



NOTAT

FLOMVURDERING SIDEVASSDRAG, E136 FLATMARK – MARSTEIN FOR

E136 FLATMARK – MARSTEIN

Nasjonal PlanID: 633101423

Prosjekt nr.:	629042-06
Oppdragsgiver:	Nye Veier AS

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	29.09.2025	HMK/AV	MSL/AV	LIS/VN

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
00	1. gangs innsendelse til Rauma kommune

Forord

På vegne av Nye Veier har Plan AAV utført en flomvurdering av sidevassdrag som krysser strekningen E136 Flatmark-Marstein, i forbindelse med utarbeidelse av teknisk plan. Flomvurderingen er basert på krav gitt i Statens vegvesens vegnormaler, samt veiledere og retningslinjer fra NVE og SVV. Dette notatet omfatter grunnlag, forutsetninger og resultater fra flomvurderingen.

Kontaktinformasjon:

Fagansvarlig for hydrologi:

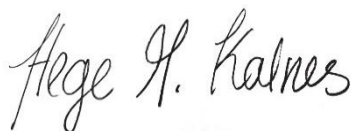
Asplan Viak, Hege Merete Kalnes, 94180886, hege.kalnes@asplanviak.no

Oppdragsleder Plan AAV:

ViaNova, Geir Syrtveit, 90886230, geir.syrtveit@vianova.no

Trondheim, 30.01.2025

Dato/Sted



Signatur av fagansvarlig hydrologi HEGE MERETE KALNES

Innhold

1	Sammendrag	5
2	Innledning.....	6
3	Bakgrunn for flomvurdering av Raumas sidevassdrag.....	7
4	Forutsetninger, regelverk og grunnlag.....	8
4.1	Generelle forutsetninger	8
4.2	Områdebeskrivelse	8
4.3	Krav til flomsikkerhet på veianlegg.....	12
4.4	Tidligere flomvurderinger	15
4.5	Beregningsforutsetninger	17
5	Flomberegninger	19
5.1	Beskrivelse av nedbørfelt.....	19
5.2	Tilgjengelige observerte data.....	20
5.3	Beregning av 200-årsflom	23
5.4	Dimensjonerende flomhendelse	29
6	Hydrauliske beregninger.....	31
6.1	Programvare og modelltype	31
6.2	Modelloppsett.....	31
6.3	Resultater fra hydraulisk beregning (dagens situasjon)	37
6.4	Kapasitetsvurdering.....	42
7	Vurdering av oversvømmelseshyppighet.....	44
7.1	Grunnlag for beregning av hyppighet	44
7.2	Beregnet oversvømmelseshyppighet.....	44
7.3	Oppsummering hyppighet.....	47
8	Vurdering av tiltak som oppfyller SVVs flomkrav	49
8.1	Dimensjoneringsforutsetninger	49
8.2	Foreslåtte tiltak	50
8.3	Hydraulisk beregning med tiltak	53
9	Vurdering av tiltak med reduserte flomkrav	57
9.1	Dimensjoneringsforutsetninger	57
9.2	Foreslåtte tiltak	57
9.3	Hydraulisk beregning med tiltak	59
10	Vurdering av behov for erosjonssikring	63
11	Konklusjoner og anbefalinger	64
12	Referanseliste.....	65
13	Vedlegg.....	66

1 Sammendrag

I forbindelse med det tekniske planarbeidet for strekningen E136 Flatmark-Marstein er det gjennomført flomvurdering av sidevassdragene Rangåa, Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva. Vurderingen er basert på beregninger av 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor, og gjelder for sikkerhetsklasse V3 for flom i henhold til Statens vegvesens Vegnormal N200.

Sidevassdragene havner i kategorien små felt ($< 60 \text{ km}^2$), og det er gjort flomberegninger med fire forskjellige metoder. Endelig estimat for 200-årsflom er valgt basert på egnethet til metodene ift. feltegenskaper, samt sammenligning mot erfaringstall. Basert på en vurdering av kvaliteten på det hydrologiske datagrunnlaget, er flomberegningene plassert i klasse 2. I henhold til SVVs krav, er det benyttet en klimafaktor på $F_k = 1.4$ og sikkerhetsfaktor på $F_s = 1.3$.

Det er utført hydrauliske beregninger med todimensjonal hydraulisk modellering i programmet HEC-RAS. Beregningene er utført både for åpen situasjon i vanngjennomløp, og med delvis tilstopping av stikkrenner og kulverter iht. krav i Vegnormal N200. Resultatene viser at eksisterende vanngjennomløp som fører sidevassdragene under E136 har for liten kapasitet. Dette gjelder både i åpen tilstand og ved delvis tilstopping, hvor det spesielt er kapasitetsproblemer i Rangåa og Skiribekken. SVVs flomkrav er ikke oppfylt, og man får i tillegg betydelige vannmengder på avveie over veibanen. Ved flere er det også problemer med manglende kapasitet ved jernbanen, noe som påvirker og enkelte steder forsterket flomproblematikken ved E136.

For at kryssingene skal oppnå SVVs flomkrav, må det utføres større tiltak ved alle sidevassdragene. Det er derfor også sett på tiltak med redusert flomkrav, til 200-årsflom uten påslag. Foreslåtte tiltak ift. SVVs flomkrav og reduserte flomkrav er som følger:

- **Rangåa:**
 - Felles: Skifte ut dagens kulvert i hovedløpet – nytt løp føres sammenhengende under E136 og jernbane
 - SVV flomkrav: Ny bru BxH = 3.5x3.2 m
 - Redusert krav: To nye betongrør, D = 2.4 m hovedløp og D = 1.8 m flomløp
- **Skiribekken:**
 - Felles: Skifte ut dagens kulvert i hovedløp og østlig sideløp til nye betongrør. For å unngå oversvømmelse v/E136 må også dagens jernbanekulvert skiftes ut.
 - SVV flomkrav: D = 2.0 m i hovedløp og D = 1.6 m i sideløp, D = 2.4 m v/ bane
 - Redusert krav: D = 1.6 m i hovedløp og D = 1.0 m i sideløp, D = 1.8 m v/ bane
- **Kverngrova:**
 - Felles: Dagens steinkulvert er et vernet kulturminne, og skal ikke fjernes
 - SVVs flomkrav: Etablere nytt flomløp (betongrør) i øst på D = 2.4 m
 - Redusert krav: Ikke behov for tiltak – mulig mer sikring v/ eksisterende innløp
- **Mongeelva:**
 - Felles: Dagens veibru er et vernet kulturminne, og skal ikke fjernes
 - SVVs flomkrav: Sideløp vest for brua skiftes ut til et betongrør D = 2.0 m
 - Redusert krav: Ikke behov for tiltak

I tillegg blir det trolig behov for erosjonssikring ved flere av de nye kryssingene. Erosjonsberegninger og dimensjonering av erosjonssikring iht. SVVs krav skal utføres i senere faser.

2 Innledning

Nye Veier AS ble opprettet av Stortinget i 2016 med mål om å oppnå en effektiv og helhetlig utbygging, drift og vedlikehold av trafikksikre riksveier. Stortinget har gitt Nye Veier mandat til å prioritere rekkefølgen på prosjektene ut ifra samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

E6 og E136 fra Otta til Vestnes er en del av hovedveiforbindelsen mellom Nord-Vestlandet og Østlandet. Nye Veier har denne veistrekningen i sin portefølje og arbeider nå med videre utvikling av strekningen og tiltak på denne. Prosjektet Flatmark-Marstein inngår som en del av dette arbeidet. I prosjektet inngår avklaring av aktuelt veiltak og utarbeidelse av reguleringsplan for veiltaket på strekningen.



Figur 2-1 Strekningen E136 Flatmark-Marstein.

3 Bakgrunn for flomvurdering av Raumas sidevassdrag

Det tekniske planarbeidet for strekningen E136 Flatmark-Marstein er i gang, hvor det nå arbeides med prosjektering av tekniske tiltak på strekningen.

E136 krysser fire sidevassdrag til elva Rauma mellom Flatmark og Marstein; Rangaå, Skiribekken, Kverngrøva og Mongeelva (se Figur 3-1). I forbindelse med den påbegynte reguleringsplanen til Statens Vegvesen, utførte Multiconsult en flomvurdering av sidevassdragene (med unntak av Skiribekken) i 2021. Denne viste at ingen av kryssingene er tilstrekkelig dimensjonert i forhold til krav i SVVs vegnormaler, og man får problemer med flomvann på avveie og overtopping av veibanen.

Det har skjedd en del endringer i veilinje og geometri i forhold til de opprinnelige planene til Statens Vegvesen, i tillegg har det i ettertid blitt oppdateringer av flomkrav i SVVs vegnormaler. Følgelig er det behov for en oppdatert flomvurdering av de aktuelle sidevassdragene, og videre foreslå tiltak for å ivareta sikkerhet mot flom. Dette notatet omhandler grunnlag, forutsetninger og resultater fra flomvurderingen.

Det er her fokusert på tiltak som må til for å tilfredsstille flomkrav i Statens vegvesens vegnormaler. Det kan imidlertid være andre momenter og hensyn som fører til at flomkravene må utfordres. Dette er spesielt med tanke på berøring/tiltak i jernbanen og fredede kulturminner. Det er derfor også sett på aktuelle tiltak med et *redusert* flomkrav, blant annet basert på en vurdering av dagens flomforhold og oversvømmelseshyppighet.



Figur 3-1 Kart som viser eksisterende veilinje for E136 mellom Flatmark og Marstein (i rødt) og kryssinger med sidevassdrag med Rauma (i blått).

4 Forutsetninger, regelverk og grunnlag

4.1 Generelle forutsetninger

Flomvurderingen av sidevassdragene Rangåa, Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva utføres for å avklare reell flomfare, og behov for tiltak for å sikre E136 mot flom på en hensiktsmessig måte. Vurderingen er basert på flomsonekartlegging, gjennom flomberegninger og hydraulisk modellering.

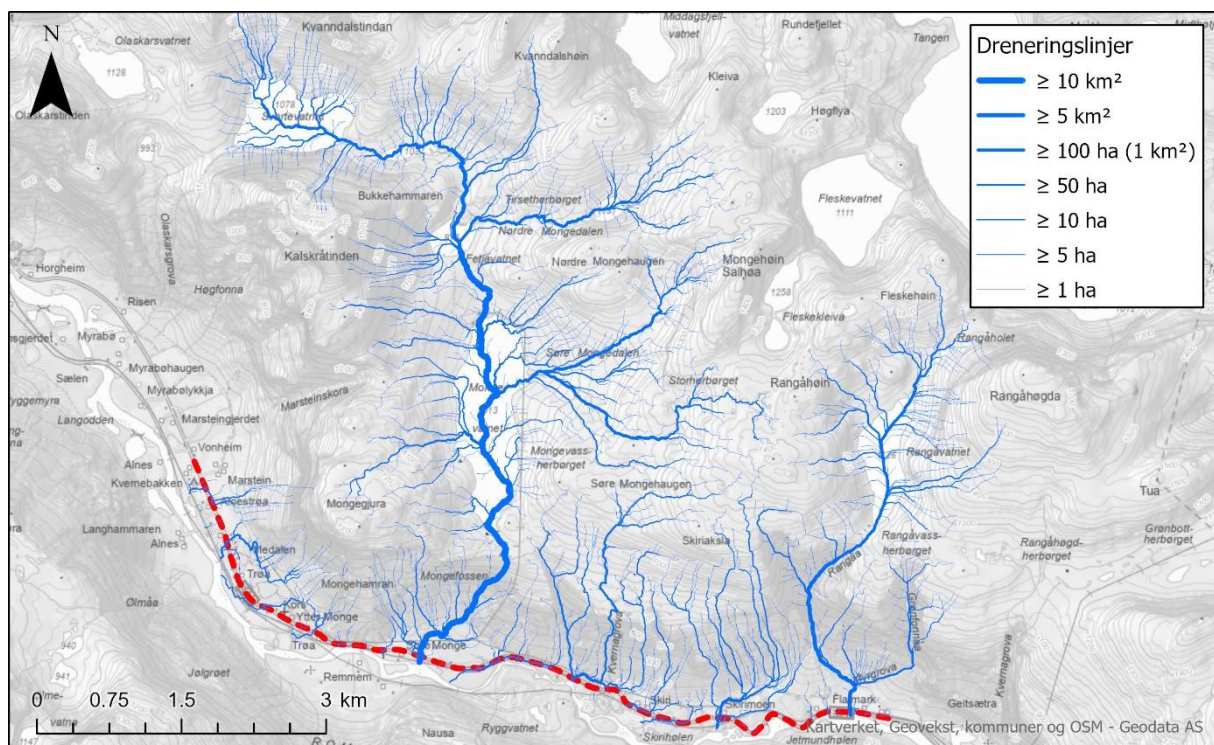
Hovedfokuset i notatet er flomvannstander og kapasitet. Det er gjort en grov vurdering av erosjonsforhold og behov for sikring, og det forutsettes at mer detaljerte erosjonsberegninger og evt. dimensjonering av sikring utføres på et senere tidspunkt.

Kartleggingen hensyntar ikke eventuell vannstrømning gjennom masser i bakken – analysene ser på grunnen som impermeabel. Videre er det forutsatt at terrenget forholder seg konstant under flomsituasjonen – altså er ikke eventuelle terrengendringer som følge av erosjon, utglidninger og/eller sedimentasjon hensyntatt.

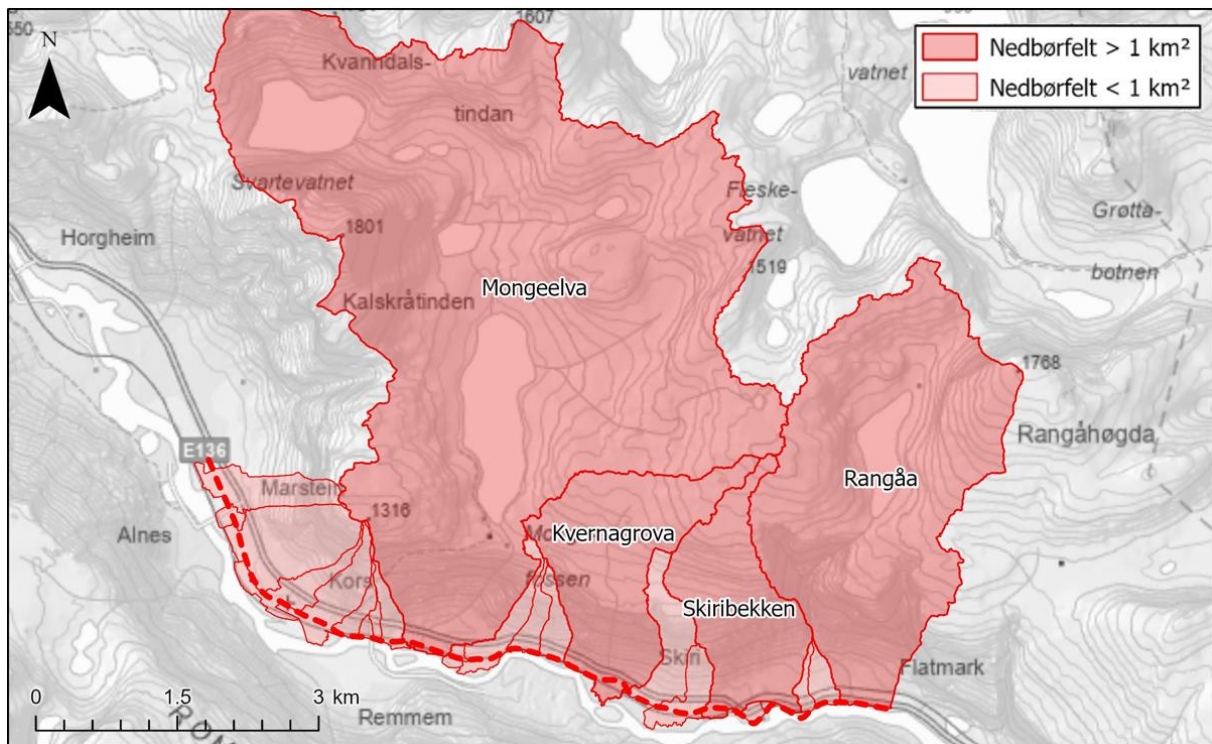
4.2 Områdebeskrivelse

4.2.1 Avrenningsforhold

Terrenganalyser i SCALGO Live viser at det er flere flomveier som krysser E136 mellom Flatmark og Marstein – se Figur 4-1. Av disse er det imidlertid kun de fire nevnte sidevassdragene som har en nevneverdig størrelse på sitt nedbørfelt – se Figur 4-2.



Figur 4-1 Drenerslinjer generert i SCALGO Live.



Figur 4-2 Nedbørfelt generert i SCALGO Live.

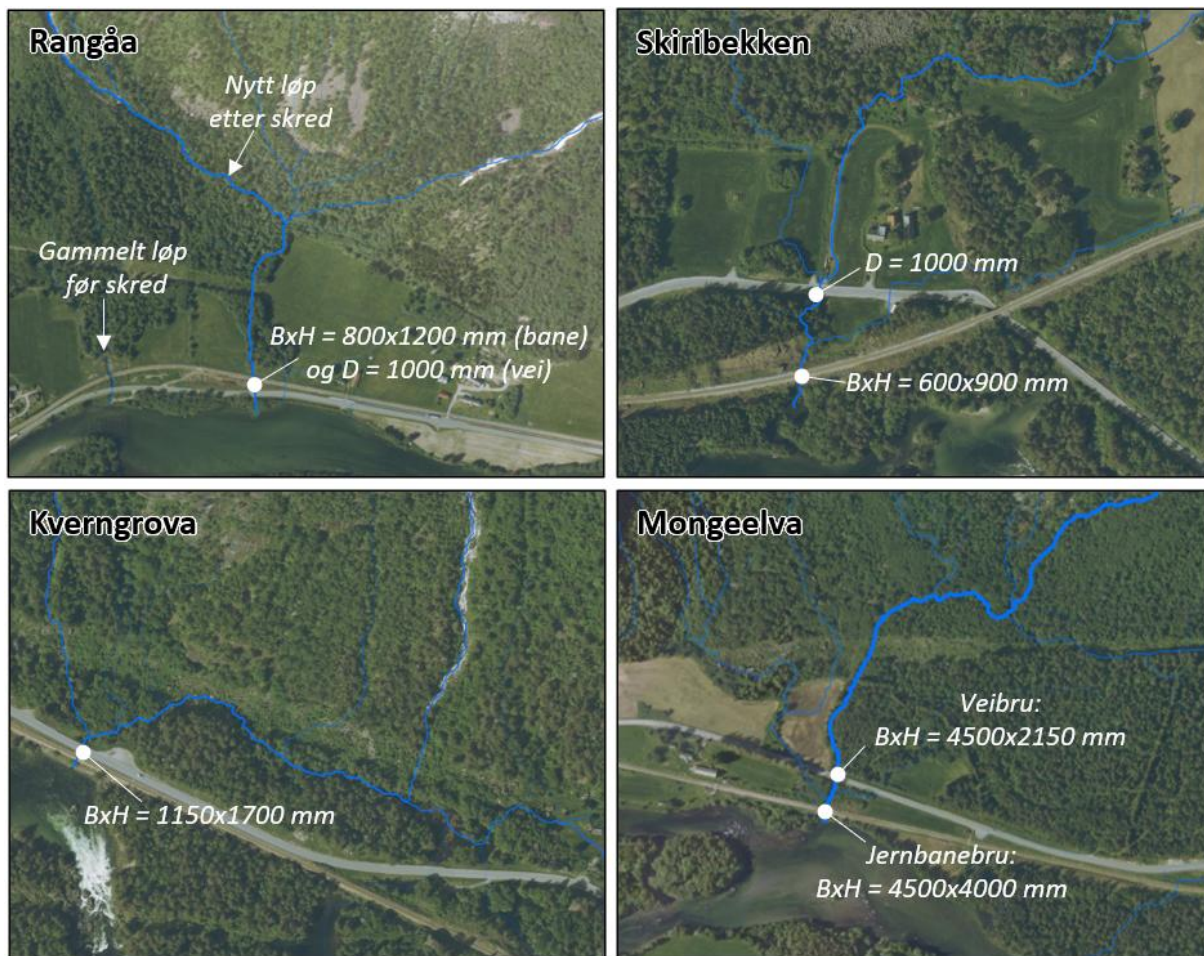
Denne flomvurderingen omhandler kun de større sidevassdragene Rangåa, Skiribekken, Kvernagrova og Mongeelva. Det er vurdert at det ikke er behov for egne flomvurderinger med flomsonekartlegging av de mindre flomveiene med feltareal < 1 km². Det bemerkes at stikkrenner tilknyttet disse flomveiene også bør oppfylle kapasitetskrav i SVVs vegnormal, men beregninger kan baseres på mer forenklet metodikk og generaliseringer.

4.2.2 Beskrivelse av kryssinger med sidevassdrag

Informasjon om vanngjennomløp ble innhentet i det innledende arbeidet med strekningen E136 Flatmark-Marstein fra Statens vegvesens karttjeneste Veikart og BaneNORs Banekart. I tillegg utførte Field Geospatial (tidligere Terratec) innmålinger av de større vanngjennomløpene i 2022.

Flyfoto av krysningene med Rangåa, Skiribekken, Kvernagrova og Mongeelva er vist i Figur 4-3, hvor dimensjoner på kulverter og bruer er inntegnet. De fleste faller inn under kategorien kulvert, med unntak av krysningen med Mongeelva som klassifiseres som bru. I tillegg til disse ligger flere mindre stikkrenner i direkte nærhet til «hovedløpet», som kan fungere som flomløp i en flomsituasjon. Flere av disse er gamle steinløp med dimensjon på ca. BxH = 600x600 mm – se Figur 4-4. Bilder av hovedløpene er vist i Figur 4-5.

I flyfotoet av Rangåa kommer det tydelig frem at elven har endret løp som følge av et skred på ett eller annet tidspunkt (trolig rundt 1964). I det gamle løpet er det større bruer, mens i det nye løpet er det bare en mindre kulvert som fører elven gjennom vei- og jernbanen. Videre er det gamle steinløpet under jernbanen skjuttet på med et betongrør under E136, og overgangen mellom disse to er ikke særlig tett.



Figur 4-3 Flyfoto av sidevassdrag med inntegnede dreneringslinjer og dimensjoner på vei- og banekryssinger.

Typisk mindre stikkrenne av stein ($B \times H \approx 600 \times 600$ mm)



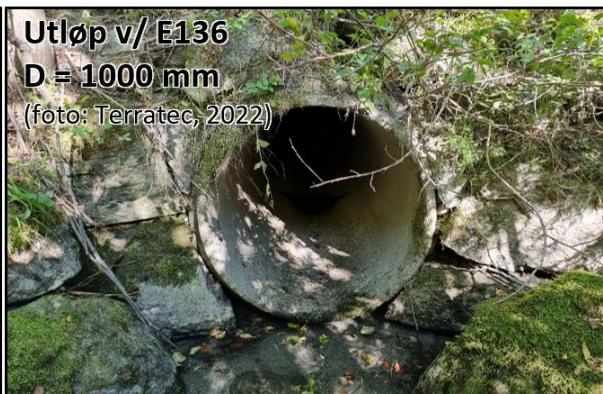
Figur 4-4 Bilder av typisk utforming og tilstand på mindre stikkrenne i stein som ligger flere steder i både vei- og jernbane.

Krysning med Rangåa:

Innløp v/ jernbane
BxH = 800x1220 mm
(foto: Terratec, 2022)

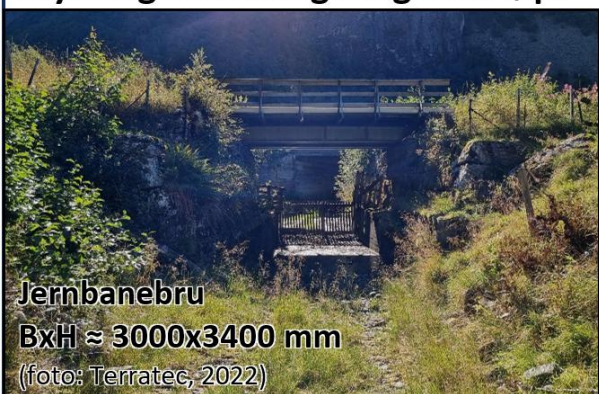


Utløp v/ E136
D = 1000 mm
(foto: Terratec, 2022)

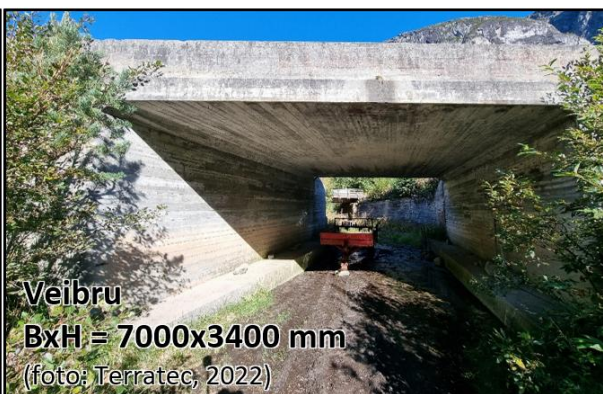


Krysning med Rangåas gamle løp:

Jernbanebru
BxH ≈ 3000x3400 mm
(foto: Terratec, 2022)



Veibru
BxH = 7000x3400 mm
(foto: Terratec, 2022)



Krysning med Kverngrova:

Innløp v/ E136
BxH = 1150x1700 mm
(foto: Terratec, 2022)



Utløp v/ jernbane
BxH = 1150x1700 mm
(foto: Terratec, 2022)

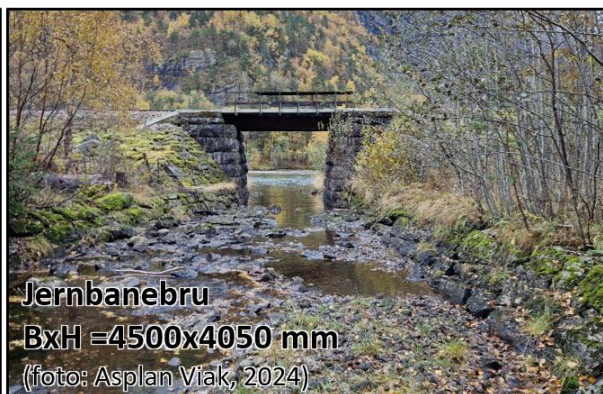


Krysning med Mongeelva:

Veibru
BxH = 4500x2150 mm
(foto: Asplan Viak, 2024)



Jernbanebru
BxH = 4500x4050 mm
(foto: Asplan Viak, 2024)



Figur 4-5 Bilder av krysninger med sidevassdrag.

