vil medføre forstyrrelse av økosystemet. Anbefalt periode for arbeid i en bekk er fra juli til september, men for Fåa-Nera må sikringsarbeidene startes så raskt som mulig for å være klar til vårflo. En har valgt ferdigelementer til å bygge en ny bru fra, noe som vil redusere anleggsperioden. Bruk av stedlige masser til sikringsarbeidet vil også redusere anleggstiden ved redusert frakt. Bekken er såpass bratt at det er ikke noe særlig med gyteplasser i området man ser på ved Thujordsvegen.

Det anbefales å legge et ru og uregelmessig erosjonssikringslag fremfor ordnede og plastret steinlag for å bedre de miljømessige forholdene i de delene av elveløpet som må sikres. Videre kan det legges ut noen store steiner der det er plass til å utvide bekkeløp, for å sørge for hydraulisk variasjon gjennom tverrsnittet når det kommer til vannhastighet. Dette vil gi hulrom og strømningsvariasjon som favoriserer etablering av bunndyr og gir dem skjulesteder. Små terskler kan etableres der det ligger til rette for det og for å bidra til å holde oppe grunnvannstanden inn mot drikkevannsbrønnene.

Det bør legges et dynamisk og naturlig bunnsstrat lag over erosjonssikringen fra bunnside til bunnside i elvetverrsnittet. En gunstig bunnsstratblanding består av noe grus (16-64mm), mye rullestein og enkelte steinblokker opptil 1,5 m (Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, 2017). Det er mest plass for slike steinblokker oppstrøms brua, da bekkeløpet nedenfor brua har mindre plass å bre seg ut på. Dette er et lag som vil være dynamisk med påfyll fra massetransporten fra høyereliggende områder i vassdraget. Videre vil det bli erosjon i dette bunnlaget ved større vannføringer som da vil frakte det videre nedover for påfyll lengre nedstrøms. Allikevel er det ikke til å legge skjul på at erosjonssikring uansett vil medføre mindre massetransport på sikt.



Figur 14: Illustrasjon over forslag til utforming av miljøvennlig erosjonssikring i vassdrag. (Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, 2017). Figuren er revidert for denne rapporten.

Kjemisk vannkvalitet

Steinstørrelser her er oppgitt for sprengstein. I bekkeløpet til Fåa-Nera er det mye stein som ligger allerede. Disse har gjerne litt avrundede kanter. En vil redusere frakt og faren for nitrogenforurensing fra sprengstoff, ved å gjenbruke massene i bekken der de har stor nok dimensjon. Ved bruk av sprengstein anbefales det at den har vært vasket også for å redusere faren for steinmel som kan føre til igjenslamming i bekkegrusen lengre nedstrøms. Noe som vil være negativt for dagens bunnfauna. Beregningen er gjort for rauset steinlegging og ikke for ordnede steinlag. Diameteren på gjennomsnittssteinen er oppgitt for kantede steiner. Ved bruk av steiner med avrundede hjørner anbefales det å oppdimensjonere gjennomsnittlig diameter med 25 %. Ved bruk av masser fra bekkeløpet får man også ryddet det. Under utførelsen anbefales det at de største steinene legges nederst og så reduserer man steinstørrelsen oppover langs sidene. I tillegg vil et naturlig bunnsstrat over erosjonssikringen redusere vannkontakten med sprengstein.

4.9.2 Sosial bærekraft

Traktorvei og driftsadkomst

Oppstrøms brua har man sett på en viss utvidelse av bekkeløpet og tilpasning for å ta hensyn til traktorveien som går til den dyrka marka vest for bekken. I denne utredningen er det ikke sett på et massebasseng, kun utforming inn mot vingemur for innløp til ny bru. En har gått ut ifra en vingemur på 45 grader til hver side for innløpet til brua, med en lengde på 2 m. Det er lagt opp til slake sidekanter slik at det skal være mulig for gravemaskin å ta seg ned til bekken for å kunne reparere og fjerne masser etter flomhendelser. Ved brudd i sikringen vil man kunne få ødelagt brua og man vil også kunne få et flomløp som går mot bebyggelsen. En anbefaler derfor ikke at sikringsanlegget lages noe lavere her enn det som er beregnet. Sikringslaget bør fortsette som fyllmasse bak/ovenfor vingemuren oppover mot veien og traktorveien som går av her slik at en reduserer faren for erosjon om noe skulle skje med brua eller innløpet. Det kan brukes mindre blokker jo høyere man kommer. Siden det er traktorvei og beite på begge sider, må en se på løsninger som kan ivareta dette.

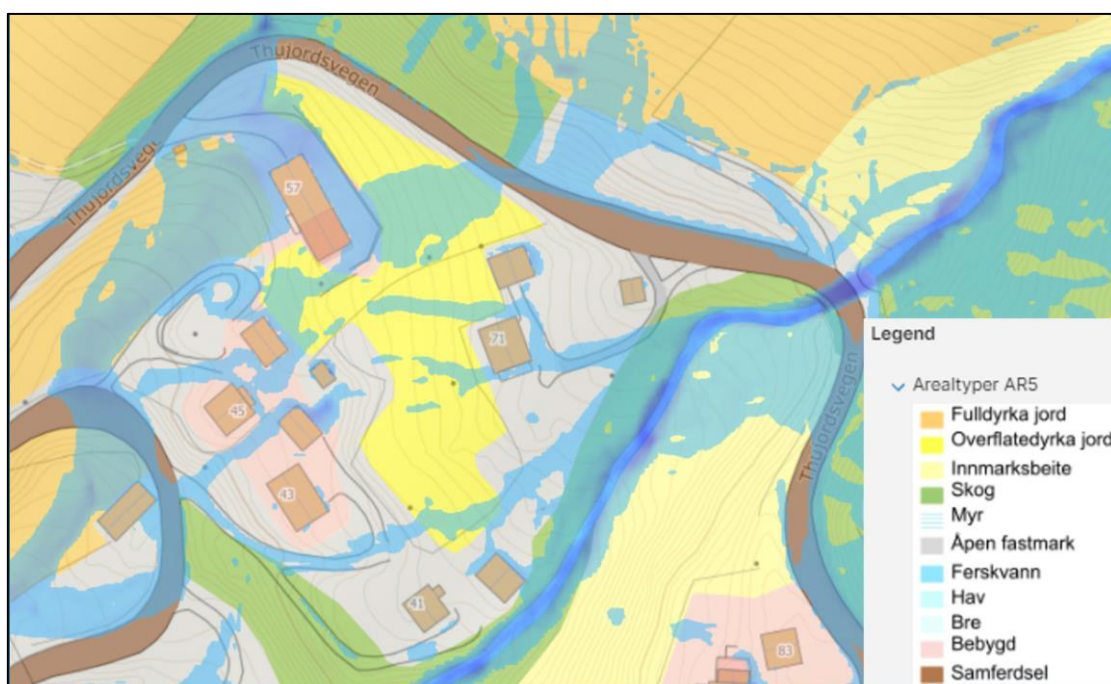
Når det gjelder sikringshøyde i kurve, så bør man se på hva som er konsekvensene av overskylling og eventuell erosjon i sikringsmassen. I tillegg må man få lagt til rette for tilkomst av gravemaskin ned i bekkeløpet også etter steinsikringen er på plass.

Oversvømmelsesrisiko nedstrøms brua

For den første kurven rett nedstrøms brua over Thujordsvegen, så er det mindre samfunnsmessig kritisk om det blir overskylling inn på beitemarka rett ved bekken, enn om overskyllingen medfører oversvømmelse av bygninger for permanent opphold, men beitet er anlagt i veiskråningen som holder Thujordsvegen oppover lia etter brua. Det er viktig at eventuelle beitedyr sperrer fra å komme ned mot Fåa-Nera ved farevarsel for flom i mindre vassdrag. En er i så måte heldig at Fåa-Nera har kort kulminasjonstid og flomforløp slik at en sperring vil ikke måtte opprettholdes i langvarig tid. En anbefales å bygge en flomsikring som har full høyde som på andre siden. En må forvente at flomforbygningen må kontrolleres og eventuelt repareres etter flomhendelser. Den foreslåtte sikringen vil sikre beitemarka mot mesteparten av vannet ved en 200-års flom rett nedstrøms brua.

Drikkevannsbrønnen som ligger nedstrøms Thujordsvegen på vestsiden, anbefales at flyttes litt lengre mot vest slik at den blir beskyttet av erosjonssikringen og for å hindre avbrudd i erosjonssikringen. Denne ligger i yttersving. Terskler må anlegges for å holde grunnvannsnivået oppe i brønnen.

Ved overskylling og brudd i erosjonssikringen mot vest, vil vannet først ta veien om et hus, deretter over overflatedyrket mark og mot et lite tun med to boliger. Videre møter vannstrømmen en bekk som kommer ned vestfra og deretter over fulldyrket mark. Her skal man bruke beregnet dimensjonerende dybde inkludert oppskyllingshøyde og ekstra sikkerhetspåslag på dimensjonerende steindiameter, for å unngå skader på boliger og drikkevannsforsyninger ved 200-års klimajustert flom. Den samfunnsmessige kostnaden ved å ha lav sikring her blir mye større enn kostnaden med å få sikringen på plass. Inkludert i den kostnaden er også tryggheten til beboere og ikke bare rene kostnader med opprydding og opparbeidelse av mark og hus igjen.



Figur 15: Modellert flomløp gjennom bebyggelse og jordbruksområder. Vanndybde fra 10 mm og høyere vises på AR5 laget. Fra ScalgoLive modellen

4.9.3 Økonomisk bærekraft Anleggsperiode

Brua er tenkt produsert i ferdigelementer. Det reduserer tiden man bruker på å bygge den til noen få dager for selve brua. I tillegg har man full kontroll på elementene under produksjonen og behøver derfor ikke å overdimensjonere den ut fra et føre-var prinsipp. Det gir også raskere opprettelse av veien slik at den kan tas i bruk igjen.

Det har blitt sett på hvilke dimensjoner steinene må være for å bruke de naturlige steinblokkene som er i elveløpet, slik at man får mindre mengder med stein som må fraktes både inn og ut av området. Dermed er det kun for enkelte kritiske steder, som hvor man ikke har plass til en slak skråning, men må oppover mot skråning på 1:2. Her er man nødt til å bruke kantet stein.

Påvirkning av kommuneøkonomi

Å opprettholde bebyggelse, sikre folkets helse og velvære samt skape et trygt grunnlag for næringsutvikling er viktig for kommuner.

Fraflytting kan føre til nedgang i innbyggertallet. Landbrukseiendommer som i dag har drift, kan gå ut av drift og gårder lagt ned. Dette kan medføre lavere skatteinntekter og abonnenter til å dele utgifter innen selvkostområder på. Lavere antall barn til barnehager og skoler, noe som igjen kan medføre økte kostnader pr barn.

Ved hendelser hvor det blir nødvendig å evakuere folk må kommunen sørge for nødvendig husvære. Dette er kostnader som kommunen må ofte dekke selv. Det samme gjelder opprydding og istandsetting av kommunale områder og veier. Selv om det finnes midler å søke på så er det allikevel en del som faller på kommunen av utgifter.

Opprydding av arealer etter flom og utbedring av skader kan bli en tung byrde for innbyggerne og kommunen. Det er også noe som medfører utbetalinger av forsikringsmidler. Dette kan gi en generell økning i forsikringspremier, ikke bare for den enkelte som er rammet, men for alle forsikringskunder i de ulike selskapene.

5. Anbefaling for anleggsutførelse

Generelt bør anlegg utføres når det er lav vannføring i et vassdrag. Det vil allikevel ikke alltid være mulig når en kanskje må reparere etter en flomhendelse så raskt som mulig for å beskytte bebyggelse mot nye flommer. En kan heller ikke alltid får til å ha et anlegg i den beste perioden for miljøet rundt. Ved anbudsutlysning må klima og miljø vektas minst 30% i henhold til det nye regelverket om offentlige anskaffelser. Dette sikrer at prosjektet tar hensyn til bærekraftige løsninger og bidrar til å redusere miljøpåvirkning.

Det anbefales å ta utgangspunkt i de massene man har tilgjengelig i vassdraget når man skal vurdere utførelsen av erosjonssikringen. Dermed kan man redusere mengden av fyllmasser som må hentes utenfra. Det er viktig at en da sjekker beregninger for ulike steintyper. Masser som er tilgjengelige i et vassdrag er ofte avrundet og ikke kantet som sprengstein. Avrundede steiner trenger å være rundt 25% større enn sprengstein for å være stabile i sikringen.