4.3 Krav til flomsikkerhet på veianlegg

Krav til vannhåndtering i veiprosjekter er omfattet i Statens vegvesens Vegnormal N200 *Vegbygging* (2024), kapittel 2. For vanngjennomløp som klassifiseres som bruer (spennvidde ≥ 2.5 meter), gjelder kravene i Vegnormal N400 *Bruprosjektering* (2024). Krav til høyde på veibanen i forhold til sikkerhet mot flom er gitt i Vegnormal N100 *Veg- og gateutforming* (2023). I vegnormalene er det gitt krav til dokumentasjon, fastsettelse av akseptabel flomfare og dimensjonering i forhold til dette.

4.3.1 Dimensjonerende flomvannføring

Dimensjonerende vannføring beregnes etter følgende formel, gitt i Vegnormal N200;

$$Q_{dim,T} = Q_T \cdot F_k \cdot F_s$$

Der $Q_{dim,T}$ er dimensjonerende vannføring, og er produktet av flomvannføring med et gitt gjentakintervall (Q_T), klimafaktor (F_k) og sikkerhetsfaktor (F_s).

Ved flomberegninger skal det benyttes minst tre forskjellige beregningsmetoder, og beregnet flomvannføring (Q_T) bestemmes innenfor spennet av resultatene.

4.3.1.1 Sikkerhetsklasse for flom og returperiode

Returperiode for flom bestemmes fra hvilken sikkerhetsklasse veien faller under.

Basert på informasjon om trafikkmengde fra SVVs karttjeneste Veikart, hadde E136 på strekningen Flatmark-Marstein en ÅDT på 2200 i 2023, og det er stipulert at strekningen vil ha en ÅDT på 2700 i 2048. Videre er det begrenset med omkjøringsmuligheter. Dette tilsier at veien havner i **sikkerhetsklasse V3** (se Tabell 4-1).

I henhold til krav i Vegnormal N200, sette dimensjonerende returperiode for flom til **$T_{dim} = 200$ år** (se Tabell 4-2).

Tabell 4-1 Sikkerhetsklasse for veg ift. flom basert på årlig trafikkmengde (ÅDT), hentet fra Vegnormal N200.

Vegkategori	Sikkerhetsklasse for veg	
	Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
ÅDT: 0-500	V1	V2
ÅDT: 501-4000	V2	V3
ÅDT: > 4000	V3	V3

Tabell 4-2 Dimensjonerende returperiode for flom basert på sikkerhetsklasse, hentet fra Vegnormal N200.

Sikkerhetsklasse	Konsekvens	Dimensjonerende returperiode for flom (år)
V1	Liten	50
V2	Middels	100
V3	Stor	200

4.3.1.2 Klimafaktor

Klimaendringer vil føre til endrede flomforhold i Norges vassdrag. Som følge av økte regnintensiteter, forventes det en økning i flomstørrelse i vassdrag der intense regnskyll gir de største flommene, og spesielt i små felt.

Vegnormal N200 gir krav til klimafaktor for små og store nedbørfelt i forskjellige fylker i Norge. I henhold til kravet for nedbørfelt i Møre og Romsdal (se Tabell 4-3), benyttes en klimafaktor på $F_k = 1.4$ (40% klimapåslag).

Tabell 4-3 Klimafaktor F_k for små og store nedbørfelt i Møre og Romsdal, hentet fra Vegnormal N200.

Fylke	Klimafaktor F_k	
	Små nedbørfelt (10-60 km ²)*	Store nedbørfelt (> 60 km ²)
Møre og Romsdal	1,4	1,4

* For nedbørfelt < 10 km² skal det benyttes $F_k = 1,4$ uavhengig av fylke og feltegenskaper.

4.3.1.3 Sikkerhetsfaktor

For alle anlegg med levetid over 50 år skal det brukes en sikkerhetsfaktor for å ta hensyn til usikkerheter i flomberegningene. Sikkerhetsfaktoren bestemmes ut fra sikkerhetsklassen til veien og kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget – se Tabell 4-4.

Tabell 4-4 Sikkerhetsfaktor F_s for håndtering av usikkerhet i flomberegninger, hentet fra Vegnormal N200.

Sikkerhetsklasse	Kvalitet på det hydrologiske grunnlaget		
	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

4.3.2 Dimensjonering av vanngjennomløp

Et vanngjennomløp defineres som stikkrenne/kulvert eller bru avhengig av diameter/spennvidde - se Tabell 4-5. Dimensjoneringskrav for de to konstruksjonstypene er gitt i påfølgende underkapitler.

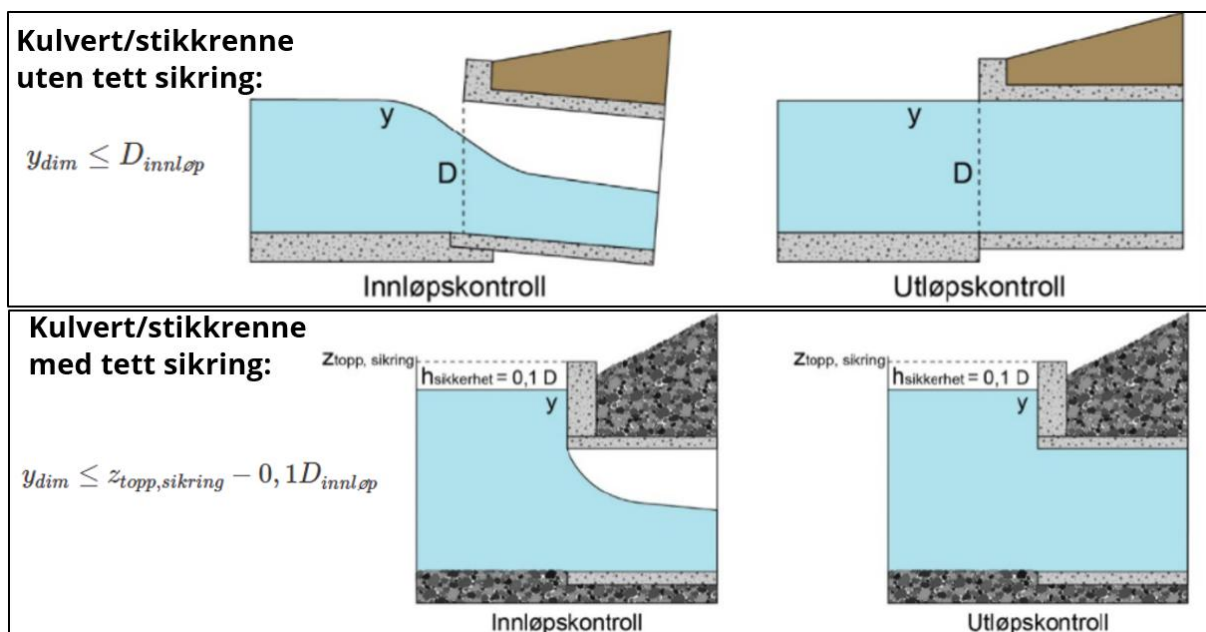
Tabell 4-5 Definisjon av kulvert og bru i henhold til Statens vegvesens vegnormaler.

Type konstruksjon	Definisjon
Stikkrenne og kulvert	Vanngjennomløp på tvers av vegen, med spennvidde/diameter opptil 2.5 meter. Løp med spennvidde < 1 meter omtales ofte som stikkrenner, og løp med spennvidde ≥ 1 meter omtales som kulvert.
Bru	Bærende konstruksjon med spennvidde ≥ 2,5 meter og som skal bære trafikklast. Med bru menes også nedfylte konstruksjoner med spennvidde eller diameter på 2.5 meter eller mer.

4.3.2.1 Dimensjonering av stikkrenner og kulverter

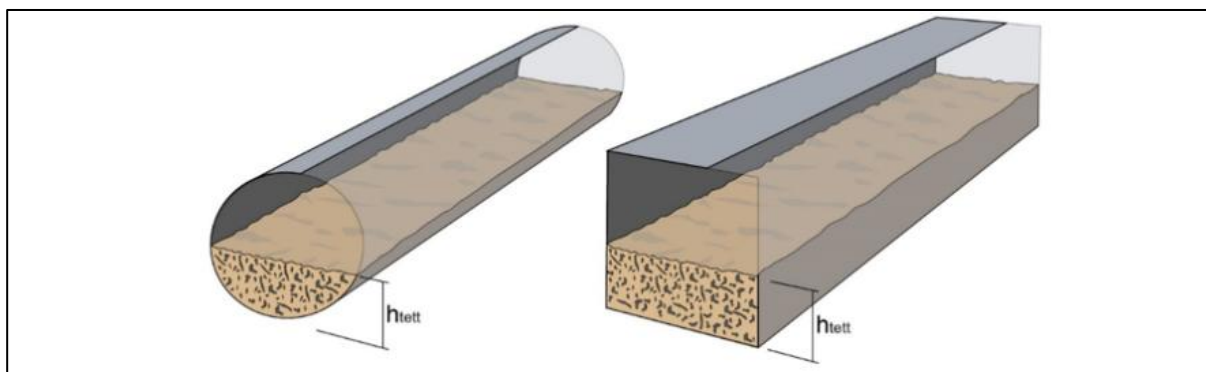
Krav til dimensjonering av stikkrenner og kulvert er omfattet i Vegnormal N200 Vegbygging (2024), og er illustrert i Figur 4-6. For fyllinger uten tett sikring, skal vanndybden ved

innløpet ikke være høyere enn toppen av innløpet ved dimensjonerende flom. Ved bruk av tett sikring, som hindrer skader på fyllingen som følge av vanninntrenging eller erosjon, tillates en vanddybde opptil $0,1 \cdot D$ under toppen av sikringen. I tillegg skal de oppfylle krav til minimumsdimensjoner med hensyn til drift og vedlikehold. For veier er dette minimumskravet $D_{\min} = 600 \text{ mm}$.



Figur 4-6 Illustrasjon av dimensjoneringskriterier for vanddybde ved kulvertinnløp. Figurene er fra Vegnormal N200.

Det skal også hensyntas at gjennomløpet kan bli delvis gjentettet, på grunn av masseavsetning og/eller gjenising – se Figur 4-7. Dimensjonerende gjentetting skal i utgangspunktet antas å være $1/3$ av innløpets høyde. Ved bruk av inntaksrist, fangrist eller fangdam, eller i tilfeller der det kan vises at det forekommer lite massetransport, kan man anta en lavere gjentettingsgrad opp til fullt tverrsnitt i kapasitetsberegningen. Det er ikke bakgrunn for å velge en lavere gjentettingsgrad for sidevassdragene til Rauma, og følgelig benyttes $1/3$ av innløpshøyden. Det er også sett på situasjon med åpent gjennomløp, for å undersøke om tiltak og/eller økt vedlikehold for å hindre gjentetting vil kunne bidra til å oppfylle ønsket kapasitet.



Figur 4-7 Dimensjonerende gjentetting av kulverter. Figuren er hentet fra en tidligere versjon av Vegnormal N200.

4.3.2.2 Dimensjonering av bruer

Krav til dimensjonering av bruer er omfattet i Vegnormal N400 *Bruprosjektering* (2024). For bruer over vassdrag, er det krav til at det skal være **minimum 50 cm klaring** mellom overbygningen og dimensjonerende flomhøyde. Den dimensjonerende flomhøyden tilsvarer høyeste vannstand som opptrer ved 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor.

For buede overbygninger, avhenger kravet til fribord av utformingen på konstruksjonen. For sirkulære rør, gjelder kravet til topp innvendig rør. For bue-, fagverks- eller sprengverksbru med lav kapasitet i tverretning, må hele konstruksjonen ha en klaring på mer enn 50 cm.

4.3.3 Krav til høyde på veibane

Krav til høyde på veibanen i forhold til sikkerhet mot flom er gitt i Vegnormal N100 *Veg- og gateutforming* (2023); veibanen skal ligge **minst 50 cm** høyere enn vannstanden ved dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{dim,200}$). Høyden måles fra hvitstripa på veien.

I de tilfeller hvor det er vurdert at usikkerhet knyttet til kartleggingen er stor, bør det vurderes å ha mer enn 50 cm klaring. Det samme gjelder hvis konsekvenser av høy vannstand er spesielt store. I så tilfelle kan det også vurderes å benytte en større returperiode for flom.

4.3.4 Krav til erosjonssikring

I både Vegnormal N200 og Vegnormal N400 er det gitt krav til at erosjonsfare og behov for erosjonssikring skal utredes. Spesielt ved utløpet til stikkrenner og kulverter er risikoen for erosjon stor, og vannhastighet og vanndybde skal beregnes.

Det er her gjort en overordnet vurdering av erosjon ved krysningene til sidevassdragene til grunnlag for senere dimensjonering og prosjektering. Dimensjonering av erosjonssikring, det vil si fastsettelse av stabil steinstørrelse, tykkelse og graderinger, skal følge krav i N200.

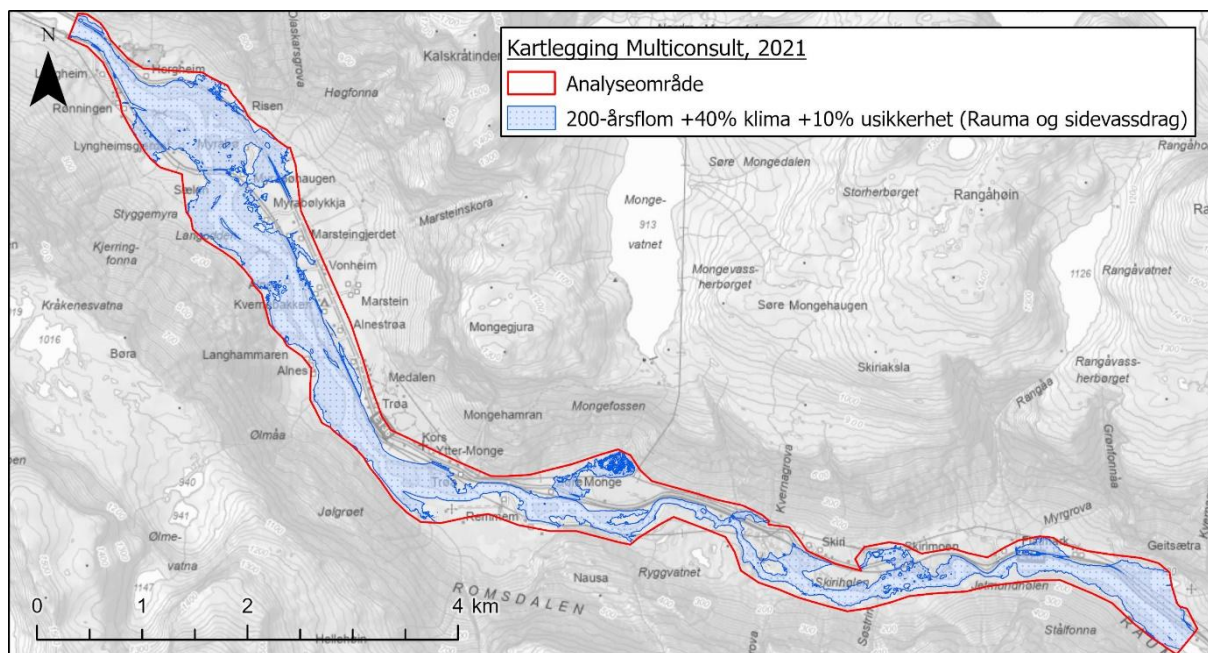
4.4 Tidligere flomvurderinger

4.4.1 Flomsonekartlegging Flatmark-Marstein, Multiconsult 2021

I forbindelse med den påbegynte reguleringsplanen til Statens vegvesen for E136 Flatmark-Monge-Marstein, ble det foretatt flomsonekartlegging av Rauma og tre sidevassdrag; Mongeelva, Kvernegrova og Rangåa. Kartleggingen ble utført av Multiconsult i 2021.

Flomsonekartleggingene er utført for 200-årsflom med 40% klimapåslag og 10% usikkerhetspåslag – se Figur 4-8. Dette var i henhold til krav på kartleggingstidspunktet, men N200 har blitt oppdatert i ettertid (juli 2024) slik at blant annet krav til sikkerhetsfaktor (usikkerhetspåslag) har generelt blir større. Videre er det ikke hensyntatt

krav til delvis tilstopping av kulverter, noe som kan gi mer oversvømmelse i sidevassdragene enn det som er modellert. På en annen side er de mindre stikkrennene som kan fungere som avlastende flomløp ikke tatt med i Multiconsults beregninger, noe som kan resultere i mindre oversvømmelse.



Figur 4-8 Flomsonekart for E136 Flatmark-Marstein fra kartlegging av Multiconsult i 2021.

Med bakgrunn i at det er noe andre flomkrav som gjelder på nåværende tidspunkt, er det valgt å gjøre en ny flomsonekartlegging av sidevassdragene som også inkluderer Skiribekken. Flomberegninger utført av Multiconsult ble utført før NVEs nyeste veileder ble utgitt (2022), og derfor valgt å utføre dette på nytt med det nyeste datagrunnlaget. De tidligere beregningene kan imidlertid benyttes til sammenligning – se Tabell 4-6. Det er valgt å ikke videreføre Multiconsults hydrauliske modeller for sidevassdragene heller, da disse ansees å være noe forenklet og ikke fanger opp potensielt viktige detaljer.

Tabell 4-6 Tidligere beregnede flomvannføringer (kulminasjonsverdier) i sidevassdrag (Kilde: Multiconsult, 2021).

Felt	Q ₂₀₀		Q _{dim,200*}
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]	
Rangåa	1671	13.2	20,3
Kvernagrova	2607	7.3	11,2
Mongeelva	1530	35.2	54,2

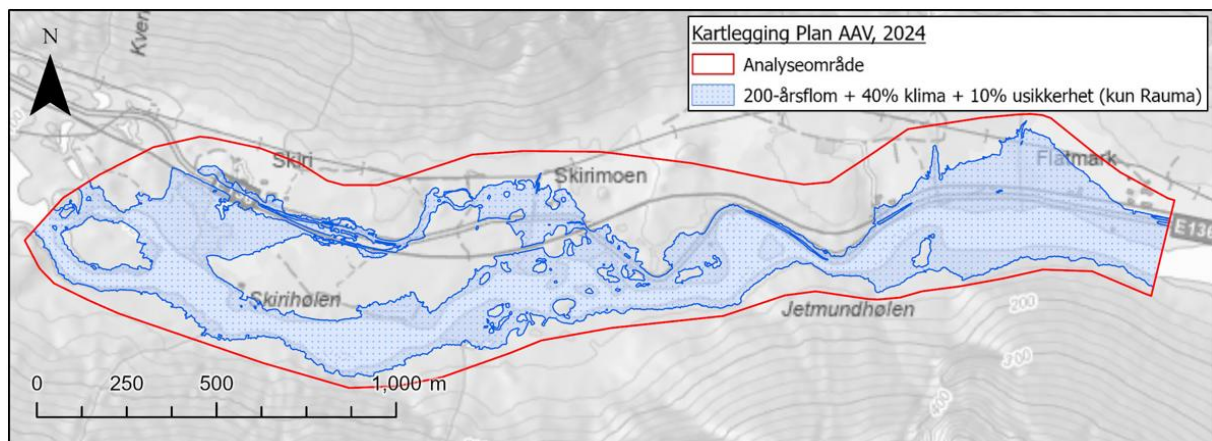
* Inkludert 40% klimapåslag og 10% usikkerhetspåslag iht. gammel (2021) versjon av N200.

4.4.2 Flomvurdering Rauma E136 Flatmark-Skiri, Plan AAV 2024

Som et grunnlag for arbeidet med løsningsutvikling for E136 Flatmark-Marstein, ble det gjort mer en detaljert kartlegging av flom i Rauma i den flomutsatte veistrekningen mellom Flatmark og Skiri av Plan AAV i 2024. Det ble gjort beregninger for flere

flomhendelser, fra middelflom opp til dimensjonerende 200-årsflom som gjaldt på tidspunktet – se Figur 4-9. I den endelige løsningen, er flomkrav stort sett ivarettatt på strekningen med unntak ved Flatmark og Skirimoen, hvor det ble valgt å kun sikre mot 200-årsflom uten noen påslag.

Denne kartleggingen tidligere i 2024 ble kun utført for Rauma, og ikke dens sidevassdrag. En del av grunnlaget og resultater, blant annet terrengdata og flomvannstander i Rauma, er imidlertid videreført i analyser av Rangåa og Skiribekken.



Figur 4-9 Flomsonekart for E136 Flatmark-Skiri fra kartlegging av Plan AAV i 2024.

4.5 Beregningsforutsetninger

4.5.1 Flomberegninger

Flomberegninger er utført for Rangåa, Skiribekken, Kverngruva og Mongeelva ved utløp i Rauma, og er utført i henhold til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022).

I flomberegningene er det benyttet en rekke hydrologiske data fra NVEs databaser og karttjenester, samt meteorologiske data fra Norsk Klimaservicesenter. Nedbørfelt og feltparametere er generert via NVEs karttjeneste NEVINA, og validert via overflatemodellen SCALGO Live. Beregningsmetoder og endelig estimat er basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper.

Dimensjonerende flomvannføring ($Q_{dim,200}$) tilsvarer 200-årsflom inkl. klima- og sikkerhetsfaktor iht. SVVs krav (se kapittel 4.3.1). Klimafaktor er valgt basert på nedbørfeltets størrelse, og sikkerhetsfaktor er valgt basert på en vurdering av kvaliteten av det hydrologiske grunnlaget.

4.5.2 Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med todimensjonal hydraulisk modellering i programmet HEC-RAS versjon 6.6. Det er foretatt to typer analyser; en med åpne stikkrenner og kulverter, og en hvor de er tilstoppet i henhold til dimensjoneringskrav (se kapittel 4.3.2.1). Dette er for å vurdere om økt vedlikehold (for å hindre tilstopping) kan være et tilstrekkelig tiltak for å sikre mot flom. Bruer forholdes åpen i begge situasjoner.

Hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon, under vannspeil eller andre overheng. Det er derfor foretatt noen manuelle redigeringer, der det er tydelig at vegetasjon har forhindret skanning av bekkebunn.