Tilkomst til Fåa-Nera ved Thujordsvegen for å få utført anleggsarbeidet skal i grunnen være akseptabel. Det er traktorvei å benytte på tre av sidene og i tillegg en privat vei på den siste siden. Ved å utføre anlegget nå på vinteren så er det større sannsynlighet for at en kan utnytte telen å kjøre på med gravemaskin. Det er også grei tilkomst for lastebiler å komme til for å få levert lass om man kommer fra vestsiden. Da kan man benytte avkjøringen til traktorvei på nordsiden og privat vei på sørsiden for å få snudd, uten å måtte tilrettelegge altfor mye.

Det er vanlig å ta av det vekstjordlaget som er der for å legge ut på toppen etterpå. Det samme gjelder for eksisterende vegetasjon, med unntak av ustabile trær som gran og eldre trær som nærmer seg slutten på livsløpet. Dette da de utgjør en fare for rotvelt som kan svekke sikringen.

Det er viktig å grave fotgrøft for å sikre bunnen av sidesikringen mot erosjon og senkning av elvebunn, og begynne med å legge ut pukfilteret først gjerne ikke i lengre lengder enn 10 m om det er vannføring gjennom området. Dette kan utføres fra bredden og så jobber man seg oppover med sikringen. Det må forventes at noen masser av de minste fraksjonene forsvinner med vannføringen under arbeidet. Det må derfor kontrolleres at man oppnår tykkelsen på lagene som er gitt i prosjekteringen.

Slake sikringer er mer stabile enn bratte og bør være maks 1:2. En legger massene ut i så slake skråninger som man har plass til. Helningen kan gjerne variere og bør følge terrenget best mulig og gis et rufsete naturlig preg. Stein som er godt innelåst av hverandre er mer stabile, så det er viktig å sjekke at de faller på plass mellom hverandre og ikke er løse. En må også plassere nederste lag med stein godt inn i filterlaget slik at de har god kontakt med det. Videre må en kontrollere at det ikke blir hulrom som filterlaget kan falle ut mellom. En legger de største steinene nederst og i fotgrøfta og så kan man jevnt over og legge mindre steiner oppover i skråningen, innenfor anbefalt korngradering. Steinene bør sorteres på tipplasset. Mot eksisterende veier må sikringsmassen tilpasses vegfyllingen.

Ved bruk av store steiner i bekkeløpet for å gi endring i hydrauliske krefter, må bredden til bekkenbunnen utvides tilsvarende. Slike steiner skal legges godt ned i massene slik at de ikke kan begynne å rulle.

De stedene i vassdraget hvor ødeleggelse av erosjonssikringen kan medføre større skader på bebyggelse anbefales det å bruke den høyeste beregnede steinstørrelsen og høyden på sikringen. Derimot for sider hvor man lett kan komme til for å drifte og vedlikeholde massene etter hendelser, og hvor hendelser ikke medføre kostbare utbedringstiltak i etterkant, gir det bedre kost/hytte å redusere dimensjonene på tiltaket — og heller legge til rette for atkomst for jevnlig reparasjoner og vedlikehold. Dette bør i så fall være et bevisst og begrunnet valg.

Det bør legges et dynamisk og naturlig bunnsstrat lag over erosjonssikringen fra bunnside til bunnside i elvetvernsnittet, se Figur 14. En gunstig bunnsstratblanding består av noe grus (16-64mm) og mye rullestein. Dette er et lag som vil være dynamisk med påfyll fra massetransporten fra høyereliggende områder i vassdraget. Videre vil det bli erosjon i dette bunnlaget ved større vannføringer som da vil frakte det videre nedover for påfyll lengre nedstrøms. Allikevel er det ikke til å legge skjul på at erosjonssikring uansett vil medføre mindre massetransport på sikt.

6. Konklusjon

Analysen og tidligere hendelser viser at Fåa-Nera er utsatt for erosjon, løsmassetransport og endrede flomløp. Flommodellering indikerer at klimajustert vannføring ved 200-års flom med sikkerhetspåslag, i henhold til NVE og SVVs håndbøker, er 11,76 m³/s. Ny bru over Thujordsvegen anbefales å ha innvendig bredde på 4500 mm og innvendig høyde på 1900 mm, samt 2 m med 45° vingemur til hver side av innløpet. For å korte ned anleggsperiode anbefales det å bruke ferdigelementer. Det er beregnet nødvendig erosjonssikring rett oppstrøms og nedstrøms ny bru, se GH 50 og GH51. Erosjonssikringen inkluderer bla. steinlegging med filterlag og tar hensyn til bekkens karakteristikk. Tiltakene omfatter bærekraftige løsninger som gjenbruk av lokale masser, forkortet anleggsperiode og bevaring av tilgang til beiteområder, dyrket mark, drikkevannsbrønner og kantvegetasjon.

7. Referanser

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske. (2017). *Notat 3/2017: Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak*. Bergen.

Norges geologiske undersøkelse. (u.d.). *Norges geologiske undersøkelse*. Hentet fra Geologiske kart: <https://www.ngu.no/geologiske-kart>

Norges vassdrags- og energidirektorat. (2024, April). *Nevina. Beregninger av nedbørfelt, feltparametere og vannføringsindekser. Brukerveiledning*. Hentet fra Norges vassdrags- og energidirektorat: https://nevina.nve.no/help/Brukerveiledning_NEVINA_versjon_4.pdf

NVE. (2009). *4/2009 - Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Oslo: NVE.

NVE. (2022). *Veileder 3/2022 Sikkerhet mot flom*. NVE.

NVE. (2023, April 14). *Sikringshåndboka*. Hentet fra Sikringshåndboka: <https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/>

Statens Vegvesen. (2024). *N200:2024 Vegbygging*. Statens Vegvesen.

Statens Vegvesen b. (2024). *Vegnormal N400 Bruprosjektering*. Statens Vegvesen.

Appendiks A Utskrift fra NEVINA

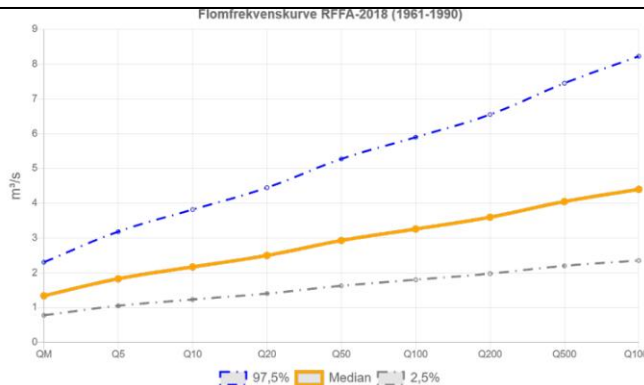
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.: 002.DE7
 Kommune.: Ringebu
 Fylke.: Innlandet
 Vassdrag.: Vorm-Lågen
 Nedbørfeltareal: 7.10 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

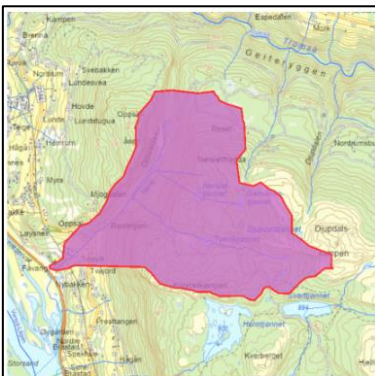
Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av flomverdier. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	189 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Kulminasjonsfaktor	1.46 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	285 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tiltepsflom	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.37	1.62	1.87	2.19	2.43	2.69	3.02	3.28	-
Flomverdier, m ³ /s	1.3	1.8	2.2	2.5	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	5.0
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	2.3	3.2	3.8	4.5	5.3	5.9	6.6	7.5	8.2	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.8	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.28	1.53	1.80	2.20	2.56	2.96	3.57	4.12	-
Flomverdier, m ³ /s	2.0	2.6	3.1	3.6	4.5	5.2	6.0	7.2	8.3	8.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	3.6	4.7	5.7	6.9	8.7	10.3	12.0	14.4	16.6	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.1	1.4	1.7	1.9	2.3	2.6	3.0	3.6	4.2	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

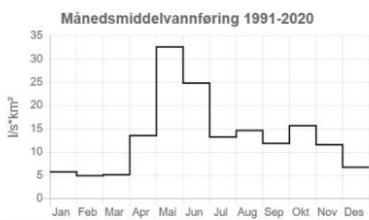


Norges vassdrags- og energidirektorat
 Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 245114 E, 6819626 N

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

I denne rapporten sammenlikner vi årlig middellavrenning for perioden 1991-2020 med årlig middellavrenning for 1961-1990. Det nye avrenningskartet er imidlertid beregnet med en annen metode enn avrenningskartet for 1961-1990, og dette gjør at de to kartene ikke er direkte sammenliknbare. Vi har derfor laget en alternativ versjon av avrenningskartet for 1961-1990, beregnet med samme metode som den vi brukte for å beregne avrenningskartet for 1991-2020. Denne versjonen kaller vi «1961-1990 v2022». Når vi sammenlikner årlig middellavrenning for 1991-2020 med årlig middellavrenning for 1961-1990 beregnet vha. kartet 1961-1990 v2022, kan vi regne med at forskjellen mellom dem hovedsakelig skyldes at de to tallene representerer to ulike tidsperioder.