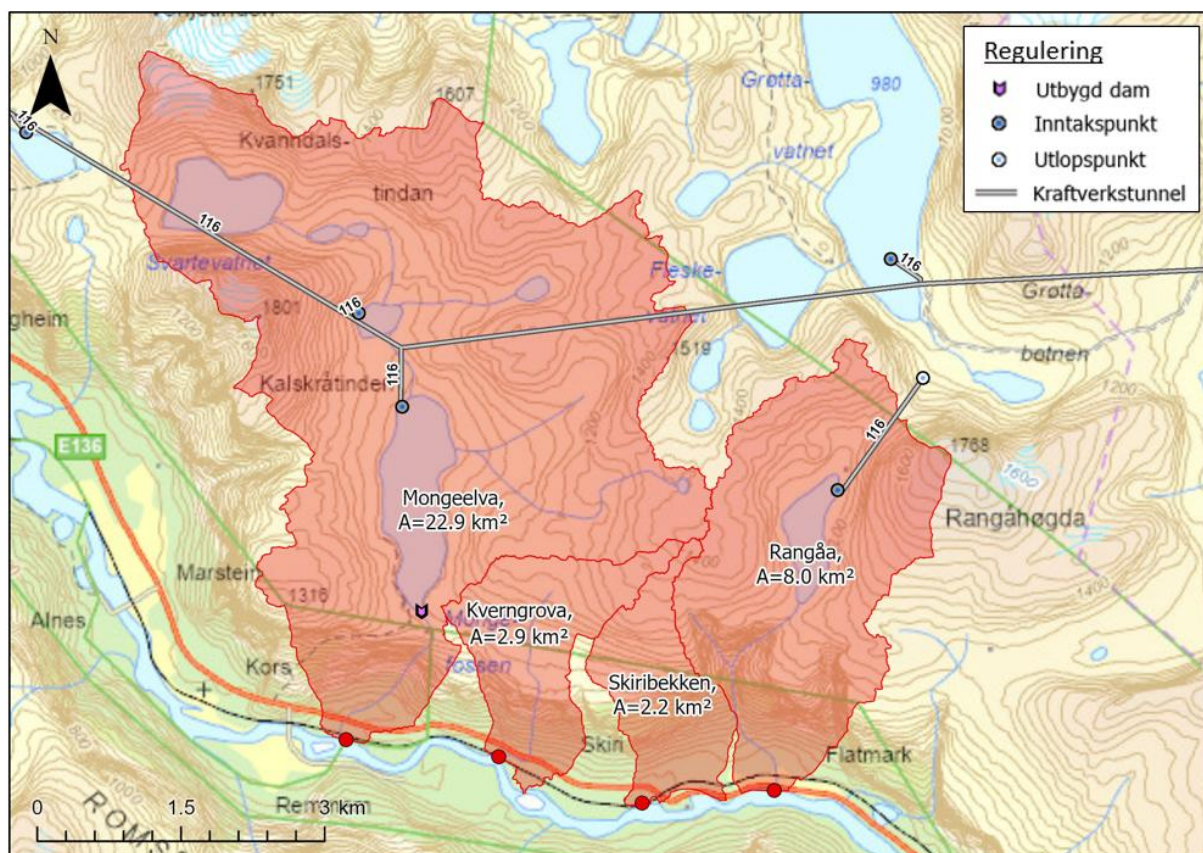
Modellene er ikke kalibrert mot observert flom da det ikke foreligger stedlige vannstand- og vannføringsdata i sidevassdragene. Ruhetsforhold er derfor vurdert fra bilder, flyfoto og kartgrunnlag.

5 Flomberegninger

5.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfelt og tilhørende feltparametere er generert i NVEs karttjeneste NEVINA (rapporter er gitt i Vedlegg 1). Kontrollanalyse i overflatemodellen SCALGO Live viser at NEVINA gir en noe grov avgrensning av feltene (spesielt i bratt terreng), og feltgrensene er derfor justert noe i forhold til hva som er automatisk generert i NEVINA.

De avgrensede feltene sammen med kart som viser reguleringer er vist i Figur 5-1, og et utvalg av feltparametere er gitt i Tabell 5-1.



Figur 5-1 Kart som viser nedbørfelt til sidevassdrag (generert i NEVINA/SCALGO) og vannkraftreguleringer.

Tabell 5-1 Feltparametere for sidevassdrag, generert i NEVINA.

Felt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt lengde [km]	Høyde [moh.]		Relieff [m/km]	Snau- fjell [%]	Skog [%]	q _N * [l/s·km ²]
				Min	Maks				
Rangåa	8.0	3.0	4.8	124	1776	58.9	81.8	10.4	50.1
Skiribekken	2.2	0.0	2.5	110	1422	306.0	55.4	34.0	30.4
Kverngrøva	2.9	0.0	3.0	89	1417	151.2	76.9	19.7	37.7
Mongeelva	22.9	5.6	7.5	65	1789	31.9	84.5	2.9	53.8

*Spesifikk normalavrenning i referanseperioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.

Alle sidevassdragene havner i kategorien små (< 60 km²) felt. De består hovedsakelig av snaufjell, men også noe skog i de lavereliggende delene. Alle feltene er bratt, men spesielt de mindre sidevassdragene Skiribekken og Kverngrova har et ekstremt stort relieff forhold. Bratte og små felt med en høy andel snaufjell er egenskaper som indikerer at feltene vil reagere raskt på nedbør, og ha svært lite flomdempning og spisse flomforløp.

I Mongeelva og delvis Rangåa vil åpne vann lengre opp i feltet gi flomdempning. Flere av disse vannene er også regulert til vannkraftproduksjon tilknyttet Grytten kraftverk. Det er overføringer ut av feltene til både Rangåa og Mongeelva, og Mongevatnet er i tillegg regulert med en dam. Disse reguleringene vil trolig påvirke flomforholdene, spesielt ved snøsmelteflommer på våren. Det er forsøkt å finne informasjon om kapasiteten på overføringene, samt flomberegninger for dammen i Mongevatnet, uten hell. Det er imidlertid sannsynlig at magasinene er fulle under regnflommer på høsten, og flommene i vassdragene derfor blir mindre påvirket av reguleringen. Med bakgrunn i dette, og mangel på informasjon om reguleringen, er det valgt å behandle feltene som uregulert. Flomdempning i magasinene vil imidlertid bli delvis hensyntatt i flomberegningsmetoder som benytter effektiv sjøprosent som inngangsdata.

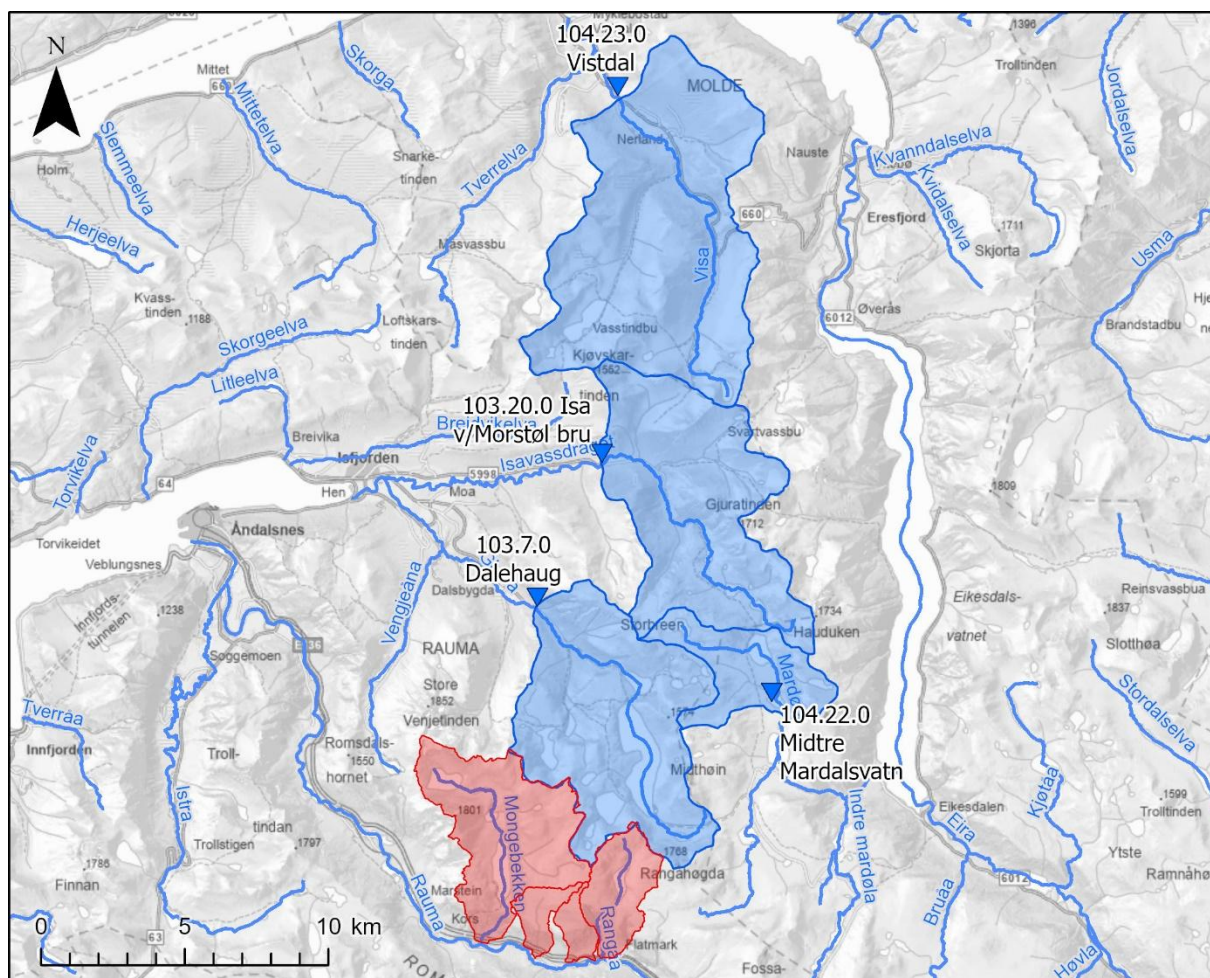
5.2 Tilgjengelige observerte data

Flere beregningsmetoder beror seg på observerte data som grunnlag for beregning av flomvannføring. Tilgjengelige vannførings- og nedbørsdata er presentert under.

5.2.1 Tilgjengelige vannføringsdata

Det beste grunnlaget for hydrologiske analyser, er vannføringsmålinger over lengre tid fra det aktuelle vassdraget. Det foreligger ingen slike data for Rangåa, Skiribekken, Kverngrova eller Mongeelva. Det kan alternativt benyttes vannføringsdata fra nærliggende målestasjoner (referansestasjoner), som skaleres til de aktuelle feltene. Dette forutsetter imidlertid at målestasjonene har sammenlignbare feltegenskaper og en brukbar måleserie med kontrollerte data.

Det er sett på aktuelle målestasjoner i området, ved bruk av kartdata fra NVE. Det er fire stasjoner som ligger nært de aktuelle sidevassdragene – se Figur 5-2 og Tabell 5-2. I forhold til feltegenskaper er flere aktuelle, spesielt for Rangåa og Mongeelva. De har imidlertid en del større felt, og enkelte også betydelig større effektiv sjøprosent, enn de minste sidevassdragene Skiribekken og Kverngrova. Her kan målestasjonene derfor underestimere vannføringen noen. Den nærmeste (103.7 Dalehaug) er en nedlagt stasjon med en relativt kort måleserie, og vektes derfor minst.



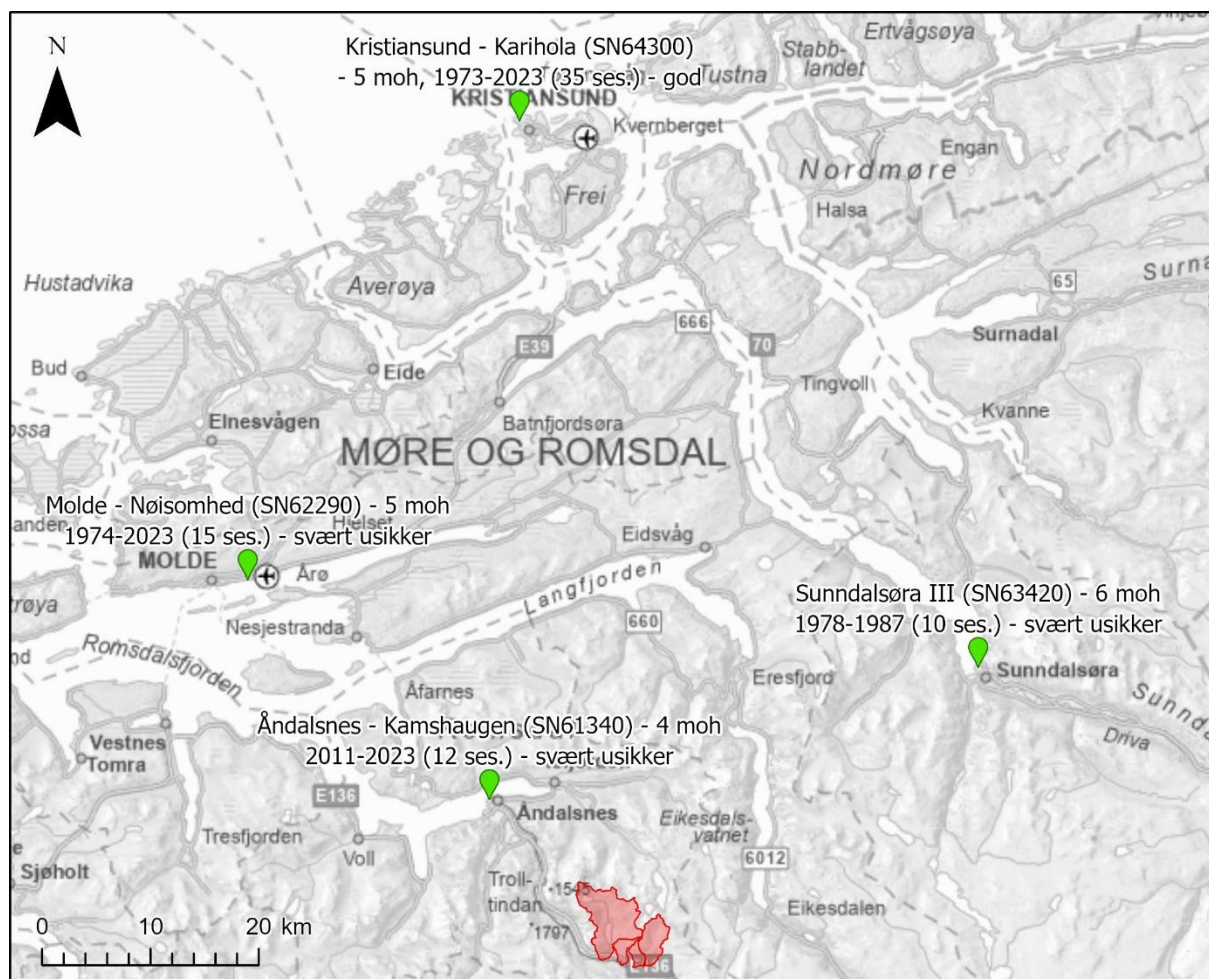
Figur 5-2 Kart som viser nærliggende målestasjoner med vannføringsdata.

Tabell 5-2 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle referansestasjoner (Kilde: NVE Seriekart/Hydra II).

Stasjonsnummer		103.7.0	104.22.0	103.20.0	104.23.0
Stasjonsnavn		Dalehaug	Midtre Mardalsvatn	Isa v/ Morstøl bru	Vistdal
Areal	[km ²]	45.2	13.7	44.4	66.5
Effektiv sjø	[%]	4.0	4.0	0.2	0.2
Feltlengde	[km]	10.3	5.9	9.8	11.4
Relieff forhold	[m/km]	29.1	50.6	52.2	34.0
Bre	[%]	0.7	0.0	5.3	0.0
Dyrket mark	[%]	0.1	0.0	0.4	2.1
Myr	[%]	0.2	0.0	0.4	4.1
Skog	[%]	8.5	0.0	18.2	31.9
Sjø	[%]	14.0	7.3	2.0	2.3
Snaufjell	[%]	76.2	80.7	72.8	55.2
Urban	[%]	0.0	0.0	0.0	0.0
Uklassifisert	[%]	0.3	12.0	1.1	4.4
Høyde min	[moh]	188	880	110	46
Høyde maks	[moh]	1765	1575	1724	1516
Avrenning (q _N)	[l/s·km ²]	55.9	54.1	68.0	60.3
Døgn data	Observasjonsperiode	1969-1987	1976-2023	1973-2023	1976-2023
	Antall år med data	19	48	51	48
Kulm. data	Observasjonsperiode	-	1989-2023	1973-2023	1985-2023
	Antall år med data	0	26	48	37

5.2.2 Tilgjengelige nedbørsdata

Nedbørstatistikk for gjentaksintervaller opp til og med 200 år er offentlig tilgjengelig, og kan hentes via blant annet Norsk Klimaservicesenter. Det er noe sparsomt med nærliggende målestasjoner med tilstrekkelig serielengde for ekstremnedbørstatistikk – se Figur 5-3. Den nærmeste stasjonen ligger i Åndalsnes, men denne har oppgitt å ha en noe kort og svært usikker måleserie. Stasjonen med lengst serie med best kvalitet ligger imidlertid svært langt unna, i Kristiansund.



Figur 5-3 Kart som viser meteorologiske målestasjoner med IVF-data basert på minimum 10 sesonger.

Til tross for en noe kort og usikker dataserie, er det valgt å benytte stasjonen Åndalsnes – Kamshaugen (SN61340) med bakgrunn i dens geografiske nærhet. Benyttede IVF-data er gitt i Tabell 5-3, og er hentet fra Norsk Klimaservicesenters tjeneste SeKlima. Disse IVF-verdiene er punktverdier, som er konvertert til arealnedbør ved bruk av arealreduksjonsfaktorer (ARF). Arealreduksjonsfaktorene for sidevassdragene er estimert fra anbefalte verdier med hensyn til feltstørrelse og varighet oppgitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022).

Tabell 5-3 Verdier for ekstremnedbør fra Åndalsnes – Kamshaugen og arealreduksjonsfaktorer (ARF).

Regnvarighet [timer]	1	2	3	6	12	24
Punktverdier fra IVF-kurve						
P200 - punkt [mm]	37.0	41.2	46.8	72.8	115.5	150.1
ARF-faktorer for sidevassdrag						
Rangåa (A = 8.0 km ²)	0.918	0.938	0.943	0.958	0.970	0.980
Skiribekken (A = 2.2 km ²)	0.946	0.958	0.961	0.970	0.980	0.990
Kverngrova (A = 2.9 km ²)	0.932	0.951	0.956	0.970	0.980	0.990
Mongeelva (A = 22.9 km ²)	0.868	0.904	0.912	0.934	0.954	0.970
Arealverdier for 200-års nedbør						
Rangåa [mm]	34.0	38.6	44.1	69.7	112.0	147.1
Skiribekken [mm]	35.0	39.5	45.0	70.6	113.2	148.6
Kverngrova [mm]	34.5	39.2	44.7	70.6	113.2	148.6
Mongeelva [mm]	32.1	37.3	42.7	68.0	110.2	145.6

5.3 Beregning av 200-årsflom

Det er benyttet forskjellige metoder for å beregne 200-årsflom i sidevassdragene:

- Flomfrekvensanalyser:
 - Lokal analyse på timesdata
 - Lokal i kombinasjon med regional analyse på døgndata
 - Regional analyse for kulminasjonsverdier (NIFS-formelverk)
- Nedbør-avløpsmetoder:
 - Hydrologisk flommodell - PQRUT

Det vises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) og NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020) for utdypende beskrivelse av metodene samt formler/ ligninger som er benyttet i beregningene.

5.3.1 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 (typisk timesdata) beregnes dette direkte, mens i analyser på døgnerverdier må estimatene konverteres til kulminasjonsverdier ved bruk av faktor ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$). Videre skilles det mellom flomfrekvensanalyser med hensyn til om de er basert på observerte data (lokale analyser) eller om det benyttes regionale formelverk / regresjonsligninger.

I mindre felt som de aktuelle sidevassdragene, er det i NVEs veileder (01/2022) anbefalt å utføre flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier. Dette er med bakgrunn i at

flomtoppen i slike felt ikke vil vare lenge, og døgndata vil ikke nødvendigvis fange opp den reelle flomtoppen. I ren lokal og regional analyse er det valgt å kun utføre analyse på kulminasjonsverdier, for å reflektere egenskapene til feltene. Det er imidlertid valgt å også gjøre en kombinert lokal og regional analyse på døgndata, som er utarbeidet av NVE for å redusere usikkerheter knyttet til observasjoner.

De lokale analysene er utført på vannføringsdata fra de utvalgte målestasjonene beskrevet i kapittel 5.2.1. Verdier for middelflom og vekstkurve for 200-årsflom for målestasjonene er hentet fra NVEs database Hydra II ved bruk av programmet Flomanalyse. Middelflommen deles på feltarealet til målestasjonene, slik at en får en spesifikk verdi ($q_M - l/s \cdot km^2$) som kan skaleres til de aktuelle sidevassdragene. For å finne vekstkurven, er det benyttet anbefalte parameterfordelinger ift. serielengder gitt i NVEs veileder; toparameterfordeling (Gumbel) eller treparameterfordeling (GEV) hvis en har henholdsvis mindre eller mer enn 50 år med data.

5.3.1.1 Lokal analyse på timesdata

Resultater fra flomfrekvensanalyse på timesdata fra utvalgte målestasjoner er gitt i Tabell 5-4. Det er noe sprik i spesifikk middelflom og vekstkurveforhold.

Tabell 5-4 Resultater fra flomfrekvensanalyse på timesdata for utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Areal [km ²]	Eff. Sjø [%]	Timedata		Parameter- fordeling	q_M , kulm [l/s·km ²]	Q_{200}/Q_M [-]
			Periode	Ant. år			
103.7 Dalehaug	45.2	4.0	-	0	-	-	-
104.22 Midtre Mardalsvatn	13.7	4.0	1989-2023	26	To (Gumbel)	641	1.994
103.20 Isa v/Morstøl bru	44.4	0.2	1973-2023	48	To (Gumbel)	726	2.794
104.23 Vistdal	66.5	0.2	1985-2023	37	To (Gumbel)	947	2.481

Det er valgt å vektlegge de forskjellige målestasjonene noe ulikt for de aktuelle sidevassdragene. Vektingen er primært basert på sammenligning mellom effektiv sjøprosent og feltstørrelse, men også delvis serielengde og nærhet. Vekting og resulterende middelflom og vekstkurveforhold er gitt i Tabell 5-5, og utledede verdier for 200-årsflom i sidevassdragene er gitt i Tabell 5-6.

Tabell 5-5 Vekting av målestasjoner og resulterende verdi for middelflom og vekstkurve i sidevassdrag basert på lokal flomfrekvensanalyse på timesdata.

Målestasjon	Vekting sidevassdrag			
	Rangåa	Skiribekken	Kverngrova	Mongeelva
103.7 Dalehaug	0%	0%	0%	0%
104.22 Midtre Mardalsvatn	70%	20%	20%	80%
103.20 Isa v/Morstøl bru	20%	70%	70%	15%
104.23 Vistdal	10%	10%	10%	5%
Vektet middelflom, q_M, kulm [l/s·km ²]	689	731	731	669
Vektet vekstkurveforhold, Q_{200}/Q_M [-]	2.203	2.603	2.603	2.139

Tabell 5-6 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom basert på lokal flomfrekvensanalyse på timesdata.

Felt	Areal [km ²]	Eff. Sjø [%]	Middelflom		Q ₂₀₀ /Q _M [-]	200-årsflom	
			[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Rangåa	8.0	3.0	689	5.5	2.203	1518	12.1
Skiribekken	2.2	0.0	731	1.6	2.603	1903	4.2
Kverngruva	2.9	0.0	731	2.1	2.603	1903	5.5
Mongeelva	22.9	5.6	669	15.3	2.139	1431	32.8

5.3.1.2 Lokal i kombinasjon med regional analyse på døgndata (Full lokal + RFFA-2018)

NVE har utarbeidet en metode kalt «Full lokal + RFFA-2018», som utføres på lokale døgndata. Denne benytter forkunnskaper fra formelverket RFFA-2018 til å beregne vekstkurveforhold, for å redusere usikkerheter knyttet til observasjoner. Resultater fra denne analysen på de utvalgte målestasjonene er gitt i Tabell 5-4. Det er noe sprik i spesifikk middelflom og vekstkurveforhold, men mindre sprik sammenlignet med analysen som ble utført på timesdata.

Tabell 5-7 Resultater fra flomfrekvensanalyse på døgndata med Full lokal + RFFA-2018 for utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Areal [km ²]	Eff. Sjø [%]	Døgndata		Parameter- fordeling	q _{M, døgn} [l/s·km ²]	Q ₂₀₀ /Q _M [-]
			Periode	Ant. år			
103.7 Dalehaug	45.2	4.0	1969-1987	19	Tre (GEV)*	293	2.222
104.22 Midtre Mardalsvatn	13.7	4.0	1976-2023	48	Tre (GEV)*	541	1.999
103.20 Isa v/Morstøl bru	44.4	0.2	1973-2023	51	Tre (GEV)*	481	2.418
104.23 Vistdal	66.5	0.2	1976-2023	48	Tre (GEV)*	517	2.222

* Det er benyttet metoden Full lokal + RFFA-2018 til beregning av vekstkurve, som baserer seg på GEV-fordeling med Bayesiansk tilnærming sammen med forkunnskaper fra formelverket RFFA-2018.

Det er også her valgt å vektlegge de forskjellige målestasjonene noe ulikt for de aktuelle sidevassdragene, med samme fremgangsmåte som før. Stasjonen 103.7 Dalehaug tas også med for de største sidevassdragene, men med en nokså liten vektning med bakgrunn i at den har en gammel og kort måleserie. Vekting og resulterende middelflom (døgnverdi) og vekstkurveforhold er gitt i Tabell 5-5.

Tabell 5-8 Vekting av målestasjoner og resulterende verdi for middelflom og vekstkurve i sidevassdrag basert på lokal flomfrekvensanalyse på døgndata.

Målestasjon	Vekting sidevassdrag			
	Rangåa	Skiribekken	Kverngruva	Mongeelva
103.7 Dalehaug	10%	0%	0%	10%
104.22 Midtre Mardalsvatn	60%	20%	20%	80%
103.20 Isa v/Morstøl bru	20%	70%	70%	5%
104.23 Vistdal	10%	10%	10%	5%
Vektet middelflom, q_{M, døgn} [l/s·km²]	502	497	497	512
Vektet vekstkurveforhold, Q₂₀₀/Q_M [-]	2.128	2.315	2.315	2.054

Full lokal+RFFA-2018 gir døgnverdier, som må konverteres til kulminasjonsverdier. For å gjøre dette, er det beregnet kulminasjonsfaktorer (Q_{mom}/Q_{døgn}) for sidevassdragene ved

bruk av regresjonsligninger som inngår i formelverket RFFA-2018. Beregnede faktorer, og utledede verdier for 200-årsflom (kulminasjon) i sidevassdragene er gitt i Tabell 5-9.

Tabell 5-9 Beregnet kulminasjonsfaktor, middelflom, vekstkurve og 200-årsflom (kulminasjonsverdier) basert på lokal i kombinasjon med regional flomfrekvensanalyse (Full lokal + RFFA-2018).

Felt	Areal [km ²]	Eff. Sjø [%]	Q _{mom} /Q _{døgn} [-]	Middelflom		Q ₂₀₀ /Q _M [-]	200-årsflom	
				[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Rangåa	8.0	3.0	1.218	611	4.9	2.128	1301	10.4
Skiribekken	2.2	0.0	2.014	1001	2.2	2.315	2317	5.1
Kverngrova	2.9	0.0	2.026	1007	2.9	2.315	2331	6.8
Mongeelva	22.9	5.6	1.090	558	12.8	2.054	1146	26.3

5.3.1.3 Regional flomfrekvensanalyse for kulminasjonsverdier (NIFS-formelverk)

Regional flomfrekvensanalyse for kulminasjonsverdier (også kalt NIFS-formelverk), er utarbeidet for naturlige små (≤ 60 km²) felt til beregning av flom med opptil 200-års gjentaksintervall. Formelverket består av to regresjonsligninger, som benytter inngangsparameterne feltareal, spesifikk middelavrenning og effektiv sjøprosent. Den første ligningen estimerer kulminasjon for middelflom, som generelt har stor usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven, som ansees som svært robust for små felt.

Estimerte verdier fra NIFS-formelverk er gitt i Tabell 5-10.

Tabell 5-10 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom basert på regional flomfrekvensanalyse (NIFS).

Felt	Middelflom		Q ₂₀₀ /Q _M [-]	200-årsflom	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Rangåa	697	5.6	2.711	1889	15.1
Skiribekken	827	1.8	2.713	2243	4.9
Kverngrova	959	2.9	2.664	2554	7.4
Mongeelva	548	12.5	2.797	1532	35.1

5.3.2 Nedbør-avløpsmetoder

I nedbør-avløpsmetoder beregnes flomvannføring fra nedbør ved bruk av en hydrologisk modell eller en empirisk formel som gjengir responsen til nedbørfeltet.

Det er her gjort beregninger kun ved bruk av forenklet hydrologisk flommodell kalt PQRUT. Den rasjonale formel er valgt bort, da sidevassdragene har større felt enn hva som er anbefalt for anvendelse av metoden.

5.3.2.1 Hydrologisk flommodell (PQRUT)

I den forenklete hydrologiske modellen PQRUT beregnes avrenningen som opptrer som følge av et gitt nedbørforløp. Det er en lineær karmodell, hvor nedbørfeltet er representert som et kar med to utløp som har forskjellig tømmekonstant (K_1 og K_2) og er skilt av et terskelnivå (T). Modellen er anbefalt å benyttes i felt med areal rundt 2-800 km².

Videre bør den kun benyttes for gjentakintervall større eller lik 200 år, da den baserer seg på antagelse om full metning som initialtilstand i feltet noe som ikke vil være rimelig for lavere gjentakintervall. Det er her benyttet NVEs nett-versjon av modellen.

Parameterne til PQRUT bør helst bestemmes via kalibrering mot observert vannføring fra det aktuelle vassdraget. Siden dette ikke foreligger, er de beregnet ut fra ligninger gitt i NVEs veileder (01/2022) – se Tabell 5-11. Disse ligningene gjelder i utgangspunktet kun for bla. relieff forhold opptil 72 m/km. De minste feltene (Skiribekken og Kverngrova) er betydelig brattere enn dette, og det bemerkes derfor at parameterne mest sannsynlig er feilaktig. Konsentrasjonstiden er beregnet ved bruk av den pragmatiske metoden. For de minste feltene er beregnet konsentrasjonstid mindre enn en time, men dette er det laveste som kan benyttes i NVEs nett-versjon (kan kun settes til heltall).

Tabell 5-11 Beregnede modellparametere i PQRUT for sidevassdrag.

Felt	K1 [1/time]	K2 [1/time]	T [mm]	Konsentrasjonstid [timer]
Rangåa	0.089	0.026	33.14	1
Skiribekken*	0.462	0.185	23.70	1
Kverngrova*	0.337	0.115	26.56	1
Mongeelva	0.057	0.011	42.77	2

* Feltene er betydelig brattere enn hva som er anbefalt i bruk av ligninger for modellparametere.

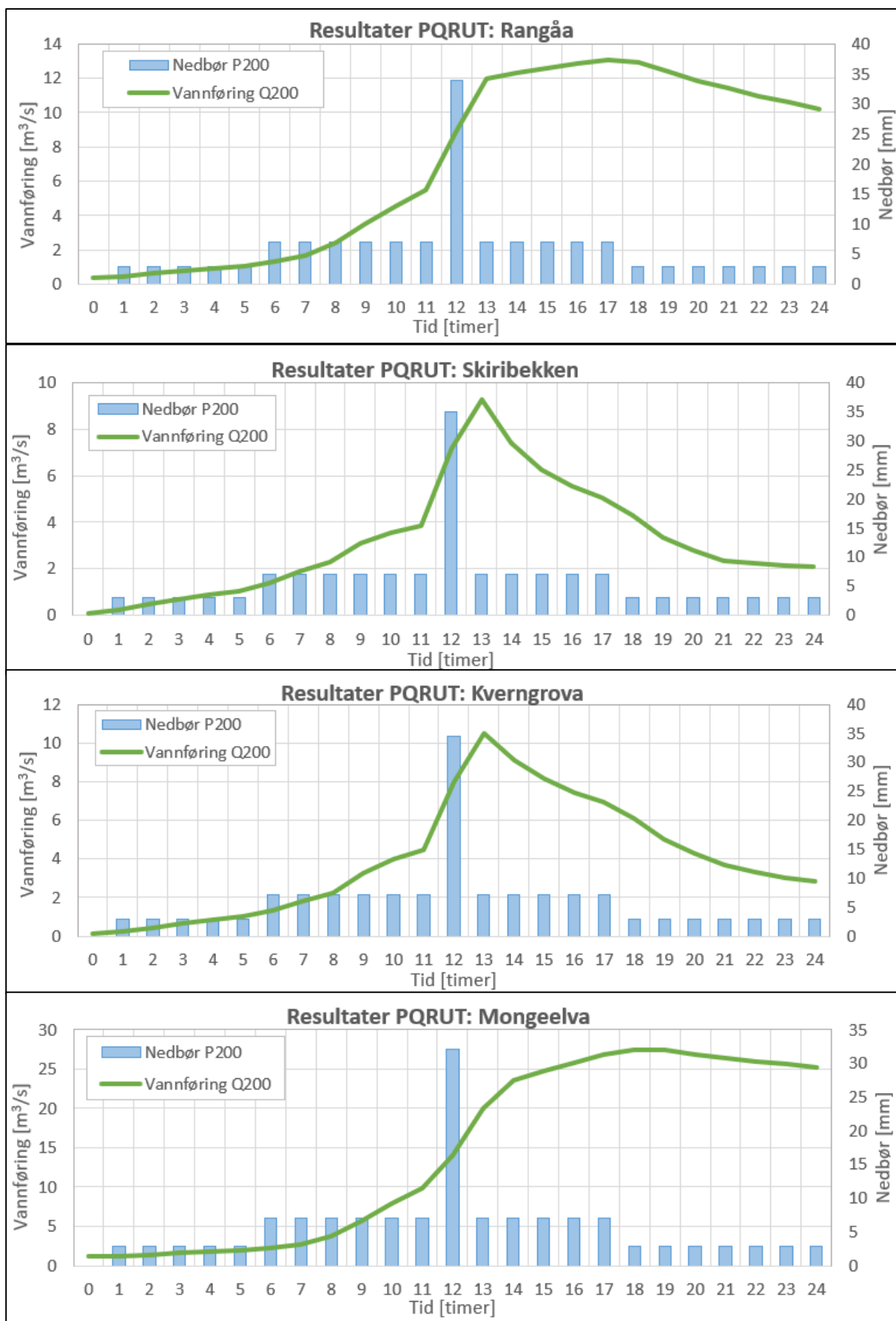
Nedbørforløp for en 200-års hendelser er konstruert med utgangspunkt i IVF-data fra nedbørmålestasjon Åndalsnes – Kamshaugen (arealverdier - se Tabell 5-3). Forløpet er konstruert etter anbefalinger gitt i NVEs veileder (01/2022); varighet på 24 timer (anbefales for felt < 10-20 km²), en symmetrisk fordeling omkring høyeste nedbørintensitet (anbefalt for varigheter ≤ 2 døgn) og tidsskritt på en time. Flere mulige former på nedbørforløp er testet for å finne størst kulminasjonsverdi i alle felt.

Konstruerte nedbørforløp og estimert flomforløp med 200-års gjentakintervall er vist i Figur 5-3. Nøkkeltall fra beregningen med PQRUT er gitt i Tabell 5-12. Forløpene reflekterer egenskapene til feltene; Rangåa og Mongeelva har slake flomforløp som reflekterer deres større felt og effektive sjøprosent. Skiribekken og Kverngrova har sannsynligvis overestimerte vannføringer, men den spisse formen er som forventet for små og bratte felt som reagerer raskt på nedbør.

Tabell 5-12 Nøkkeltall for beregning av 200-årsflom med den hydrologiske flommodellen PQRUT.

Felt	Nedbør totalt [mm/døgn]	Nedbør max [mm/time]	200-årsflom	
			[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Rangåa	147.1	34.0	1636	13.1
Skiribekken*	148.6	35.0	4218	9.3
Kverngrova*	148.6	34.5	3610	10.5
Mongeelva	145.6	32.1	1202	27.5

* Modellparametere er sannsynligvis feilaktig, og resulterende 200-årsflom er derfor trolig overestimert.



Figur 5-4 Konstruerte nedbørforløp og beregnede flomforløp med PQRUT for 200-årsflom.

5.3.3 Endelig estimat

Beregnete flomvannføringer i Rangåa, Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva med alle metoder er oppsummert i Tabell 5-13.

Erfaringstall for spesifikk kulminasjonsverdi (time) ved 200-årsflom ($q_{200 \text{ kulm}}$) i små felt i Trøndelag og Møre og Romsdal, varierer stort sett mellom 800-3000 l/s·km². De høyeste verdiene finner man i Møre og Romsdal, og for felt med lav selvreguleringsevne (NVE, 2022). Alle metoder gir estimer innenfor dette intervallet, samt flomverdier som reflekterer egenskapene til feltene. Unntaket er PQRUT i Skiribekken og Kverngrova, som mest sannsynlig betydelig overestimerer flomvannføringen da gyldigheten til dens modellparametere ikke dekker så bratte felt. Det er derfor valgt å se bort ifra PQRUT for disse to bekkene. Videre er det forventet at lokal flomfrekvensanalyse på timesdata underestimerer flomvannføringen noe i Skiribekken og Kverngrova, med bakgrunn i at referansestasjonene som er benyttet har en del større felt.

Utover dette er det ikke nødvendigvis grunnlag for å velge en metode fremfor den andre. Det er derfor valgt å ta utgangspunkt i en noe midlere verdi til endelig estimat. Sammenlignet med tidligere beregninger av Multiconsult (se Tabell 4-6), er flomverdiene nokså lik.

Tabell 5-13 Beregnede flomverdier og endelig estimat for 200-årsflom i sidevassdrag.

Metode	200-årsflom							
	Rangåa		Skiribekken		Kverngrova		Mongeelva	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]	[l/s·km ²]	[m ³ /s]	[l/s·km ²]	[m ³ /s]	[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Lokal FFA – timesdata	1517	12.1	1904	4.2	1904	5.5	1431	32.8
Full Lokal + RFFA-2018	1301	10.4	2317	5.1	2331	6.8	1147	26.3
NIFS-formelverk	1889	15.1	2243	4.9	2554	7.4	1532	35.1
PQRUT	1636	13.1	4218	9.3	3610	10.5	1202	27.5
Endelig estimat:	1688	13.5	2045	4.5	2414	7.0	1397	32.0

5.4 Dimensjonerende flomhendelse

5.4.1 Klima- og sikkerhetsfaktor

I henhold til SVVs krav for alle nedbørfelt i Møre og Romsdal (se Tabell 4-3), benyttes en **klimafaktor på $F_k = 1,4$** for å hensynta fremtidige klimaendringer.

Sikkerhetsfaktor skal velges basert på kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget, som skal vurderes etter kriteriene gitt i Tabell 5-14. Det er gjort flomberegninger som blant annet er basert på observasjoner svært nære de aktuelle sidevassdragene, som strekker seg over en nokså lang periode. Det er videre benyttet flere typer metoder, for å redusere usikkerheter. Med bakgrunn i dette, er det valgt å plassere beregningene i klasse 2.

Klasse 2 for kvalitet på det hydrologiske grunnlaget, og sikkerhetsklasse V3 for vei, tilsier at det skal benyttes en **sikkerhetsfaktor på $F_s = 1.3$** (se Tabell 4-4).

Tabell 5-14 Klasse og klassifiseringskriterier for hydrologisk datagrunnlag, hentet fra Vegnormal N200.

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

5.4.2 Dimensjonerende flomvannføring

Dimensjonerende flomvannføring tilsvarer beregnet 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor – se Tabell 5-15.

Tabell 5-15 Dimensjonerende flomvannføring i sidevassdrag.

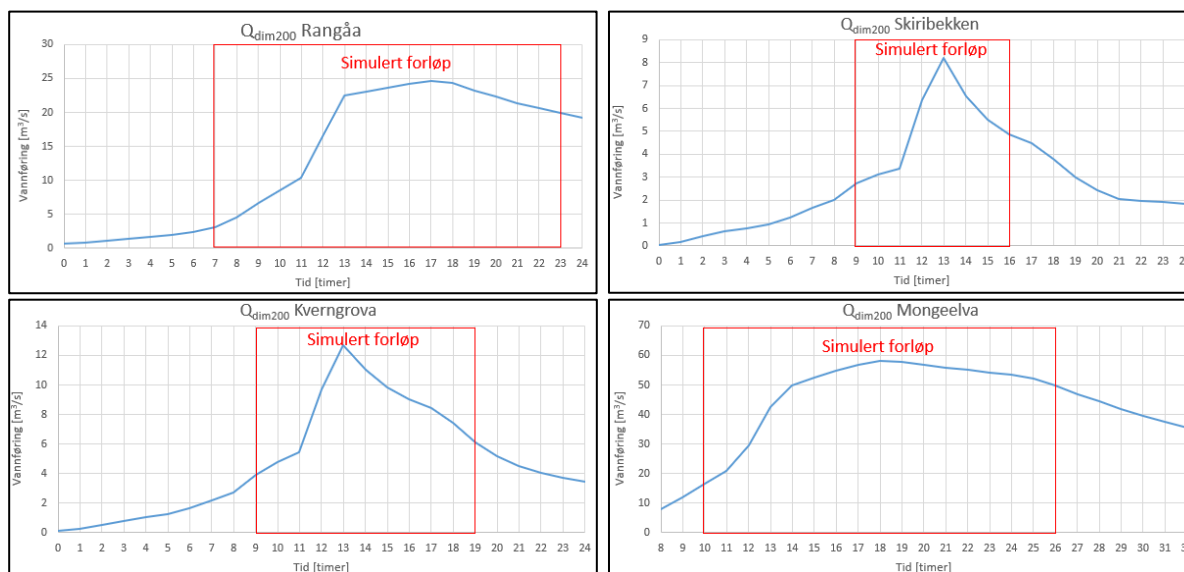
Felt			Rangåa	Skiribekken	Kverngrova	Mongeelva
200-årsflom	(Q_{200})	[m ³ /s]	13.5	4.5	7.0	32.0
Dimensjonerende flom*	($Q_{dim,200}$)	[m ³ /s]	24.6	8.2	12.7	58.2

* Inkludert klimafaktor $F_k = 1.4$ og sikkerhetsfaktor $F_s = 1.3$

5.4.3 Flomforløp

I todimensjonal hydraulisk modellering må flommen gis som et forløp, det vil si en serie med vannføringsverdier over tid. I små felt som sidevassdragene til Rauma kan flomforløpet ha en stor betydning, da flomtoppen ikke nødvendigvis vil vare lenge og det kan opptre oppstuvning som følge av manglende kapasitet ved kulverter og bruer.

Det er derfor benyttet konstruerte flomforløp i de hydrauliske beregningene, hvor det er tatt utgangspunkt i resultatene fra PQRUT (se kapittel 5.3.2.1). Beregnet forløp med PQRUT er skalert med hensyn til endelig estimat for dimensjonerende flomvannføring, slik at formen på forløpet beholdes, men korrekte flomstørrelser benyttes – se Figur 5-5.



Figur 5-5 Flomforløp for dimensjonerende 200-årsflom som er benyttet i hydrauliske beregninger.

6 Hydrauliske beregninger

6.1 Programvare og modelltype

Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.6, 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 modellering. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2024).

Det er valgt å benytte todimensjonal dynamisk modellering. Dette betyr at strømmingen er ikke-stasjonær (varierer over tid), og kan opptre i horisontalplanet. En slik modell vil bedre kunne simulere strømming utenfor elve- og bekkeløp som går i flere retninger, samt oppstuvende effekter som følge av mangel på kapasitet i kulverter og/eller flatt terreng, sammenlignet med en tradisjonell endimensjonal stasjonær modell.

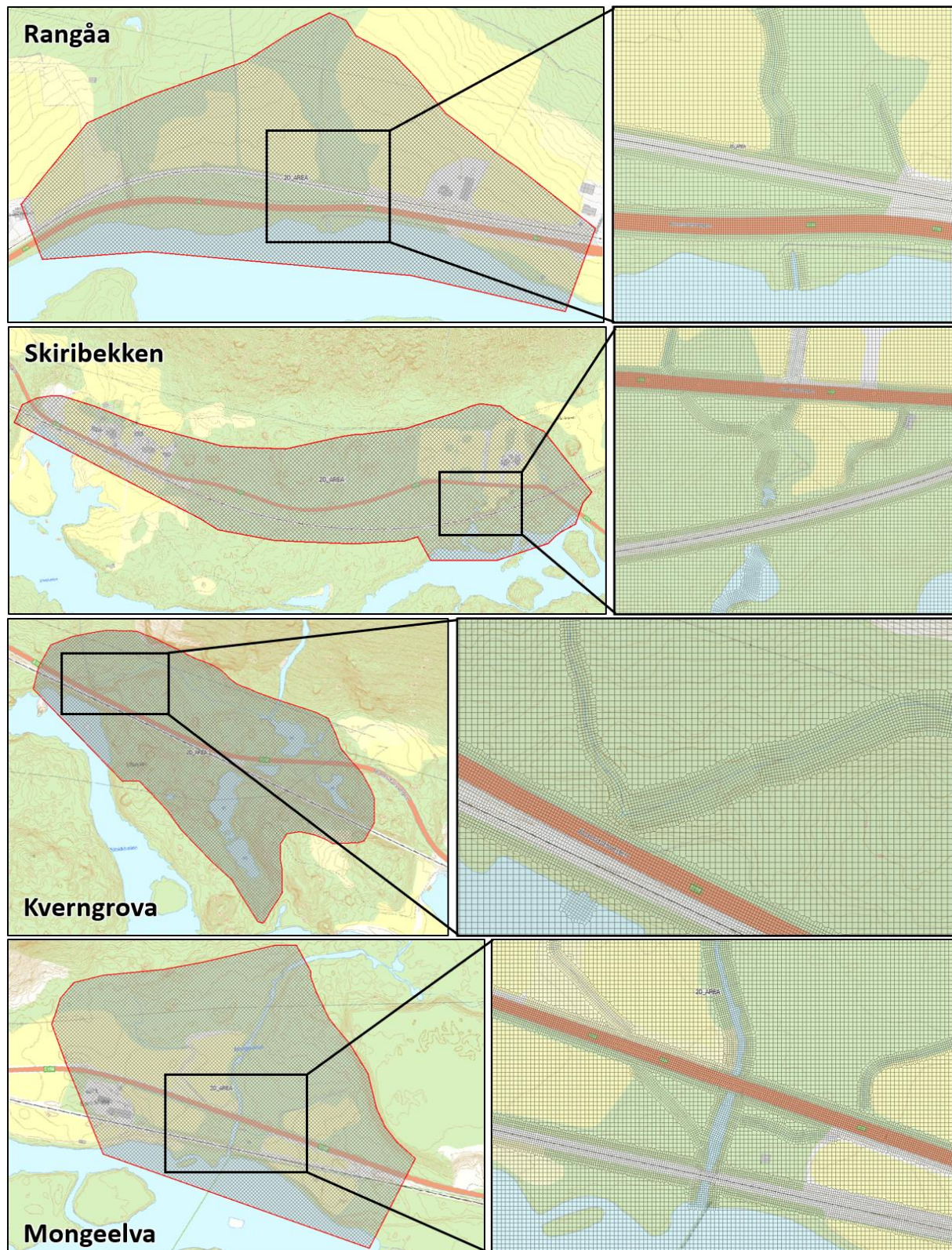
6.2 Modelloppsett

6.2.1 Analyseområder og beregningsnett

Analyseområdene til hydrauliske modellene for Rangåa, Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva er vist i Figur 6-1.

Analyseområdene er romslig avgrenset slik at all strømming og vannoppsamling som kan ha en betydning for flomsituasjonen blir inkludert i analysene. Spesielt ved Skiribekken er analyseområdet strekt langt utover område hvor selve bekken er, hele veien til Skiri. Dette er med bakgrunn i at tidligere hydrauliske analyser av Rauma indikerer at flomvann på avveie ved Skiribekken kan strømme langt. Ved Kverngrova er også et nokså stort område sørøst for selve bekkeløpet inkludert, for å fange opp eventuell flomdempning i åpne vann her.

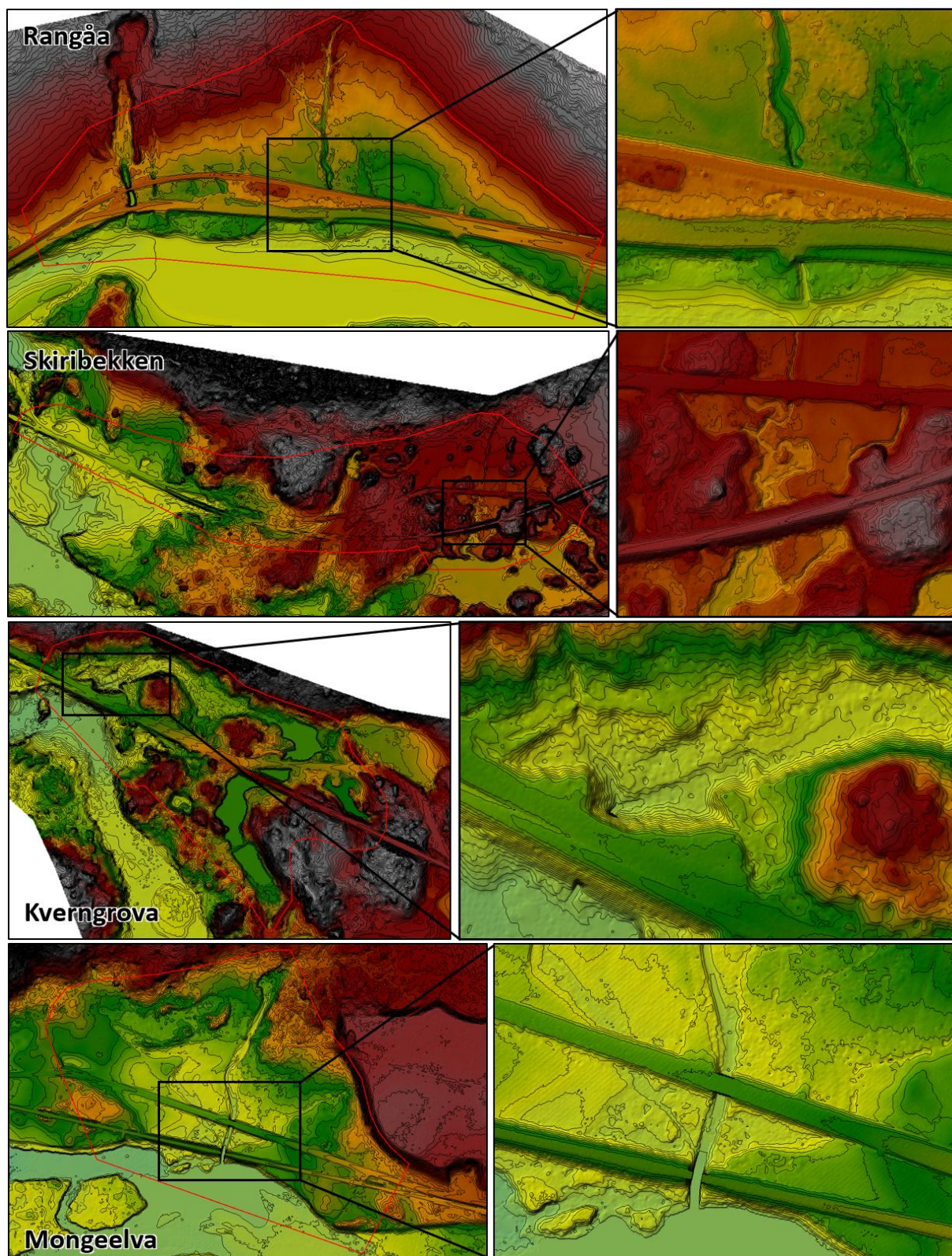
De hydrauliske modellene baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 2 meter i sideterreng, og 1 meter i og rundt bekke- og elveløp samt ved vei og jernbane. Det er også lagt inn knekklinjer, for å orientere rutene i riktig retning langs infrastruktur og vannløp, slik at strømmingen blir mer nøyaktig modellert.