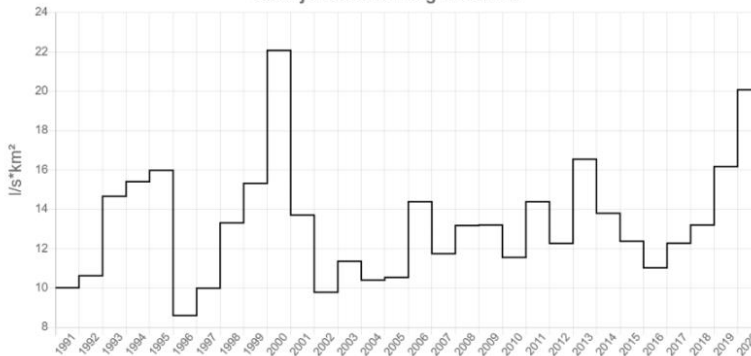
Data fra avrenningskartet



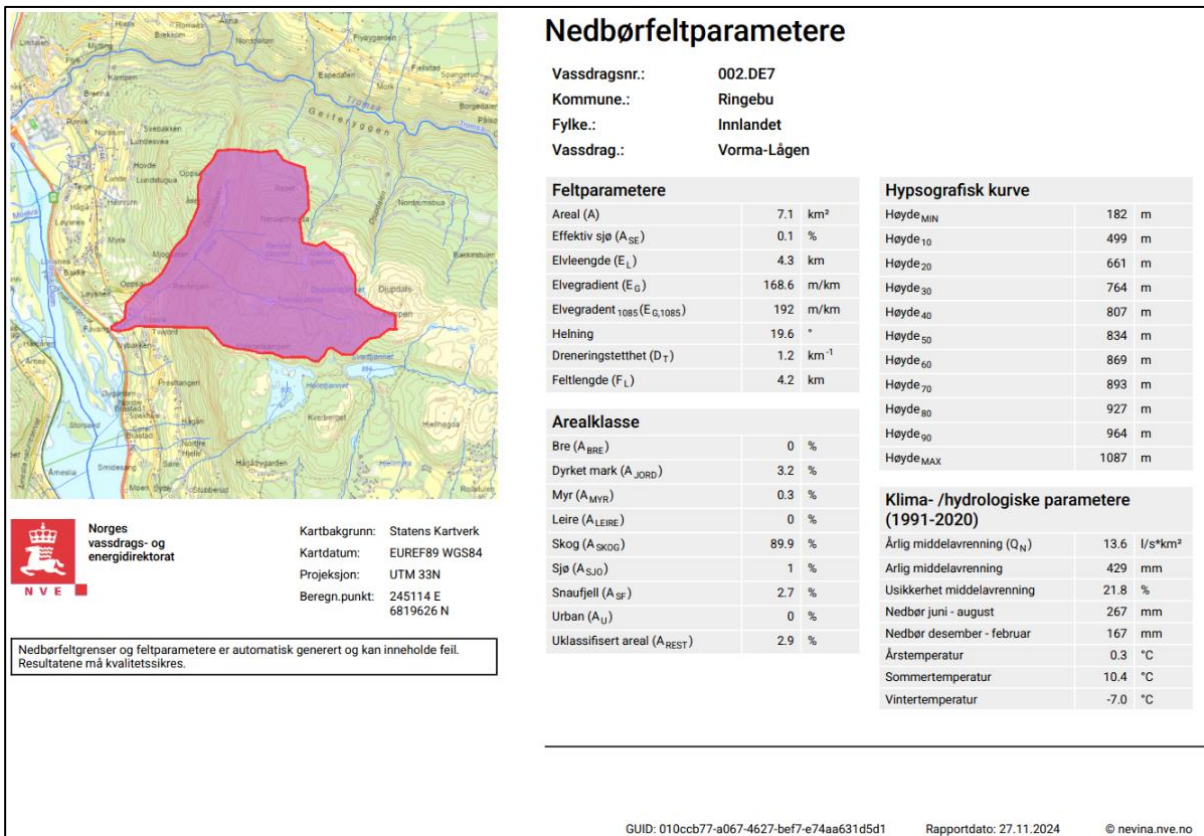
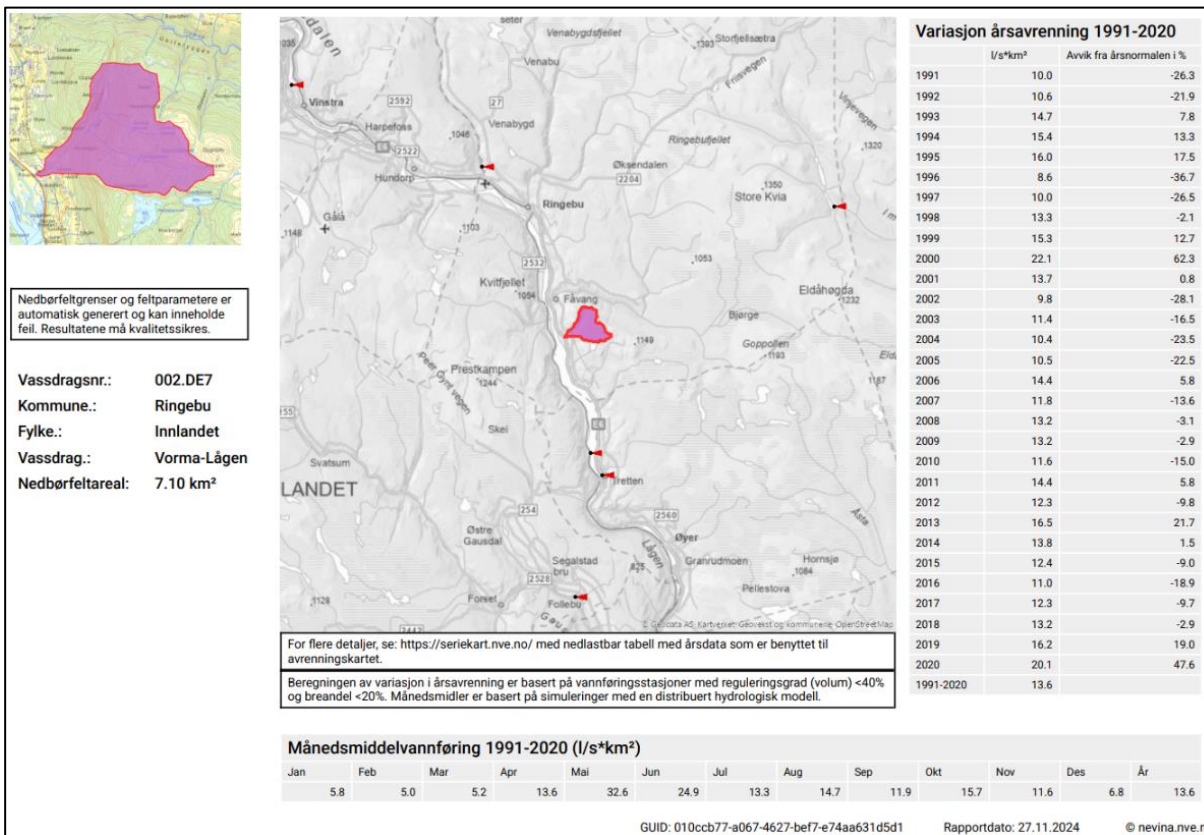
Månedsverdier er basert på simuleringer med en distribuert hydrologisk modell.

Klima- /hydrologiske parametere	
Årlig middellavrenning 1991-2020 (Q _N)	13.6 l/s*km ²
Årlig middellavrenning 1961-1990 (v2022) (Q _N)	13.3 l/s*km ²
% endring fra 1961-90 til 1991-2020	2.3 %
Gjennomsnittlig usikkerhet i avrenning 1991-2020	21.8 %
Usikkerhetsintervall 1991-2020	10.6 - 16.5 l/s*km ²
Årlig middellavrenning 1991-2020 (Q _N)	429 mm
Nedbør (korrigert)	762 mm
Fordampning	329 mm

Variasjon årsavrenning 1991-2020



Beregningen av variasjon i årsavrenning er basert på vannføringsstasjoner med reguleringsgrad (volum) < 40 % og brendel < 20 %.



Appendiks B HY-8

Tabell 12: Oversikt over parametre benyttet i beregning av bru i Thujordsvegen. Noen parametre under "Veiparametere" er utelatt, ettersom de ikke har innvirkning på hydraulikken.

Veiparametere		
	Veihøyde:	251.12 m
Feltparametere		
	Lengde på kulvert:	13.4 m
	Innløpshøyde:	249.13 m
	Utløpshøyde:	248.09 m
	Fall:	7.76%
Kulvertparametere		
	Form:	Rektangulær (åpen bunn)
	Materiale:	Betong
	Bredde:	4500 mm
	Høyde:	1900 mm
	Manningstall:	0.012
	Manningstall (bunnssubstrat):	0.06
	Tykkelse på bunnssubstrat:	0.10 m
	Kulverttype:	Rett
	Innløpsordning:	45° vingemur (Ke=0.2)
	Nedsenkning i terreng:	50 mm
Utløpsparametere		
	Kanaltype:	Rektangulær
	Bunnbredde:	4 m
	Terrenghevelse direkte nedstrøms utløp:	0.2 m
	Manningstall:	0.06
	Fall i bekk:	15.4%

Appendiks C Flomforløp ved de siste hendelsene

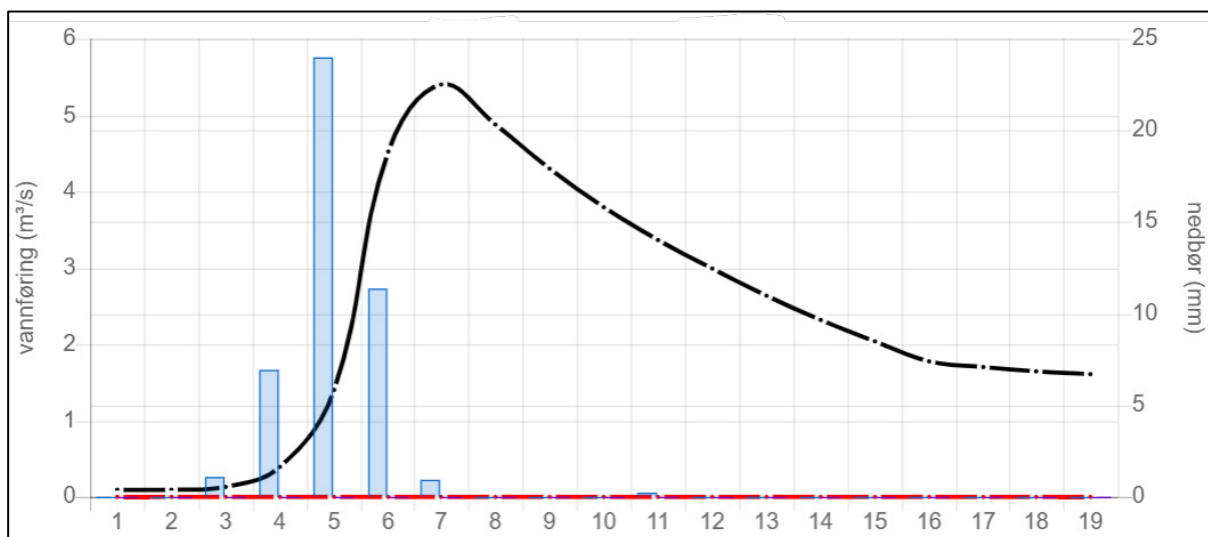
Noe av det som Ringebu kommune har lurt på er hvorfor ekstremværet i september 2024 førte til så mange flere skader enn de foregående flomhendelsene de siste årene. Noe av det kan forklares i flomforbygninger og inntak under bruer som allerede hadde fått skader/svakheter etter de siste flomepisodene, som enten ikke var oppdaget eller som en ikke hadde rukket å reparere igjen. Enkelte avvik er nevnt i befaringsrapporten til kommunen fra april 2015 og det er ukjent om disse var reparert.

For å se på de siste flommene i Fåa-Nera ble Fåvang nedbørsmålestasjon brukt. En kunne kun se på 2013, 2023 og 2024 hendelsene da nedbørsmålestasjonen i begynnelsen hadde 12 timers verdier for nedbør. I PQRUT, som ble benyttet her, er det anbefalt å bruke timesverdier for små bekker som Fåa-Nera, da de kulminerer så raskt.

Ser på vannføring over $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ som er 20-gjentakelseintervall for dagens situasjon ut fra Nevina NIFS-flomfrekvensanalysen.

PQRUT Ekstremværet juli 2013

Lastet ned timesverdier for nedbørsmengder ved Fåvang målestasjon for dagene rundt 27. til 28. juli 2013 fra Klimaservicesenteret. Det var også en ekstrem nedbørshendelse i mai, men det var før omleggingen til timesverdier for Fåvang nedbørsmålestasjon.

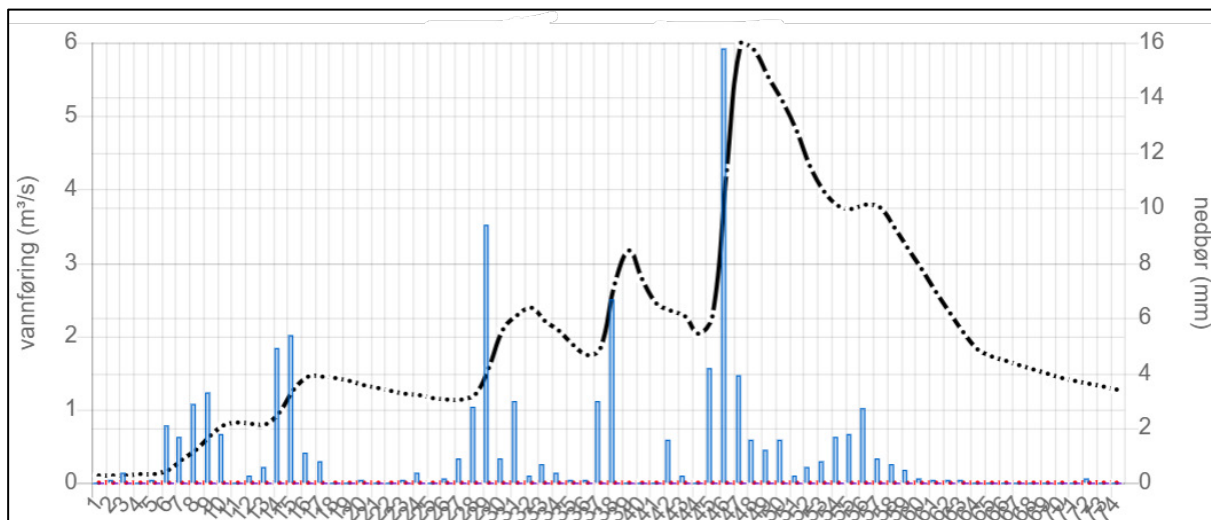


Figur 16: Stolpegraf viser nedbørsverdier fra Fåvang nedbørsmålestasjon. Linjen er vannføringen som PQRUT beregnet at nedbøren medførte for Fåa-Nera ved Thujordsvegen. Tiden i timer langsmed x-aksen.

Flomvannføring over 20-års gjentakintervall på totalt 5,5 timer. Topp vannføring er beregnet i PQRUT til å tilsvare rett i overkant av 100-års flom i rundt halvannen time.

PQRUT Ekstremværet Hans 8-10 aug. 2023

Lastet ned timesverdier for nedbørsmengder ved Fåvang målestasjon for dagene rundt 8. til 10. august 2023 fra Klimaservicesenteret.