Figur 6-1 Kartutsnitt som viser analyseområde og beregningsnett i hydrauliske modeller for sidevassdrag.

6.2.2 Terrengmodeller

Det er satt opp terrengmodeller for sidevassdragene, som utgjør hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene – se Figur 6-2. Modellene har oppløsning på 0.5x0.5 meter.



Figur 6-2 Terrengmodell for sidevassdrag som er benyttet i hydrauliske beregninger.

Terrengmodellene er primært basert på luftbåren laserskanning av området foretatt i 2014, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Laserdata kan ha unøyaktige høyder for elve- og bekkebunn under større vanddyp, samt i områder med tett vegetasjon som skygger for underliggende terreng. Stort sett reflekterer laserskanningen terrenget i sidevassdragene godt, men det er gjort noen manuelle redigeringer bla. basert på innmålinger ved kulverter og bruer hvor det er tydelig at bunnforhold i sidevassdragene ikke har blitt fanget opp.

6.2.3 Friksjonsforhold

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

Friksjonsforhold er vurdert fra kart, flyfoto og bilder tatt under befaring. Generelt er det grove masser i sideløpene, noe som indikerer nokså ru bunnforhold. I Skiribekken er det finere masser, men denne har til gjengjeld en del vegetasjon i bekkeløpet, noe som også øker ruheten. Med bakgrunn i dette, er det valgt å benytte samme Manningstall for alle elve- og bekkeløp. Benyttede ruhetsverdier er gitt i Tabell 6-1, og er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010).

Tabell 6-1 Benyttede ruhetsverdier i hydrauliske modeller.

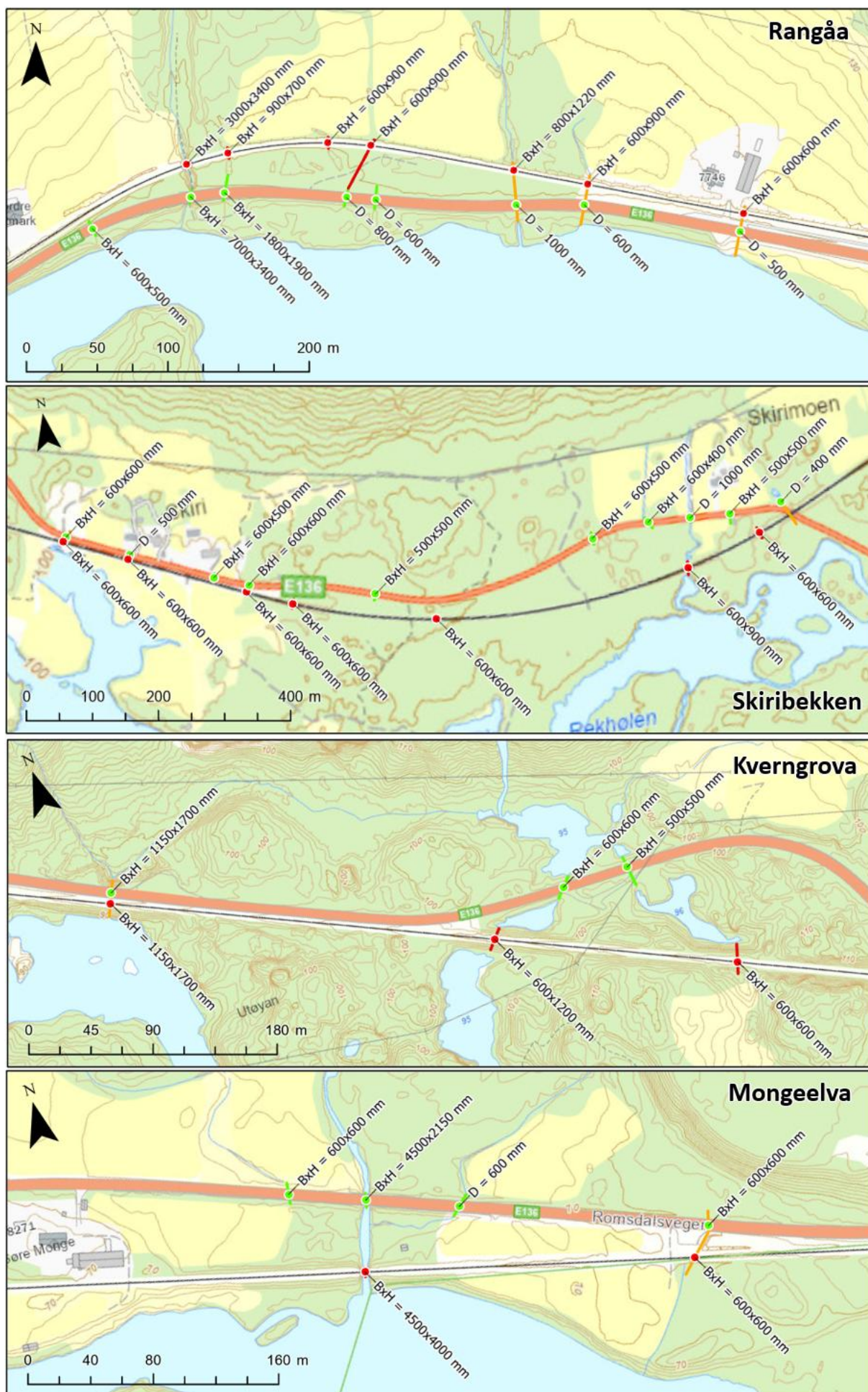
Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	$M (=1/n)$
Elve- og bekkeløp	0.040	25
Ur	0.120	8
Skogsområder	0.085	12
Buskelandskap	0.060	17
Lav vegetasjon	0.040	25
Jernbanefylling	0.040	25
Asfaltert vei	0.020	50

6.2.4 Konstruksjoner i vassdraget

Kulverter og bruer beskrevet i kapittel 4.2.2, som befinner seg i hovedløpet til sidevassdragene, er lagt inn i modellen. Ved Mongeelva er veibruen lagt inn som en egen brukonstruksjon med brudekke og -kar. Jernbanebrua i Mongeelva ligger imidlertid såpass høyt, og test-modellering viser at vannstanden ikke vil nå brudekket, så denne er kun modellert gjennom å legge inn brukar i terrengmodellen.

I tillegg til hovedløpene er det, som nevnt tidligere, mindre stikkrenner som kan fungere som avlastende flomløp i en flomsituasjon. Disse er også lagt inn i modellen.

Lokasjon og dimensjoner på alle stikkrenner, kulverter og bruer som er lagt inn i de hydrauliske modellene for de fire sidevassdragene er vist i Figur 6-3.



Figur 6-3 Stikkrenner, kulverter og bruer i, og i nærhet av, sidevassdrag.

Vanngjennomløpene er lagt inn med informasjon om dimensjoner, material og høyder hentet fra innmålinger fra Terratec der disse er utført. For de øvrige vanngjennomløpene, er det benyttet informasjon oppgitt i Vegkart og Banekart, samt høyder estimert fra terrengmodellen basert på laserdata. I tillegg skal det gis hydrauliske parametere som sier noe om energitap i vannstrømningen, hvor det er tatt utgangspunkt i anbefalte standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010) – se Tabell 6-2.

Det er gjort analyser for både åpne vanngjennomløp og med delvis tilstopping (1/3 av innløpshøyde) iht. krav i Vegnormal N200. Det bemerkes at kun stikkrenner og kulverter modelleres med delvis tilstopping. Bruer (med spennvidde ≥ 2.5 meter) forholdes åpen i begge situasjoner.

Tabell 6-2 Ruhetsverdier og singulærtapskoeffisienter som er benyttet for vanngjennomløp.

Friksjonstap	Ruhetsverdi (Mannings tall)	
	n	M (=1/n)
Betongrør	0.013	77
Plastrør	0.010	100
Stålrør (antar korrugert)	0.023	43
Rektangulært løp i naturstein	0.023	43
Singulærtap	Singulærtapskoeffisient	
	Innløp (K _{inn})	Utløp (K _{ut})
Stikkrenner/kulverter	0.5	1.0
Bruer (spenn ≥ 2.5 m)	0.2	0.5

6.2.5 Grensebetingelser

Ved innløpene til modellene er beregnede flomforløp for dimensjonerende 200-årflom som inkluderer klima- og sikkerhetsfaktor (se Figur 5-5) benyttet som øvre grensebetingelse, sammen med antagelse om normalstrømning.

Utløpene til modellene er plassert i Rauma, hvor kjent vannstand er benyttet som nedre grensebetingelse. Sidevassdragene og hovedelva har svært forskjellige feltegenskaper, og mer lokale nedbørhendelser gir sannsynligvis de største vannføringene i bekkene. Følgelig er det lite sannsynlig at det opptrer en 200-årsflom i både side- og hovedvassdrag samtidig, ei heller at vannføringene kulminerer (når flomtoppen) samtidig.

I mangel på observerte vannføringsdata i sidebekkene, som kan sammenlignes med observerte flommer i Rauma, er det imidlertid vanskelig å si noe om akkurat hvilken flomhendelse som skal legges til grunn i hovedelva. Multiconsult (2021) la til grunn middelflom i Rauma, og det er valgt å videreføre dette her.

Vannstand ved middelflom i Rauma ved Rangåa og Skiribekken er hentet fra Plan AAVs beregninger for Rauma mellom Flatmark og Skiri (2024), mens vannstand ved Kverngrøva og Mongeelva er videreført fra Multiconsults modell (2021) – se Tabell 6-3.

Tabell 6-3 Vannstand i Rauma ved middelflom, som er benyttet som nedre grensebetingelse i hydrauliske modeller.

Sidevassdrag	Rangåa	Skiribekken	Kverngrøva	Mongeelva
Vannstand i Rauma v/ middelflom [moh.]	123.0	111.0	87.2	66.3

6.2.6 Øvrige modellparametere

Det er benyttet ligningssettet Diffusion Wave til grunnlag for beregningene. Beregningstidsteg er satt til 0.1 sekund for alle sidevassdrag, med unntak av Skiribekken hvor det er benyttet 0.2 sekund. Dette gir Courant-tall på $C < 0.7$ i alle modellene, noe som indikerer at de er stabile og korrekte dybder og vannhastigheter blir modellert.

6.3 Resultater fra hydraulisk beregning (dagens situasjon)

Resultater fra de hydrauliske analysene av dagens situasjon i sidevassdragene er gitt i Figur 6-4 til Figur 6-7.

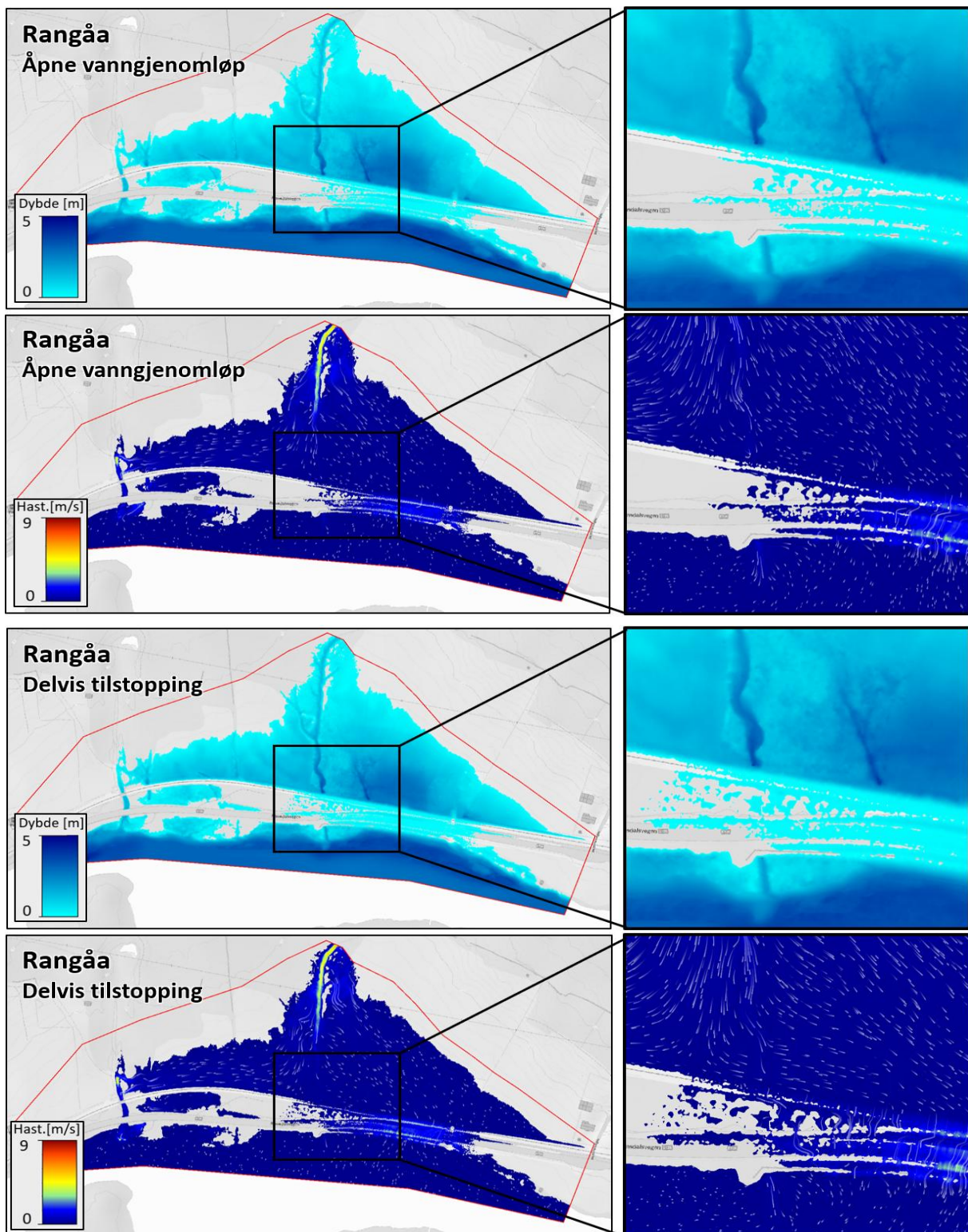
I Rangåa klarer ikke kulverten under E136 og jernbanen å ta unna flomvannmengdene, og man får stor oppstuvning og mye oversvømmelse i bakkant av jernbanen. Flomløpene på siden hjelper på noe, men når vannstanden blir såpass høy at vannet når bort til det gamle løpet til Rangåa i vest blir også jernbanen og E136 overtoppet. Sitasjonen er nokså lik for åpne og delvis tilstoppede gjennomløp; det er mer vann som strømmer over vei- og jernbanen ved delvis tilstopping, men vannstandene er nokså lik da overløpet over fyllingene er bredt.

I Skiribekken ligger E136 lavt, og kulverten her er liten med begrenset kapasitet. Det er imidlertid den høye jernbanefyllinga som fører til de største oversvømmelse, ved at den fungerer som en dam hvor man får betydelig med oppstuvning i bakkant. Vannet stiger helt opp til et punkt hvor man får flomvann på avveie vestover til Skiri med påfølgende oversvømmelser.

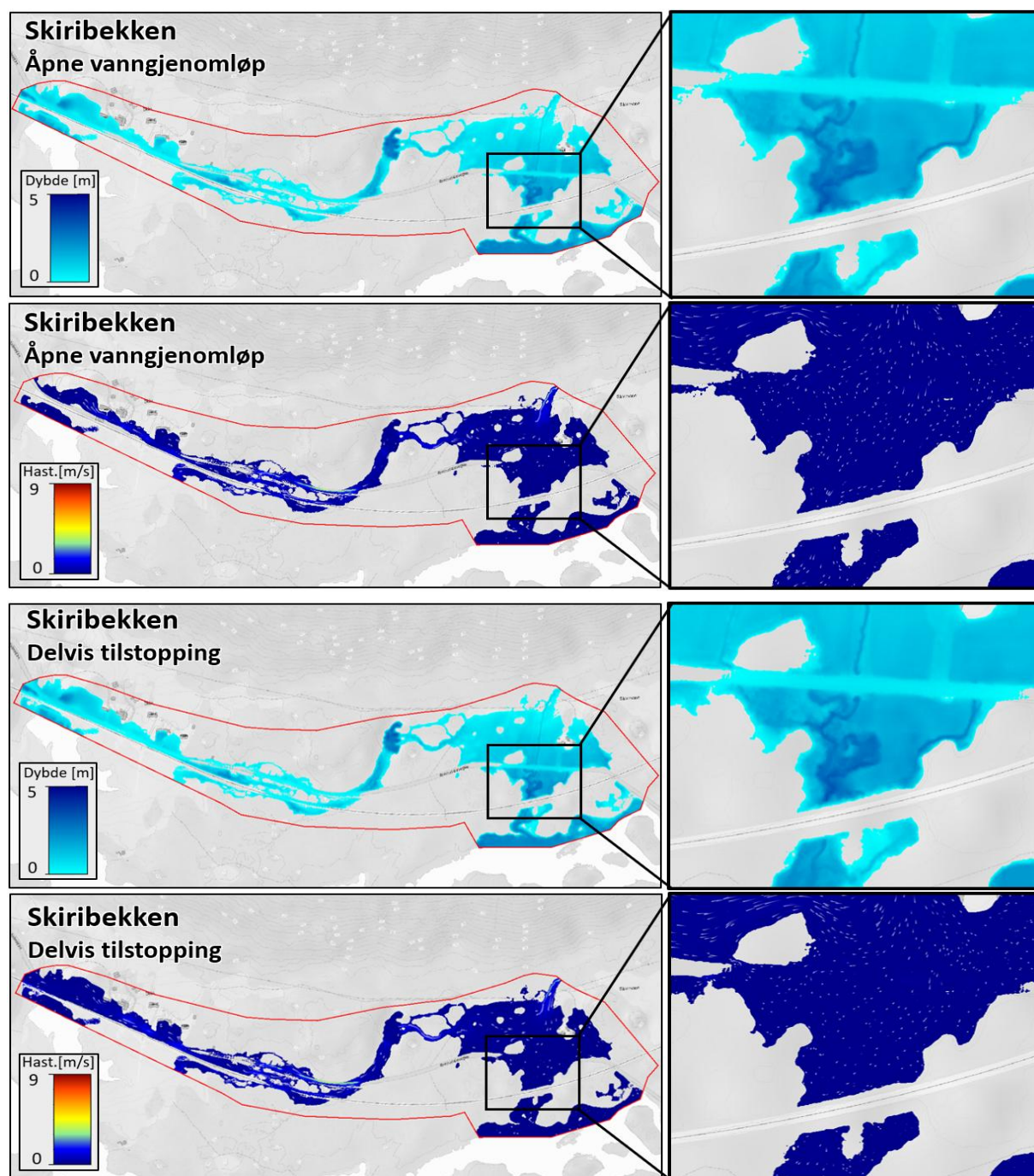
I Kverngrova klarer dagens kulvert under E136 og jernbanen å videreføre den dimensjonerende flommen i åpen tilstand uten at det kommer flomvann på avveie. Det skjer en del oppstuvning, men ikke så høyt av fyllingene blir overtoppet. Ved delvis tilstopping blir imidlertid kapasiteten såpass redusert, at vannstanden stiger over toppen av fyllingene med påfølgende flomvann på avveie over veien og jernbanen.

I Mongeelva har veibrua akkurat for liten høyde til å håndtere den dimensjonerende flommen, og vannet når brudekket med påfølgende oppstuvning. Dette gjør at E136 blir overtoppet i et lavpunkt rett vest for veibrua. Flomløpene på siden har såpass liten dimensjon at deres effekt er begrenset, spesielt dersom de blir delvis tilstoppet. Jernbanebrua ligger imidlertid svært høyt, og vannstanden ligger langt under brudekke her.

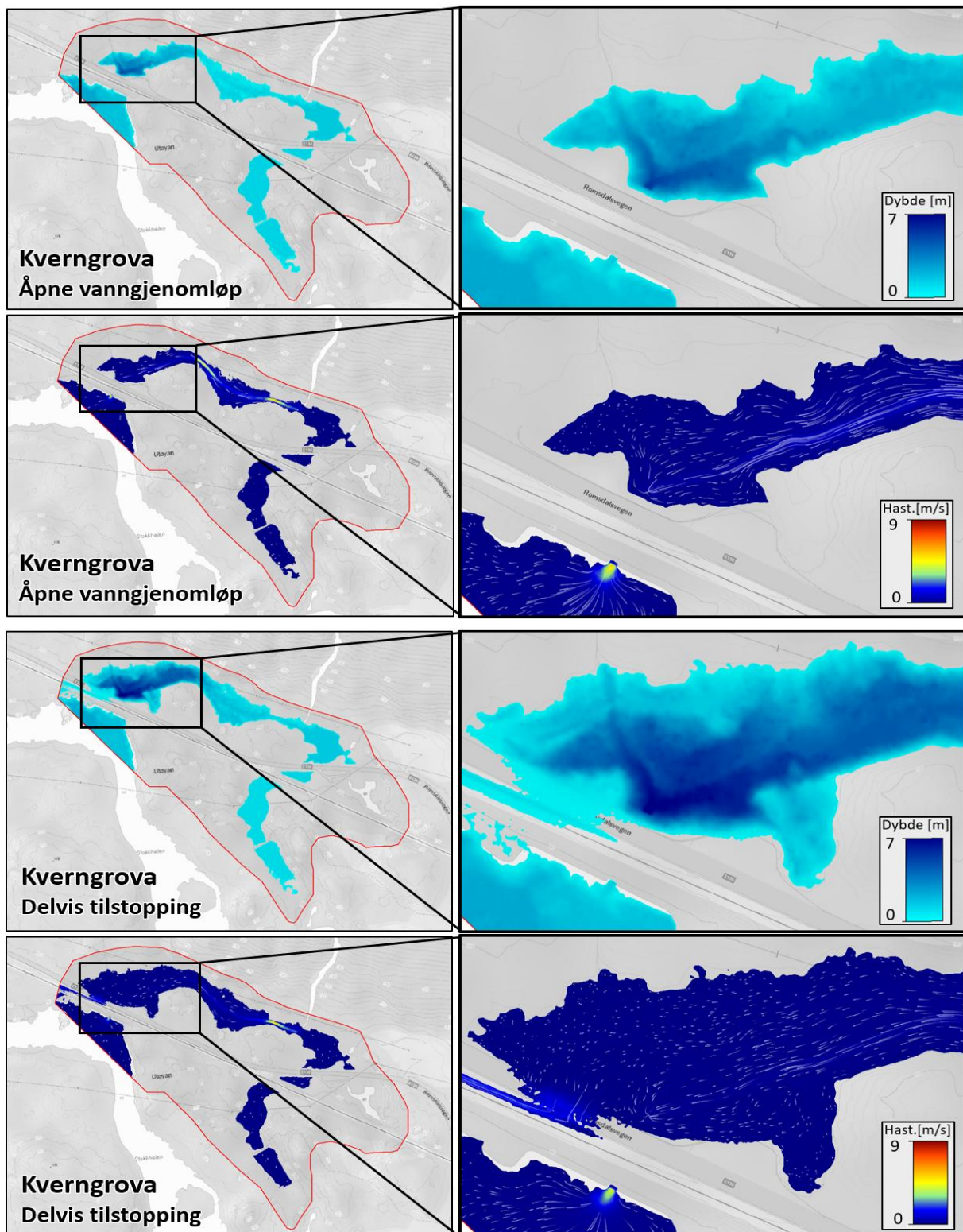
Felles for nesten alle sidevassdragene, er at stikkrenner og kulverter har dårlig kapasitet uavhengig om de er åpne eller delvis tilstoppet. Altså vil et bedre vedlikehold ikke løse flomproblematikken. Unntaket er ved Kverngrova, hvor vedlikehold (eller tiltak) som hindrer gjentetting vil hindre at veien blir oversvømt.



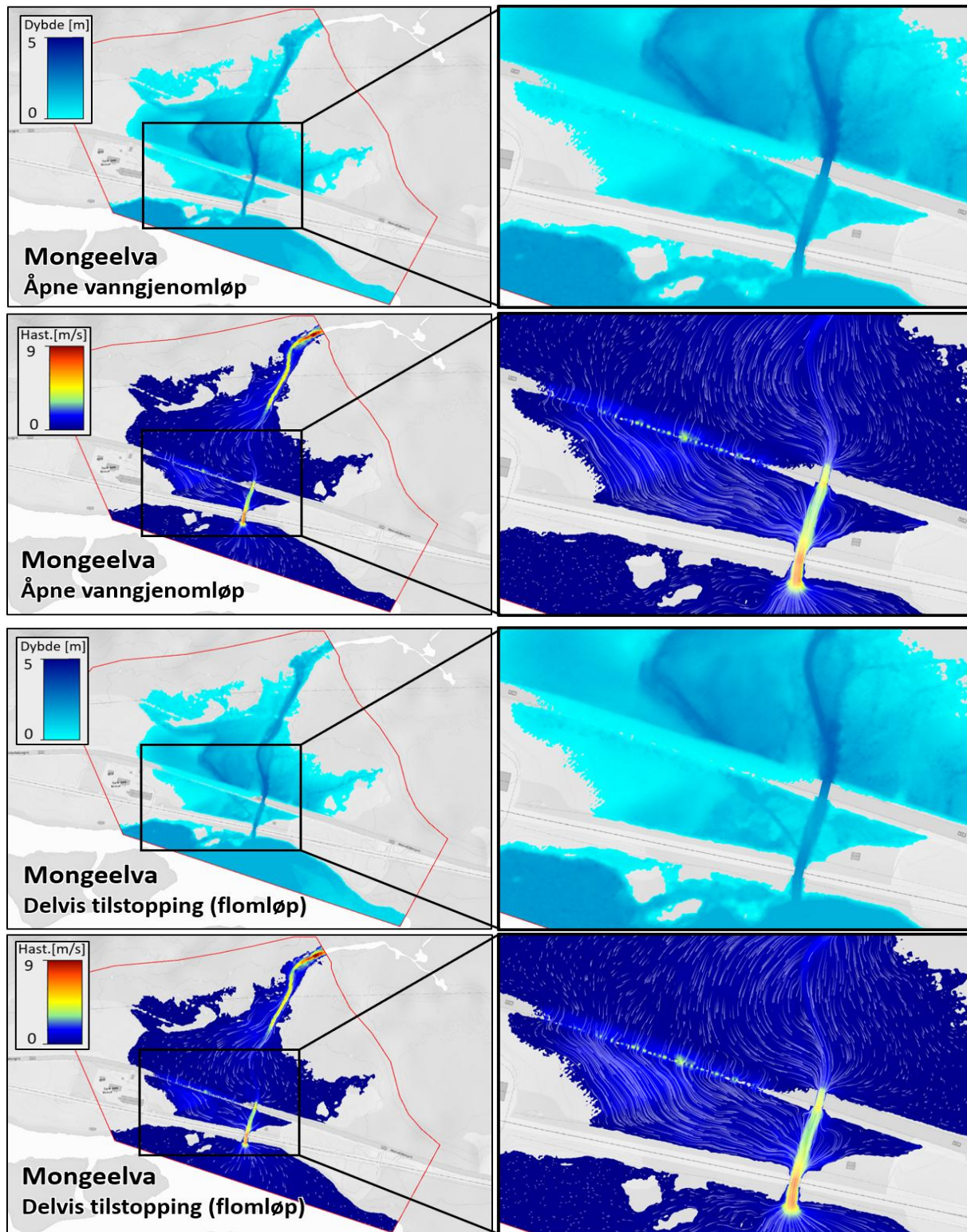
Figur 6-4 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Rangåa ved dagens situasjon. De øverste plottene er for åpne gjennomløp, og de nederste for delvis tilstoppede stikkrenner og kulverter (1/3 av innløpshøyde).



Figur 6-5 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Skiribekken ved dagens situasjon. De øverste plottene er for åpne gjennomløp, og de nederste for delvis tilstoppede stikkrenner og kulverter (1/3 av innløpshøyde).



Figur 6-6 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Kvernagrova ved dagens situasjon. De øverste plottene er for åpne gjennomløp, og de nederste for delvis tilstoppede stikkrenner og kulverter (1/3 av innløpshøyde).



Figur 6-7 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Mongeelva ved dagens situasjon. De øverste plottene er for åpne gjennomløp, og de nederste for delvis tilstoppede stikkrenner og kulverter i sideløp (1/3 av innløpshøyde) – burer i Mongeelva er åpne også her.

6.4 Kapasitetsvurdering

I Tabell 6-4 er det gitt en oppsummering av hydrauliske resultater for de eksisterende krysningene mellom sidevassdragene og E136, mens lengdeprofil med inntegnede vannlinjer er vist i Figur 6-8. Som resultatene viser er det generelt manglende kapasitet, og flomsituasjonen er preget av oppstuvning og flomvann på avveie.

Tabell 6-4 Oppsummering av resultater for kryssinger mellom E136 og sidevassdrag.

Sidevassdrag	Rangåa		Skiribekken		Kverngrova		Mongeelva	
Type	Steinkulvert/ Betongrør		Plastrør		Steinkulvert (buet i topp)		Bru	
Dimensjoner [m]	BxH = 0.80x1.12 / D = 1.0		D = 1.0		BxH = 1.15x1.70		BxH = 4.50x2.15	
Dim. 200-årsflom [m³/s]	24.6		8.2		12.7		58.2	
Situasjon:	Åpent	Tett*	Åpent	Tett*	Åpent	Tett*	Åpent	Tett*
Type kontroll	Utløps	Utløps	Utløps	Utløps	Innløps	Innløps	Innløps	Innløps
Vannstand ved innløp (y) [moh.]	125.78	125.80	112.75	112.75	92.46	94.83	68.53	68.54
Vanndybde ved innløp [m]	3.76	3.78	1.87	1.87	5.23	7.60	2.68	2.69
Overført Hovedløp [m³/s]	3.43	2.00	1.41	1.13	12.70	9.97	37.20	37.20
vannmengde Sideløp [m³/s]	11.94	9.24	1.02	0.88	-	-	2.29	1.45
Flomvann på avveie [m³/s]	9.23	13.36	5.77	6.19	0.00	2.73	18.71	19.55
Dykket innløp?	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Overtopping av veg?	JA	JA	JA	JA	NEI	JA	JA	JA

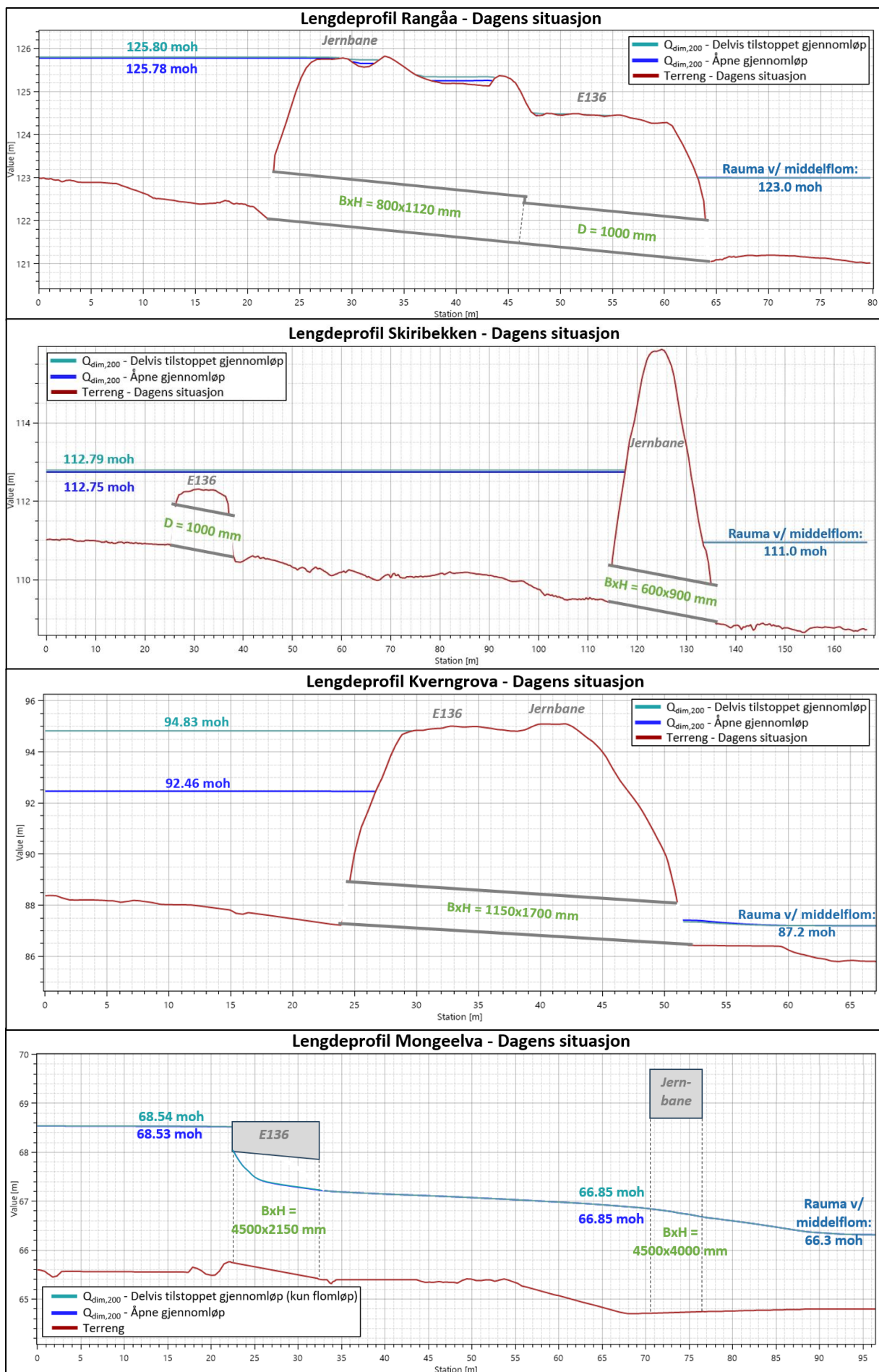
* Delvis tilstopping av stikkrenner og kulverter tilsvarende 1/3 av innløpshøyde. Bruer er ikke tilstoppet.

I Tabell 6-5 er det gjort en kapasitetsvurdering av krysningene i forhold til dimensjoneringskrav i Statens vegvesens Vegnormaler. Det er tydelig at ingen av kulvertene oppfyller krav, uavhengig om de er åpne eller delvis tilstoppede. Selv om Kverngrova ikke får overtopping av veibanen med et åpent løp, stiger vannstanden såpass mye at den går over den tette sikringen ved innløpet selv i åpen tilstand. Ved veibrua i Mongeelva når vannstanden brudekke, og følgelig er ikke minimumskravet til 50 cm fribord oppfylt.

For å oppsummere, er det **ingen av de eksisterende kryssingene mellom E136 og sidevassdrag som oppfyller Statens vegvesens flomkrav.**

Tabell 6-5 Kapasitetsvurdering av eksisterende kryssinger med E136 ift. krav i SVVs vegnormaler.

Sidevassdrag	Dimensjoneringskrav		
	Type	Beskrivelse ift. oppstrøms vanndybde	Oppfylt?
Rangåa	Kulvert med tett sikring	$y \leq \text{topp sikring} - 0.1 \times D$	NEI
Skiribekken	Kulvert uten tett sikring	$y \leq D$	NEI
Kverngrova	Kulvert med tett sikring	$y \leq \text{topp sikring} - 0.1 \times D$	NEI
Mongeelva	Bru	minimum 50 cm fribord	NEI



Figur 6-8 Lengdeprofil av eksisterende kryssninger mellom sidevassdrag og E136 og jernbane.

7 Vurdering av oversvømmelseshyppighet

Resultatene for dimensjonerende 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor), viser at det er begrenset kapasitet i vanngjennomløpene tilknyttet sidevassdragene. For å få et bilde av oversvømmelseshyppigheten ved sidevassdragene, er det gjort en tilbakeberegning av hvilken returperiode for flom kapasiteten i vanngjennomløpene tilsvarer.

7.1 Grunnlag for beregning av hyppighet

Det er her tatt utgangspunkt i en kritisk vannføring (Q_{krit}) tilsvarende beregnet videreført vannmengde i vanngjennomløpene under dimensjonerende 200-årsflom (se Tabell 6-5). Dette antas å gi et bilde på omtrentlig hvor ofte veibanen oversvømmes, i og med ved flomvannføringer større enn dette vil man få flomvann på avveie. Det bemerkes dog at SVVs dimensjoneringskrav ikke nødvendigvis vil være oppfylt ved de tilbakeberegnete returperiodene (som krav til fritt innløp ved kulverter og minimum 50 cm fribord ved veibane og bruer).

Returperioden (T) avhenger av om man tar hensyn til fremtidige klimaendringer og usikkerhet, eller ikke. Med utgangspunkt i dagens klima, og uten usikkerhet, tilsvarer T -årsflommen den kritiske vannføringen ($Q_T = Q_{krit}$). I fremtidens klima, må den kritiske vannføringen justeres for klimafaktor ($Q_T = Q_{krit}/F_k$). Det samme gjelder for usikkerhet ($Q_T = Q_{krit}/F_k \cdot F_s$).

For å finne selve returperioden, er det valgt å benytte ligningene som inngår i NIFS-formelverk (for mer informasjon om metoden vises det til kapittel 5.3.1.3). Grunnlaget fra flomberegningene benyttes til å estimere middelflom i sidevassdragene – se Tabell 7-1. Med utgangspunkt i beregnet T -års flomvannføring (Q_T) utledet fra kritisk vannføring, kan det beregnes vekstkurveforhold (Q_T/Q_M). Det gjøres så en tilbakeberegning av hvilken returperiode som gir dette vekstkurveforholdet, basert på regresjonsligningen som inngår i NIFS-formelverk.

Tabell 7-1 Grunnlag fra flomberegning for tilbakeberegning av returperiode basert på NIFS-formelverk.

Sidevassdrag		Rangåa	Skiribekken	Kvernagrova	Mongeelva
Endelig estimat av 200-årsflom (Q_{200})	[m ³ /s]	13.5	4.5	7.0	32.0
Beregnet vekstkurveforhold (Q_{200}/Q_M)	[-]	2.711	2.713	2.664	2.797
Estimert middelflom (Q_M)	[m ³ /s]	5.0	1.7	2.6	11.4

Det bemerkes at NIFS-formelverk ikke er gyldig for returperioder større enn 200 år, da det er svært stor usikkerhet for returperioder større enn denne. Følgelig kan estimater over dette tolkes som «mer enn 200 år» i praksis.

7.2 Beregnet oversvømmelseshyppighet

7.2.1 Rangåa

Beregnete returperioder for oversvømmelse ved Rangåa er gitt i Tabell 7-2. Det er vanskelig å estimere hvordan sideløpene til elva bidrar til flomavledning for mindre

flomhendelser uten mer detaljerte beregninger, da vannstanden på oppstrøms side av jernbanen og veien må nå en viss høyde for at dette skal skje. Det er valgt å ta med de fleste av stikkrennene, men ikke den overførte vannmengden i bruene i det gamle løpet til elva, da vannstanden må nesten være opp til veibanen før disse bidrar.

Beregningene indikerer at kulverten i hovedløpet til Rangåa håndterer ca. en 75-årsflom i dagens klima dersom den er åpen. Ved delvis tilstopping reduseres dette betraktelig (til 6 år). Det er ikke meldt inn spesielle problemer med oversvømmelse ved Rangåa så langt, noe som indikerer at kulverten trolig ikke er så utsatt for gjentetting.

I fremtidens klima økes vannmengdene betraktelig, og man kan forvente problemer med oversvømmelser om lag hvert 15. år eller oftere hvis det blir tilstopping og/eller tar hensyn til usikkerheter.

Tabell 7-2 Beregnede returperioder for flomhendelser som gir oversvømmelse ved E136 der den krysser Rangåa.

Sidevassdrag			Rangåa	
Situasjon			Åpent	Delvis tett**
Overført vannmengde (totalt)*	(Q_{krit})	[m ³ /s]	11.0	6.3
Flomhendelse i dagens klima og uten usikkerhet (uten klima- og sikkerhetsfaktor)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}$)	[m ³ /s]	11.0	6.3
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	2.210	1.272
Tilsvarende returperiode for flom	(T)	[år]	75	6
Flomhendelse i fremtidens klima uten usikkerhet (med klimafaktor $F_k=1.4$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k$)	[m ³ /s]	7.9	4.5
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	1.579	0.908
Tilsvarende returperiode for flom	(T)	[år]	15	2
Flomhendelse i fremtidens klima med usikkerhet (med klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k \cdot F_s$)	[m ³ /s]	6.1	3.5
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	1.214	0.699
Tilsvarende returperiode for flom	(T)	[år]	5	< 1

* Tilsvarende beregnet total vannmengde som føres igjennom vanngjennomløp, både i hoved- og sideløp.

Vann som går til bruer i gammelt løp til Rangåa er ikke inkludert.

** Delvis tilstopping av stikkrenner og kulverter tilsvarende 1/3 av innløpshøyde.

7.2.2 Skiribekken

Beregnete returperioder for oversvømmelse ved Skiribekken er gitt i Tabell 7-3.

Resultatene indikerer at eksisterende stikkrenner håndterer rundt en 10-årsflom i dagens klima og åpen tilstand. Også her er det ikke meldt inn spesielle problemer med oversvømmelse; det kan bli mye vann i området, men det oppleves ikke store vannmengder i veibanen på en jevnlig basis. Dette indikerer at omkringliggende ur trolig infiltrerer mye vann.

Stikkrennene har dog dårlig kapasitet, spesielt hvis klimaet endres som forventet og/eller de blir gjentettet. Under forutsetningen at ura ikke fører vann vekk fra området, kan man forvente oversvømmelser ved E136 omtrentlig årlig i disse tilfellene.

Tabell 7-3 Beregnede returperioder for flomhendelser som gir oversvømmelse ved E136 der den krysser Skiribekken.

Sidevassdrag			Skiribekken	
Situasjon			Åpent	Delvis tett**
Overført vannmengde (totalt)*	(Q_{krit})	[m ³ /s]	2.4	2.0
Flomhendelse i dagens klima og uten usikkerhet (uten klima- og sikkerhetsfaktor)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}$)	[m ³ /s]	2.4	2.0
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	1.463	1.210
Tilsvarende returperiode for flom (T)	[år]		10	5
Flomhendelse i fremtidens klima uten usikkerhet (med klimafaktor $F_k=1.4$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k$)	[m ³ /s]	1.7	1.4
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	1.045	0.865
Tilsvarende returperiode for flom (T)	[år]		3	< 1
Flomhendelse i fremtidens klima med usikkerhet (med klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k \cdot F_s$)	[m ³ /s]	1.3	1.1
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	0.804	0.665
Tilsvarende returperiode for flom (T)	[år]		< 1	< 1

* Tilsvarende beregnet total vannmengde som føres igjennom vanngjennomløp, både i hoved- og sideløp.

** Delvis tilstopping av stikkrenner og kulverter tilsvarende 1/3 av innløpshøyde.

7.2.3 Kverngruva

Beregnete returperioder for oversvømmelse ved Kverngruva er gitt i Tabell 7-4.

Resultatene viser at den gamle steinkulverten ved Kverngruva har mer en nok kapasitet til å ta unna flomvannmengdene i dagens klima, også ved delvis tilstopping. Dette gjør at den også kan håndtere økte vannmengder som følge av klimaendringer, men trolig med betydelig oppstuvning dersom det blir tilstoppet. Når man hensyntar usikkerheter i beregningene, blir kapasiteten dog begrenset. Med klima, usikkerhet og delvis tilstopping (som er SVVs krav), håndterer kulverten rundt en 60-årsflom.

Tabell 7-4 Beregnede returperioder for flomhendelser som gir oversvømmelse ved E136 der den krysser Kverngruva.

Sidevassdrag			Kverngruva	
Situasjon			Åpent	Delvis tett*
Overført vannmengde	(Q_{krit})	[m ³ /s]	12.7	10.0
Flomhendelse i dagens klima og uten usikkerhet (uten klima- og sikkerhetsfaktor)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}$)	[m ³ /s]	12.7	10.0
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	4.848	3.806
Tilsvarende returperiode for flom (T)	[år]		4307 (>200)	1242 (>200)
Flomhendelse i fremtidens klima uten usikkerhet (med klimafaktor $F_k=1.4$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k$)	[m ³ /s]	9.1	7.1
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	3.463	2.719
Tilsvarende returperiode for flom (T)	[år]		765 (>200)	222
Flomhendelse i fremtidens klima med usikkerhet (med klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k \cdot F_s$)	[m ³ /s]	7.0	5.5
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	2.664	2.091
Tilsvarende returperiode for flom (T)	[år]		200	59

* Delvis tilstopping av kulvert tilsvarende 1/3 av innløpshøyde.

7.2.4 Mongeelva

Beregnete returperioder for oversvømmelse ved Mongeelva er gitt i Tabell 7-5.

Resultatene viser at dagens veibru (med noe flomavlednings-bidrag fra stikkrenner i sideløp) håndterer omtrentlig en 500-årsflom i dagens klima. Påslag for klima og usikkerhet har dog stor effekt. I fremtidens klima vil den trolig håndtere rundt en 100-årsflom, og dersom man hensyntar usikkerheter reduseres dette til en 30-årsflom.

Disse beregningene hensyntar imidlertid ikke reguleringer i feltet til elva. Det er usikkert hvor stor effekt dette har, spesielt for de mindre flomhendelsene. Altså er det mulig at veibrua i realiteten håndterer større flomhendelser enn det som er beregnet her.

Tabell 7-5 Beregnede returperioder for flomhendelser som gir oversvømmelse ved E136 der den krysser Mongeelva.

Sidevassdrag			Mongeelva	
Situasjon			Åpent	Delvis tett**
Overført vannmengde (totalt)*	(Q_{krit})	[m ³ /s]	39.5	38.7
Flomhendelse i dagens klima og uten usikkerhet (uten klima- og sikkerhetsfaktor)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}$)	[m ³ /s]	39.5	38.7
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	3.454	3.381
Tilsvarende returperiode for flom	(T)	[år]	517 (>200)	469 (>200)
Flomhendelse i fremtidens klima uten usikkerhet (med klimafaktor $F_k=1.4$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k$)	[m ³ /s]	28.2	27.6
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	2.467	2.415
Tilsvarende returperiode for flom	(T)	[år]	113	103
Flomhendelse i fremtidens klima med usikkerhet (med klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$)				
Flomvannføring	($Q_T = Q_{krit}/F_k \cdot F_s$)	[m ³ /s]	21.7	21.2
Tilsvarende vekstkurveforhold	(Q_T/Q_M)	[-]	1.898	1.857
Tilsvarende returperiode for flom	(T)	[år]	34	31

* Tilsvarende beregnet total vannmengde som føres igjennom vanngjennomløp, både i hoved- og sideløp.

** Delvis tilstopping av stikkrenner i sideløp tilsvarende 1/3. Bru i hovedløp er ikke tilstoppet.

7.3 Oppsummering hyppighet

En oppsummering av beregnede returperioder for flom som gir oversvømmelser ved E136 der den krysser sidevassdrag, er gitt i Tabell 7-6.

Tabell 7-6 Oppsummering av beregnede returperioder for flom som gir oversvømmelse ved E136 der den krysser sidevassdrag. MERK: det er usikkerhet knyttet til beregningene, og spesielt knyttet til returperioder > 200 år.

Sidevassdrag	Rangåa		Skiribekken		Kverngrova		Mongeelva	
	Åpent	Tett*	Åpent	Tett*	Åpent	Tett*	Åpent	Tett*
Dagens klima	75	6	10	5	4307	1242	517	469
Fremtidens klima	15	2	3	< 1	765	222	113	103
Fremtidens klima og usikkerhet	5	< 1	< 1	< 1	200	59	34	31

* Delvis tilstopping av stikkrenner og kulverter tilsvarende 1/3 av innløpshøyde. Bruer er ikke tilstoppet.

Sammenligningen i tabellen over, viser tydelig at de største kapasitetsproblemene er ved Skiribekken og Rangåa. Ved Mongeelva kan det bli problemer i et fremtidig klima, mens ved Kverngrova er det først når man tar hensyn til usikkerhet og tilstopping i tillegg til klimaendringer at det kan oppstå problemer med flomvann over veibanen.

Som tidligere nevnt er det usikkerhet knyttet til beregningene. Det bemerkes også at usikkerhetene stort sett gir utslag i hyppigere oversvømmelser enn det som kan opptre i realiteten. Spesielt kan følgende usikkerheter fremheves:

- Rangåa: Effekt av flomavlastning i sideløp (spesielt ift. bruer i gammelt løp)
- Skiribekken: Effekt av vann som filtrerer i omkringliggende ur
- Mongeelva: Effekt av vannkraftregulering lengre opp i feltet

8 Vurdering av tiltak som oppfyller SVVs flomkrav

Det er sett på tiltak for å sikre E136 mot flom i sidevassdragene, hvor målet er å finne løsninger som ivaretar Statens vegvesens flomkrav (se kapittel 4.3) samtidig som det er realiserbart i forhold til høyder og utforming på ny veigeometri. Det er også tatt hensyn til fredede kulturminner i og ved den gamle veien, i den grad det er mulig for å oppnå flomkrav.