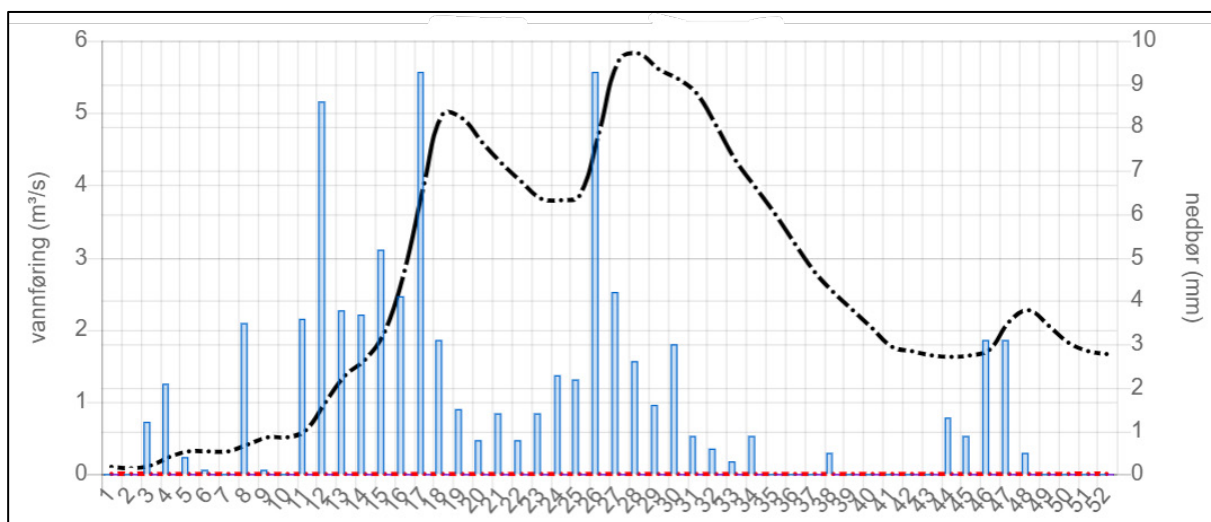


Figur 17: Stolpegraf viser nedbørsverdier fra Fåvang nedbørsstasjon. Linjen er vannføringen som PQRUT beregnet av nedbøren medførte for Fåa-Nera ved Thujordsvegen. Tiden i timer langsmed x-aksen.

Ekstremværet Hans var et kraftig regn, som ga vannføring over $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ i 12 timer. Topp vannføring hadde et gjentakelsesintervall på cirka 200-års flomvannføring for dagen situasjon. Den holdt seg over 100-års flom i rundt 3 timer.

PQRUT Ekstremværet 9-10 sept. 2024

Lastet ned timesverdier for nedbørmengder ved Fåvang målestasjon for dagene rundt 9. og 10. september 2024 fra Klimaservicesenteret.



Figur 18: Stolpegraf viser nedbørsverdier fra Fåvang nedbørsstasjon. Linjen er vannføringen som PQRUT beregnet av nedbøren medførte for Fåa-Nera ved Thujordsvegen. Tiden i timer langsmed x-aksen.

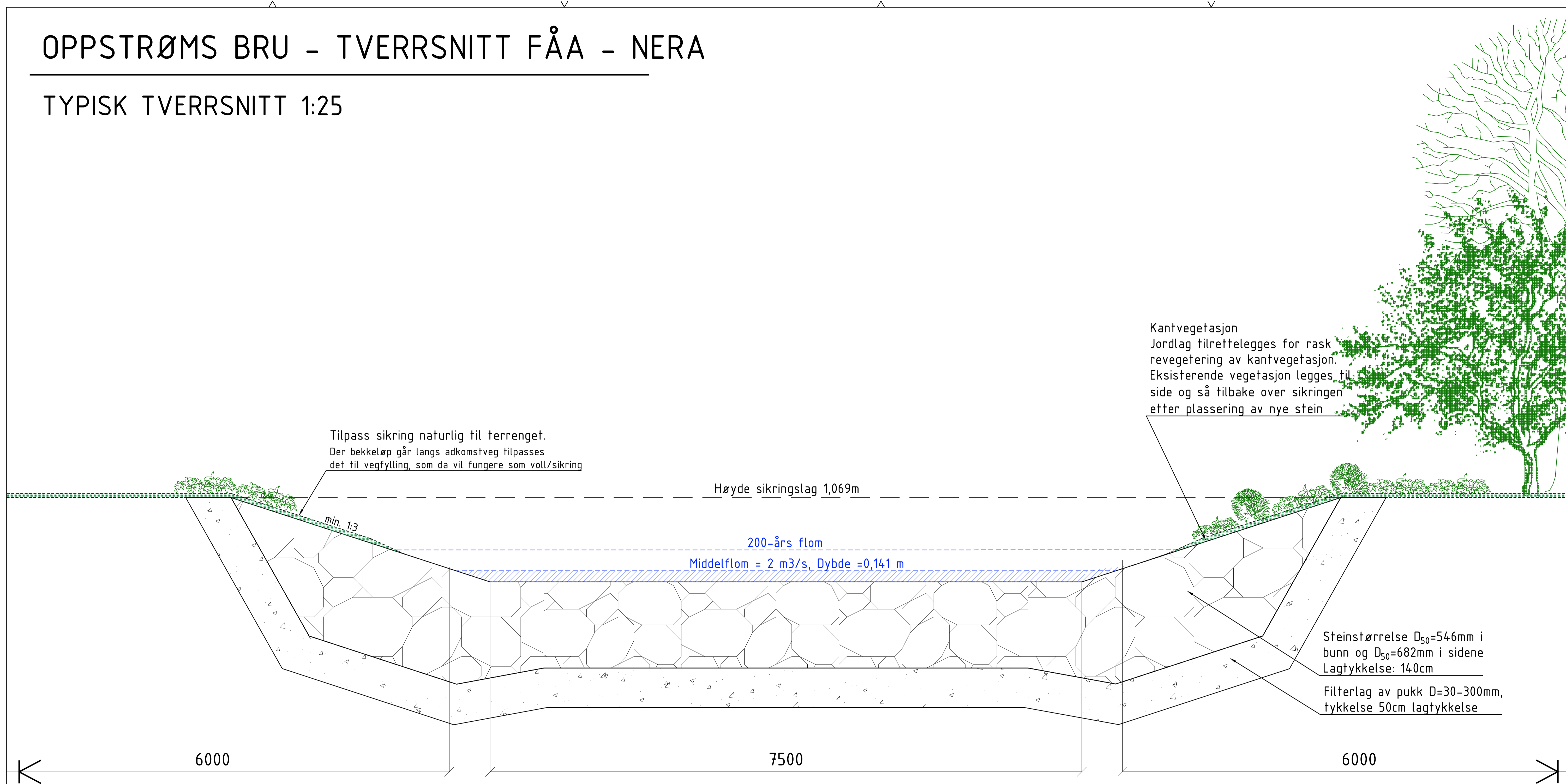
Ekstremværet Lathans var et regnvær som var kraftig over flere perioder. Flomvannføring over $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ varte i over 20 timer med to store topper. Det var to topper hvor den første var rett under 50-års flom, mens den største og mest langvarige toppen kulminerer i modellen på opp mot dagens 200-års flomvannføring. Den hadde vannføring over 100-års gjentakelsesintervall i rundt 5 timer.