Det er her gjennomgått dimensjoneringsforutsetninger som ligger til grunn, og gitt en beskrivelse av foreslåtte tiltak samt resultater av hydrauliske beregninger hvor disse er lagt inn. Veigeometrien det er tatt utgangspunkt i, er datert 12.11.2024.

8.1 Dimensjoneringsforutsetninger

I valg av fremtidige løsninger, er det tatt utgangspunkt i at det benyttes prefabrikkerte betongelementer med norske standard-dimensjoner – se Tabell 8-1. For betongrør, benyttes BASALS standard. For betongbokser, benyttes standard-dimensjoner oppgitt i SVVs Håndbok V425 *Prefabrikkerte kulverter* (2020). I henhold til SVVs krav, skal det være minst 50 cm overdekning over betongrør, og det er tatt utgangspunkt i det samme for betongboksene.

Tabell 8-1 Standard-dimensjoner på prefabrikkerte betongelementer.

Type	Dimensjoner								
Betongrør (kulvert)	D	[mm]	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2400
Betongboks (bru)	BxH	[m]	3.5x3.2	4.0x4.3	4.5x3.2	5.0x5.0	5.5x3.2	6.0x5.0	8.0x5.0

Det er lagt til grunn at nye kulverter skal oppfylle SVVs krav for innløp uten tett sikring, det vil si fritt innløp ($y < D$) ved delvis gjentetting. I utgangspunktet skal gjentetningsgraden være 1/3 av innløpshøyden, men dette ansees som svært konservativt for kulverter av større dimensjoner (hvor det er et større tilgjengelig areal). For kulverter med $D > 1000$ mm er det derfor tatt utgangspunkt i 1/4 gjentetting. Videre er flomløp som ligger høyere opp i veifyllingen (over terreng/bekkebunn) mindre utsatt for tilstopping, og disse forutsettes å være åpne. Nye betongrør er typisk utformet med såkalt «muffeende», som reduserer innløpstapene. I beregningene er det derfor lagt til grunn en singulærtapskoeffisient på $k_{inn} = 0.2$ for nye kulverter.

For bruer (spenn ≥ 2.5 meter) er det lagt til grunn at SVVs krav til minimum 50 cm fribord skal oppfylles. Det skal ikke medregnes delvis tilstopping av bruer. I sideløp til bruene, hvor stikkrenner/kulverter ligger i flukt med bekebunn/terreng, er det imidlertid hensyntatt delvis tilstopping iht. beskrivelsen over.

For å finne nødvendige dimensjoner, er det innledningsvis gjort forenklede hydrauliske beregninger med programmet HY-8. Dette programmet hensyntar kun hydrauliske forhold direkte ved kulverten eller brua, og ser ikke vannveien som en helhet slik som HEC-RAS. Dimensjoner og utforming er derfor kontrollert med simuleringer i HEC-RAS, og evt. justert i forhold til disse resultatene.

8.2 Foreslåtte tiltak

8.2.1 Rangåa

Flomsituasjonen i Rangåa er preget av manglende kapasitet i den todelte kulverten som fører det «nye» hovedløpet til elva under jernbanen og E136. Det ble innledningsvis sett på muligheter for å føre flomvannet *tilbake* til det gamle løpet til elva (før det gitt skred), hvor det er to store bruer med god kapasitet. Høydeforskjeller gjør imidlertid dette svært utfordrende. Hvis det skulle anlegges et avlastende flomløp (grøft/kanal) langs med jernbanen, må denne ha hatt skråningshøyder på opptil ca. 4 meter for å skape tilstrekkelig fall. Alternativt må det avlastende flomløpet starte lengre opp i elva, men dette innebærer større inngrep i dyrket mark.

Det er derfor anbefalt å løse flomproblemet *lokalt* i hovedløpet, ved å bytte dagens kulvert med et større løp. Den nye veien skal ligge en god del høyere enn den gamle, noe som tillater at man kan gå betydelig opp i dimensjon. Det er derfor ikke ansett som nødvendig eller hensiktsmessig med oppdimensjonering av side-/flomløp, og dagens stikkrenner på siden av hovedløpet kan derfor beholdes.

Det anbefales at den nye kryssingen med Rangåa utføres som en **bru med dimensjoner BxH = 3.5x3.2 meter**. Det ble sett på muligheter for å bruke flere parallelle rør, men beregninger viser at disse må bli flere og store for å oppfylle krav (f.eks. ett Ø2400 mm og to Ø2000 mm). Eventuelle parallelle rør må i tillegg plasseres med nokså stor avstand på grunn av konstruksjonsmessig stabilitet, slik at den totale bredden på kryssingen blir betydelig større enn ved bruk av bru.

Den nye brua føres som et sammenhengende løp under jernbanen og ny E136. Dette vil redusere risiko for indre erosjon som følge av evt. glipper i overganger, slik som det er i dag mellom dagens steinkulvert og betongrør. Videre bør den delen av elva som går under den gamle veifyllingen som skal tilbakeføres til naturen, gjenåpnes.

8.2.2 Skiribekken

Flomproblemene i Skiribekken er knyttet til manglende kapasitet i kulvertene under E136 og jernbanen, hvor oppstuvning fører til store vannmengder på avveie mot Skiri. Det er derfor nødvendig å skifte ut og oppdimensjonere løpene i begge kryssingene.

Ny E136 skal ligge noe høyere enn den gamle veien ved Skirimoen, men det er fortsatt begrenset med plass. Selv med noe senkning av dagens bekkebunn, kan dimensjonen i hovedløpet være maksimalt Ø2000 mm for å få tilstrekkelig overdekning. Dette alene er ikke stort nok til å håndtere den dimensjonerende flomvannmengden. Det foreslås derfor å oppdimensjonere også sideløpet øst for bekken, til ett Ø1600 mm rør, som uansett må skiftes ut ifm. etablering av en ny avkjørsel. **Ett Ø2000 mm rør i hovedløpet og Ø1600 mm rør i sideløpet** oppfyller begge SVVs flomkrav, samtidig som vannstanden oppstrøms den nye veien reduseres slik at man ikke lengre får flomvann på avveie mot Skiri.

Ved jernbanen har man ikke det samme problemet med overdekning. Beregninger viser at ett **Ø2400 mm rør** er tilstrekkelig til å håndtere flomvannmengdene og oppfyller SVVs krav. Det kan alternativt legges flere mindre parallelle rør, men dette vil trolig kreve et større inngrep i jernbanefyllingen.

Det bemerkes at utskiftning og oppdimensjonering av jernbanekulverten er en forutsetning for ivaretagelse av flomkravene ved ny E136. Dersom dette ikke utføres, blir flomsituasjonen omtrentlig lik den som er i dag selv om foreslåtte tiltak utføres ved E136.

8.2.3 Kverngrova

Dagens steinkulvert i Kverngrova har for liten kapasitet, og ved delvis tilstopping får man flomvann på avveie over jernbanen og veien. Kulverten er et fredet kulturminne, og kan derfor ikke skiftes ut.

For å løse kapasitetsproblemene i Kverngrova, må det anlegges et nytt flomløp som kan avlaste den fredede kulverten. Det er ønskelig at dagens steinkulvert oppnår SVVs kapasitetskrav, og siden den har et tett innløp innebærer dette at oppstrøms vanndybde kan bli maksimalt 2.8 meter ($y \leq \text{topp sikring} - 0.1 \times D$). Beregninger viser at det nye **flomløpet må ha en dimensjon på Ø2400 mm, og ligge ca. 50 cm over bunn av dagens steinkulvert**, for å senke vannstanden til dette nivået. Det bemerkes at dersom flomløpet legges høyere enn dette vil den ha mindre avlastende effekt, og vannstanden økes påfølgende.

Flomløpet på Ø2400 mm legges øst for dagens kulvert, og i en trasé slik at det ikke påvirker øvrige kulturminner i området.

8.2.4 Mongeelva

Dagens veibru i Mongeelva har akkurat for liten kapasitet, og man får overtopping av veien i et lavpunkt vest for brua. Denne veibrua er et fredet kulturminne, og kan derfor ikke skiftes ut. Jernbanebrua nedstrøms E136 har imidlertid god kapasitet, og det er ikke behov for tiltak her.

Ny E136 skal heves noe i forhold til eksisterende vei ved Mongeelva, noe som reduserer risikoen for overtopping. Men dette vil også medføre at vannstanden på oversiden av veien økes, med mindre det utføres kapasitetsøkende tiltak. For å løse kapasitetsproblemene, anbefales det å **oppdimensjonere sideløpet vest for brua til ett Ø2000 mm rør**. Med en slik dimensjon, og ved noe senkning av bekke/grøftebunn i sideløpet, oppfyller både kulverten i sideløpet og eksisterende veibru SVVs flomkrav.

Det er også et sideløp øst for brua, men her vil et mulig massedeponi langs med Mongeelva medføre en betydelig reduksjon i vannmengden som føres fra hovedløpet til denne. Altså vil en evt. oppdimensjonering av det østlige sideløpet ha minimal effekt på oppstrøms vannstand pga. massedeponiet. Videre er det mer enn nok overdekning ved det vestlige sideløpet til å få plass til et større rør som håndterer flomproblemene alene.

8.2.5 Oppsummering foreslåtte tiltak

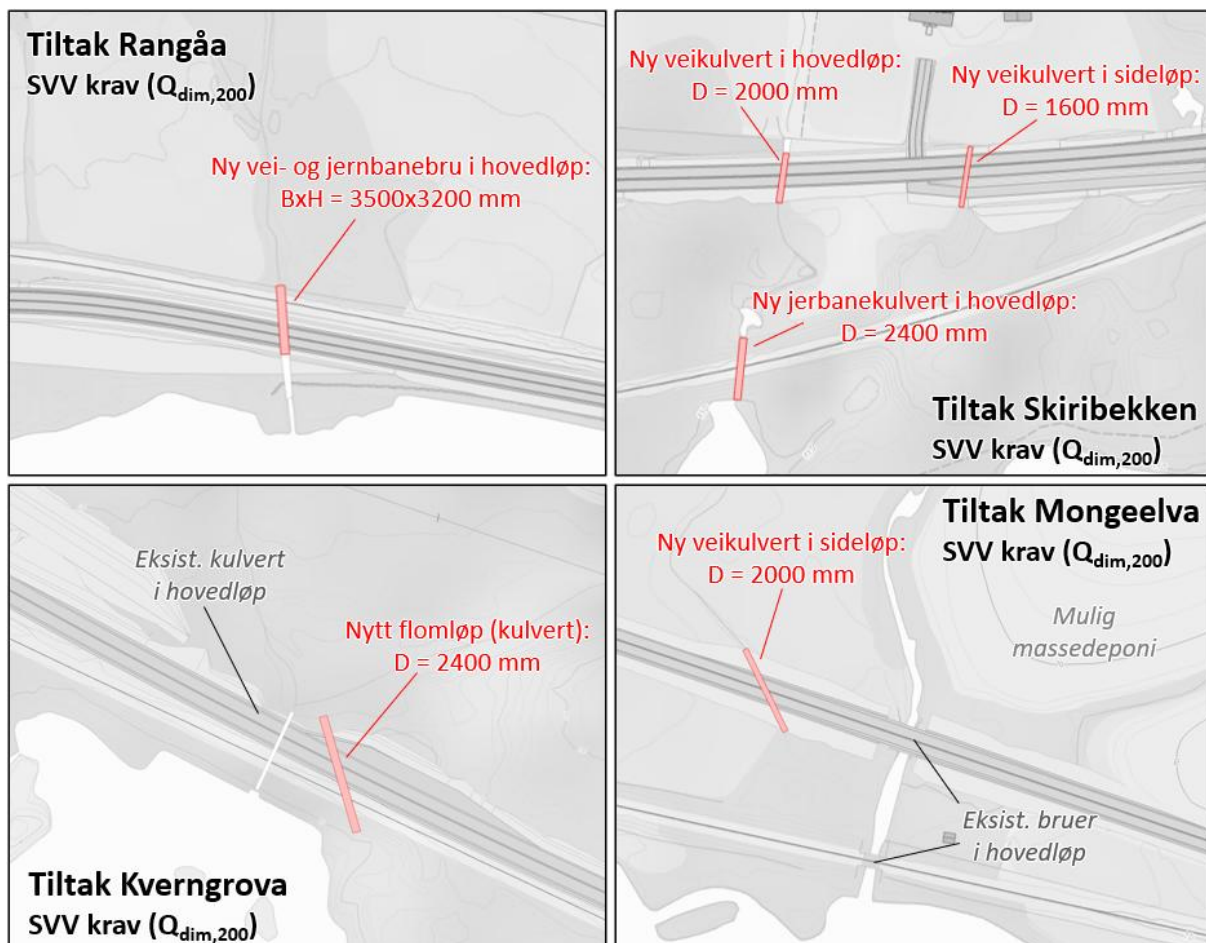
En oppsummering av foreslåtte tiltak i sidevassdragene som krysser E136 på strekningen Flatmark-Marstein er gitt i Tabell 8-1 og illustrert i Figur 8-1. Alle disse oppnår SVVs dimensjonskrav i forhold til dimensjonerende 200-årsflom som inkluderer klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$.

Det bemerkes at det forutsettes at øvrige stikkrenner beholdes, og er ikke fjernet i hydrauliske modeller. Disse har begrenset kapasitet, men kan bidra til å avlaste noe. Kapasiteten til stikkrennene i forhold til sitt lille lokale felt er heller ikke kontrollert i dette arbeidet, noe som bør gjøres i senere vurderinger av generell overvannshåndtering.

Tabell 8-2 Foreslåtte tiltak som oppfyller SVVs flomkrav i forhold til $Q_{dim,200}$ (200-årsflom inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$) i sidevassdrag som krysser E136 Flatmark-Marstein og deres utforming.

Sidevassdrag		Rangåa	Skiribekken			Kverngrova	Mongeelva
Tiltak		Nytt hovedløp E136/bane	Nytt hovedløp E136	Nytt sideløp E136	Nytt hovedløp jernbane	Nytt flomløp E136/bane	Nytt sideløp E136
Flom kap.		Q _{dim,200}	Q _{dim,200}	Q _{dim,200}	Q _{dim,200}	Q _{dim,200}	Q _{dim,200}
Type		Bru	Kulvert	Kulvert	Kulvert	Kulvert	Kulvert
Dimensjoner		BxH = 3.5x3.2 m	D = 2.0 m	D = 1.6 m	D = 2.4 m	D = 2.4 m	D = 2.0 m
Lengde*		26 m	21 m	22 m	21 m	37 m	20 m
Høyder	Innløp	121.60 moh.	110.20 moh.	110.60 moh.	109.43 moh.	87.70 moh.	65.90 moh.
	Utløp	121.40 moh.	110.05 moh.	110.50 moh.	108.88 moh.	87.20 moh.	65.70 moh.
Overdekning*		0.50 m	0.85 m	0.75 m	3.95 m	5.00 m	0.7 m

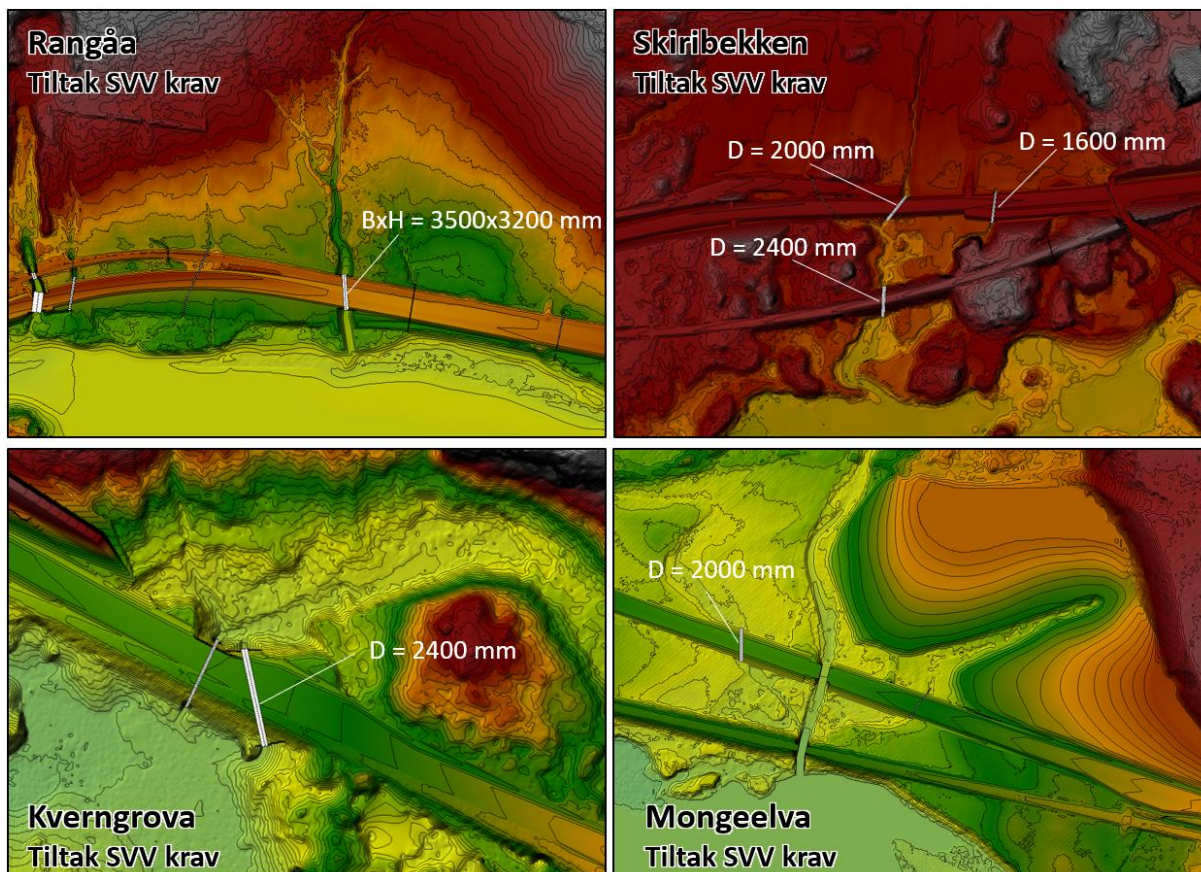
* Omtrentlige lengder og overdekning er basert på veigeometri datert 12.11.2024 (MERK: veigeometri oppdatert 20.01.2025 for Mongeelva).



Figur 8-1 Kart som viser foreslåtte tiltak i sidevassdrag for å sikre E136 mot flom iht. SVVs vegnormaler, sammen med ny veilinje.

8.3 Hydraulisk beregning med tiltak

De foreslåtte tiltakene er lagt inn i de hydrauliske modellene sammen med ny veigeometri (per. 12.11.2024, oppdatert for Mongeelva 20.01.2025) – se Figur 8-2. Det er valgt å kun analysere situasjon med delvis tilstoppede stikkrenner og kulverter, med bakgrunn i at dette er dimensjonerende i forhold til SVVs flomkrav.

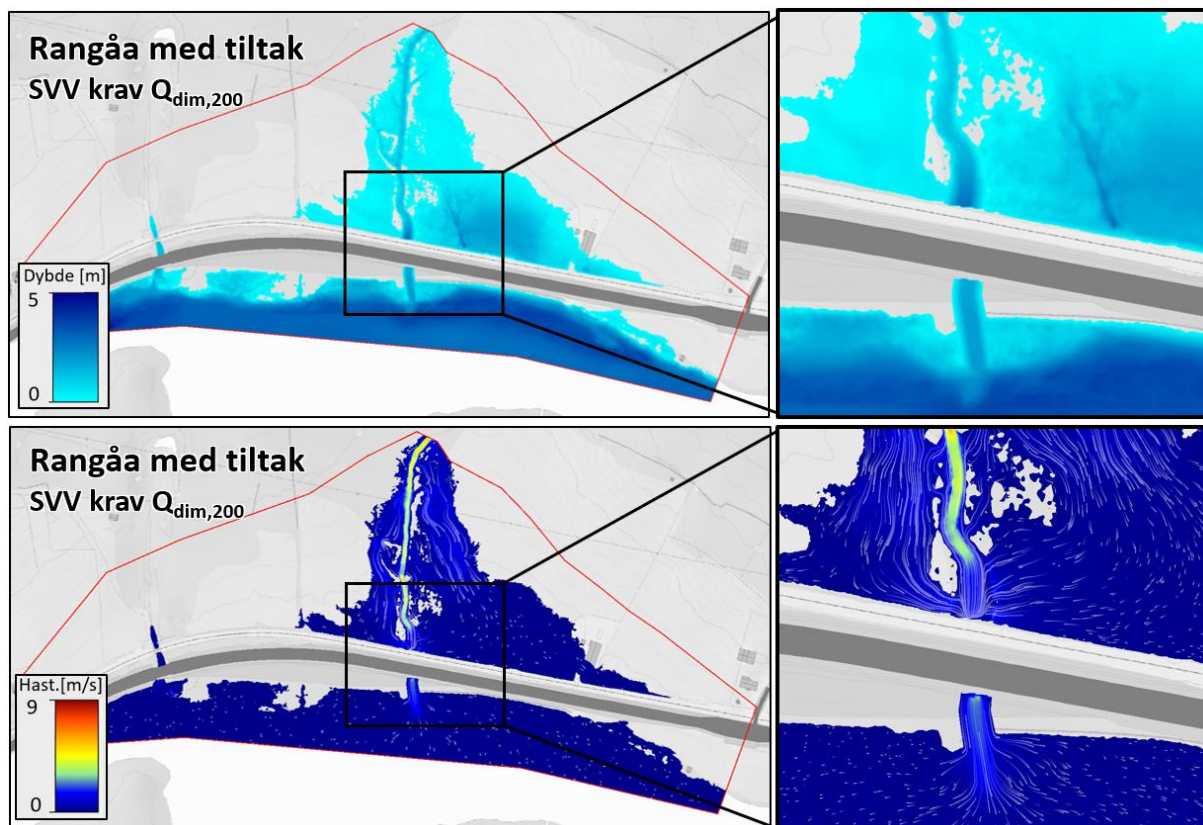


Figur 8-2 Utsnitt av terrenngmodeller for fremtidig situasjon i sidevassdrag, hvor ny veigeometri og øvrige terrengtiltak er lagt inn. Vanngjennomløp i hydraulisk modell er også vist, med annotering av nye/oppdimensjonerte løp.

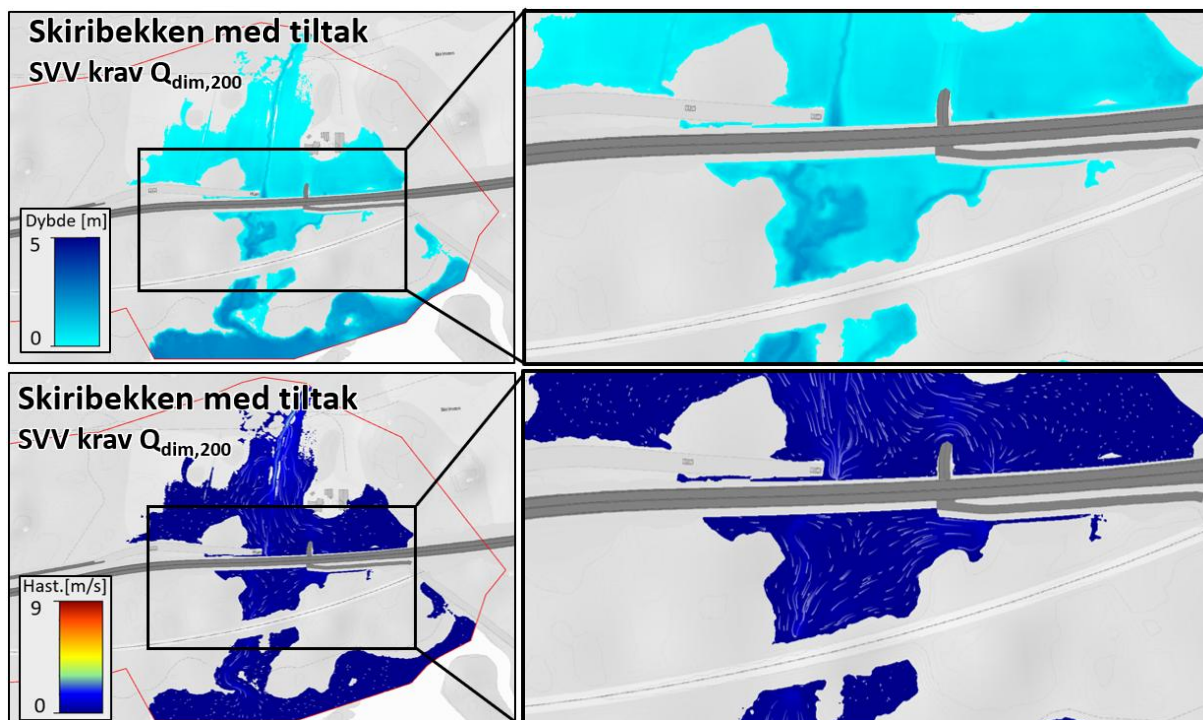
Resultater fra de hydrauliske analysene av fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak i sidevassdragene er gitt i Figur 8-3 til Figur 8-6. Lengdeprofiler er gitt i Figur 8-7.