Det ser ut til at det var den langvarige flomvannføringen som førte til at det ble så mye skader i 2024 under Lathans, kontra andre flomhendelser tidligere. I tillegg har det vært flere store flomhendelser de

siste årene som kan ha bidratt til å svekke eksisterende sikringer og bruer/kulverter i området. Det anbefales at en alltid utfører inspeksjoner og reparasjoner så raskt som mulig etter større nedbørshendelser for å være klar til neste. Det er av den grunn at en også anbefaler å ikke vente til juli – september perioden med å utføre erosjonssikringen ved Thujordsvegen, selv om det er tidsperioden som er mest gunstig for livet i bekken.

OPPSTRØMS BRU - TVERRSNITT FÅA - NERA

TYPISK TVERRSNITT 1:25

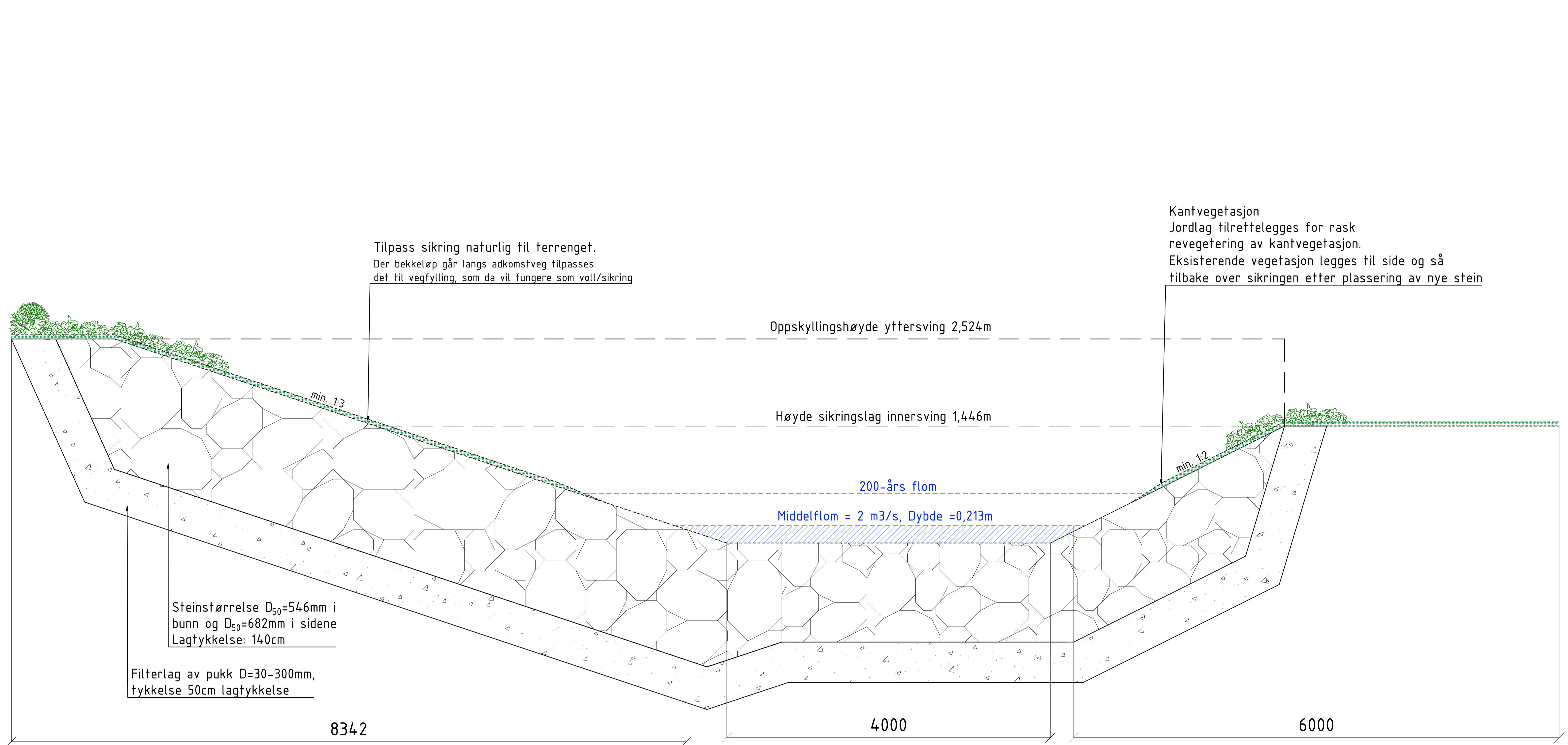


23. Jan 2025 2598_f-va_typetegninger_Fåa-Nera.dwg

B		A	
Rev.:	Rev.date:	Rev.tekst:	Utarbeider: KS: Godkj.:
Ringebu kommune			Dato: 22.01.2025
Oppstrøms bru, Fåa-Nera			Kommune: Ringebu
Bekk			Prosj.nr.: 724-2598
Typetegning			Fase: Forslagstegning
Typisk tverrsnitt og plan			Koord.sys.: EUREF89
Utarbeider: SLJ	KS: SKL	Godkj.: MOB	Høyderef.sys.: UTM32
Målestokk: 1:25			Vegsystemref.:
Tegn.nr.:			Revisjon:
			GH50
Envidan A/S · org.nr NO 927 269 287 MVA · www.envidan.no			

NEDSTRØMS BRU - TVERRSNITT FÅA - NERA

TYPISK TVERRSNITT 1:25



Tilpass sikring naturlig til terrenget.
Der bekkeløp går langs adkomstveg tilpasses det til vegfylling, som da vil fungere som voll/sikring

Kantvegetasjon
Jordlag tilrettelegges for rask revegetering av kantvegetasjon.
Eksisterende vegetasjon legges til side og så tilbake over sikringen etter plassering av nye stein

23. Jan 2025 2598_f-va_typetegninger_Fåa-Nera.dwg

Rev.:		Rev.date:	Rev.tekst:	Utarbeider:	KS:	Godkj.:
Ringebu kommune		22.01.2025		KS		
Nedstrøms bru, Fåa-Nera		Ringebu		KS		
Bekk		724-2598		KS		
Typetegning		Fase:		Forslagstegning		
Typisk tverrsnitt og plan		Koord.sys.:		EUREF89		
Utarbeider:		Målestokk:		Vegsystemref.:		
SLJ	SKL	MOB	A1	1:25		
Envidan		GH51				
Envidan A/S · org.nr NO 927 269 287 MVA · www.envidan.no						