Felles for alle sidevassdragene, er at de foreslåtte tiltakene medfører betydelig reduksjon i flomdybder og utbredelse. SVVs flomkrav er ivaretatt, og i tillegg er flomfaren betydelig redusert for nærliggende bebyggelse og bane.

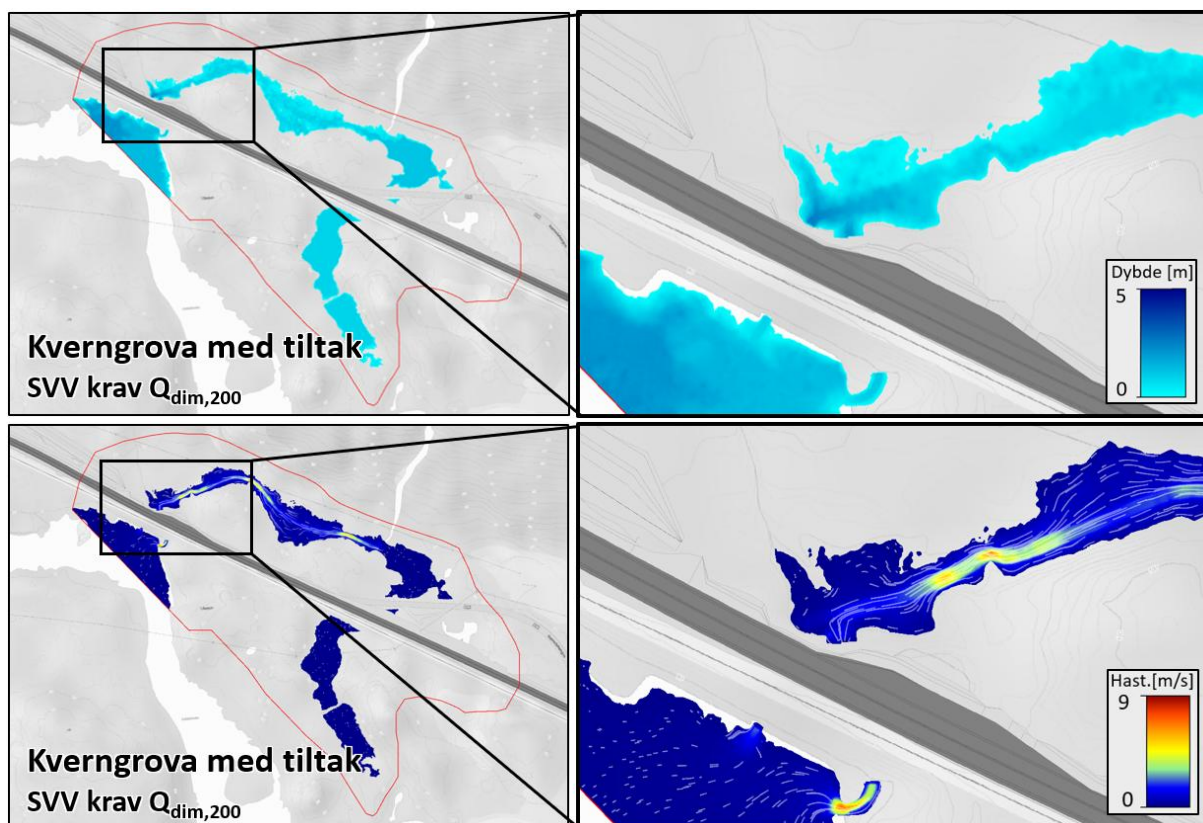
Veigeometrien som er lagt til grunn i beregningene (datert 12.11.2024) har tilstrekkelig høyde til å oppfylle krav til at veibanen skal ligge minst 50 cm over dimensjonerende 200-års flomnivå i sidevassdragene (dersom foreslåtte tiltak utføres). Ved enkelte av sidevassdragene ligger den også betydelig høyere.



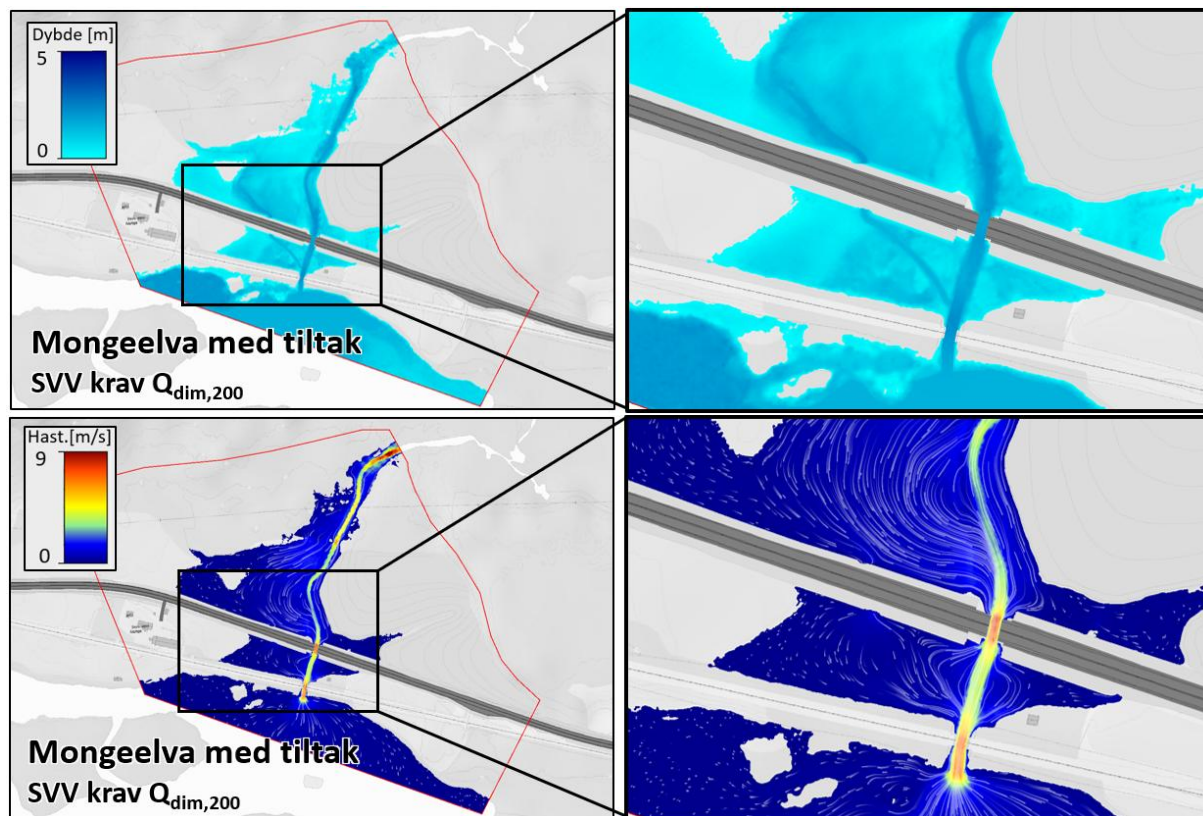
Figur 8-3 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Rangåa ved fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak som oppfyller SVVs flomkrav.



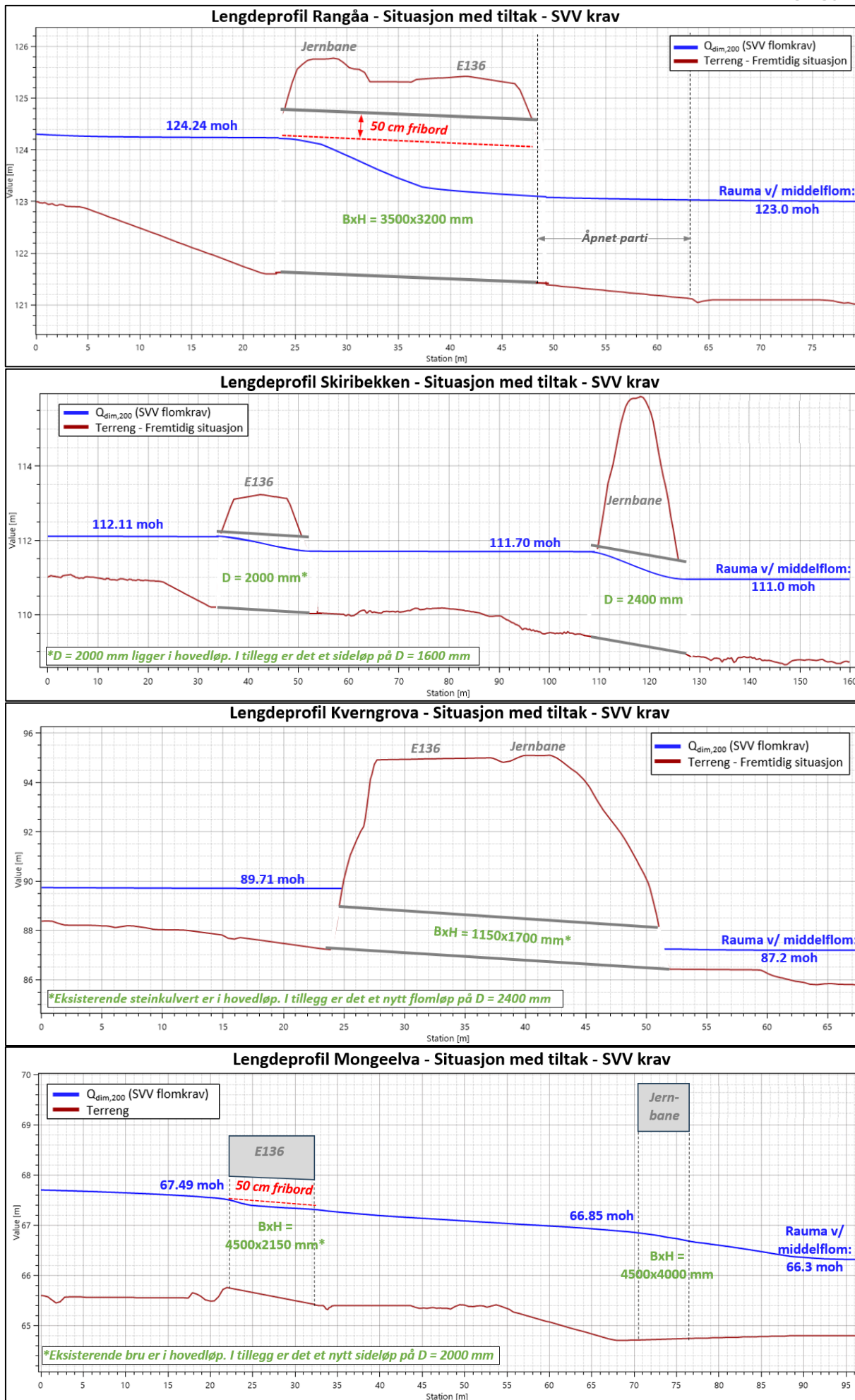
Figur 8-4 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Skiribekken ved fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak som oppfyller SVVs flomkrav.



Figur 8-5 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Kverngrova ved fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak som oppfyller SVVs flomkrav.



Figur 8-6 Dybde- og hastighetsplott for dim. 200-årsflom (inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $K_f = 1.4$ og $K_s = 1.3$) for Mongeelva ved fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak som oppfyller SVVs flomkrav.



Figur 8-7 Lengdeprofil av kryssninger mellom sidevassdrag og E136 og jernbane med foreslåtte tiltak som oppfyller Statens vegvesens flomkrav. Vannlinjer er beregnet for 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet $F_k = 1.4$ og $F_s = 1.3$.

9 Vurdering av tiltak med reduserte flomkrav

For at kryssingene skal oppnå Statens vegvesens flomkrav, må det utføres større tiltak ved alle sidevassdragene. Det kan være andre momenter og hensyn som gjør at gjennomførelse av de foreslåtte tiltakene som oppfyller SVVs flomkrav vil være utfordrende. Dette er spesielt med tanke på berøring/tiltak i jernbanen og fredede kulturminner. Det er derfor her sett på aktuelle tiltak med *reduserte* flomkrav.

Det er her vurdert hva det reduserte flomkravet bør *minimum* ligge på, og hvilke dimensjoneringsforutsetninger som bør ligge til grunn. Basert på dette er det foreslått tiltak som oppfyller de reduserte flomkravene, og gjort hydrauliske beregninger hvor tiltakene er lagt inn sammen med ny veigeometri.

9.1 Dimensjoneringsforutsetninger

Vurderinger av oversvømmelseshyppighet (se kapittel 7) viser at de største kapasitetsproblemene ligger ved Skiribekken og Rangåa. Ved disse sidevassdragene er det også utfordrende å sikre E136 mot flom i hovedelva Rauma iht. SVVs krav, hvor det er derfor valgt å sikre mot 200-årsflom uten påslag. Det vil være naturlig å legge til grunn det samme reduserte flomkravet i sidevassdragene, da også i Kverngrova og Mongeelva.

Det reduserte flomkravet settes altså til **200-årsflom uten påslag**. For øvrig bør dimensjoneringsforutsetninger gitt i SVVs vegnormaler oppfylles mot denne flomhendelsen. Det vil si at kulverter skal ha fritt innløp ($y < D$) ved delvis gjentetting (1/4) og at bruer skal ha minimum 50 cm fribord. Videre legges det til grunn de samme forutsetningene som er beskrevet tidligere i kapittel 8.1 i valg av fremtidige løsninger.

9.2 Foreslåtte tiltak

9.2.1 Rangåa

Dagens kulvert i Rangåa har altfor dårlig kapasitet selv i forhold til det reduserte flomkravet, og må byttes ut med et større løp. Uten påslagene for klima og usikkerhet, blir dog vannmengdene betydelig mindre. Innledende beregninger viser at det er mulig å begrense antall parallelle betongrør til kun 2 stk., ved å ha et hovedløp på Ø2400 mm og et flomløp på Ø1800 mm.

Det forutsettes også her at de nye betongrørene føres sammenhengende under jernbanen og ny E136, og at elva gjenåpnes i den delen av den gamle veifyllingen som skal tilbakeføres til naturen.

9.2.2 Skiribekken

Dagens kulverter i Skiribekken har ikke kapasitet til å håndtere 200-årsflom, selv uten påslag. Disse må følgelig byttes ut, men uten påslagene blir nødvendig dimensjon kraftig redusert ift. de som oppfyller SVVs krav. Innledende beregninger viser at ett Ø1600 mm rør i hovedløpet og Ø1000 mm rør i sideløpet oppfyller det reduserte flomkravet.

Også med det reduserte flomkravet må kulverten under jernbanen byttes ut. Veien ligger nokså lavt ved Skiribekken, og dersom dagens jernbanekulvert beholdes vil det ikke oppnås krav til 50 cm klaring mellom veibanen og 200-års flomnivå (kun 15 cm klaring). For 200-årsflom uten påslag er det imidlertid tilstrekkelig med et Ø1800 mm rør.

9.2.3 Kverngrova

Det er flere kulturminneverdier i området rundt Kverngrova, og det kan bli vanskelig å gjennomføre flomtiltak. Beregninger for hyppighet av oversvømmelse (se kapittel 7) indikerer at dagens steinkulvert klarer å håndtere 200-årsflom uten påslag, uten at man får oversvømmelser ved E136. Innledende beregninger viser dog at det skjer også noe oppstuvning ved 200-årsflom med dagens steinkulvert ved delvis tilstopping, ca. 1 meter høyere enn det som bør opptre ift. kravet for tett innløpssikring. Det er altså mulig at det må gjennomføres tiltak ved innløpet til steinkulverten, med mindre det kan påvises at risikoen for vanninntrenging i veifyllingen er liten.

Altså, med et redusert flomkrav er det ikke behov for flomtiltak i Rangåa, med unntak av mulig mer sikring ved innløpet til dagens steinkulvert for å hindre vanninntrenging.

9.2.4 Mongeelva

Beregnete oversvømmelseshyppigheter indikerer at dagens bru i Mongeelva håndterer rundt en 500-årsflom. Innledende beregninger viser at den også håndterer 200-årsflom (uten påslag) samtidig som det oppnås minimum 50 cm fribord. Med det reduserte flomkravet, er det altså ikke behov for flomtiltak i Mongeelva.

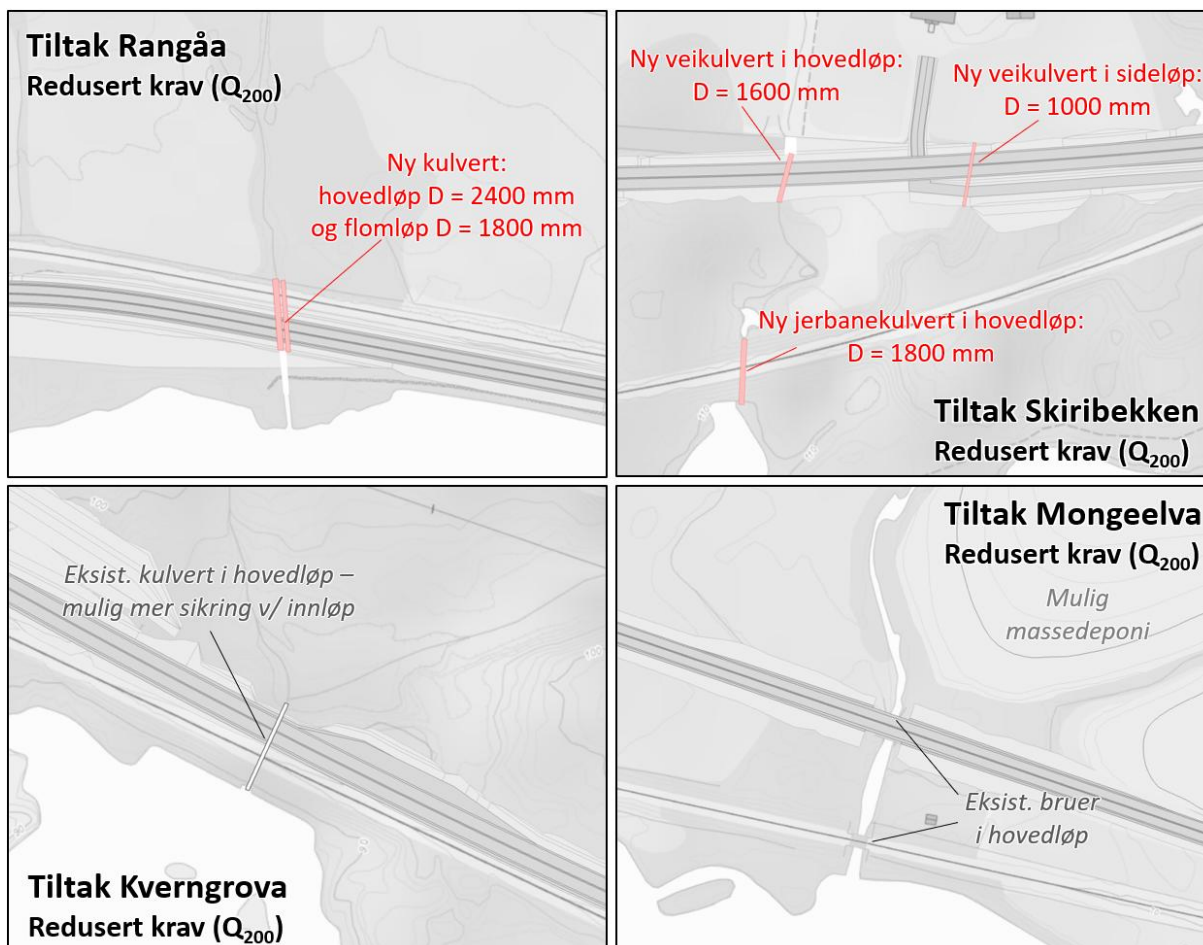
9.2.5 Oppsummering foreslåtte tiltak

En oppsummering av foreslåtte tiltak i sidevassdragene ved E136 Flatmark-Marstein, som oppfyller et redusert flomkrav, er gitt i Tabell 9-1 og illustrert i Figur 9-1. Dimensjonskrav er oppfylt i forhold til en flomhendelse tilsvarende 200-årsflom uten påslag.

Tabell 9-1 Foreslåtte tiltak i sidevassdrag med redusert flomkrav. Dimensjoneringsforutsetninger er oppfylt for 200-årsflom (uten påslag). Det er ikke behov for større tiltak i Kverngrova og Mongeelva med reduserte flomkrav.

Sidevassdrag		Rangåa		Skiribekken		
Tiltak		Nytt hovedløp E136/bane	Nytt flomløp E136/bane	Nytt hovedløp E136	Nytt sideløp E136	Nytt hovedløp jernbane
Flom kap.		Q ₂₀₀	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀
Type		Kulvert	Kulvert	Kulvert	Kulvert	Kulvert
Dimensjoner		D = 2.4 m	D = 1.8 m	D = 1.6 m	D = 1.0 m	D = 1.8 m
Lengde*		26 m	26 m	21 m	22 m	21 m
Høyder	Innløp	122.0 moh.	122.6 moh.	110.8 moh.	111.4 moh.	109.4 moh.
	Utløp	121.4 moh.	122.0 moh.	110.3 moh.	110.9 moh.	108.9 moh.
Overdekning*		1.0 m	1.0 m	0.7 m	0.7 m	4.6 m

* Omtrentlige lengder og overdekning er basert på veigeometri datert 12.11.2024.



Figur 9-1 Kart som viser foreslåtte tiltak i sidevassdrag med redusert flomkrav til 200-årsflom (uten påslag) sammen med ny veilinje. Det er ikke behov for tiltak i Kverngrova og Mongeelva med reduserte flomkrav.

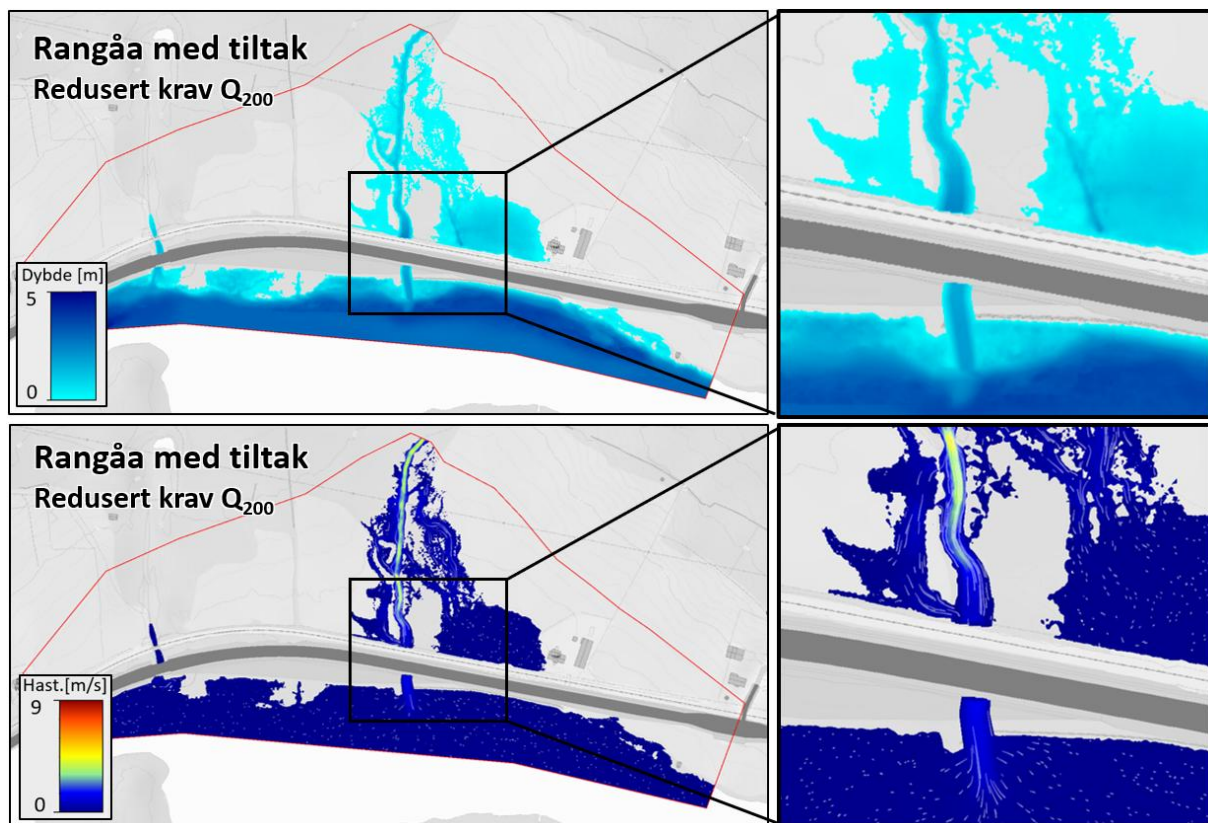
9.3 Hydraulisk beregning med tiltak

De foreslåtte tiltakene er lagt inn i de hydrauliske modellene sammen med ny veigeometri (per. 12.11.2024, oppdatert for Mongeelva 20.01.2025). Det er valgt å kun analysere situasjon med delvis tilstoppede stikkrenner og kulverter, med bakgrunn i at dette er satt som en forutsetning også for redusert flomkrav til 200-årsflom uten påslag.

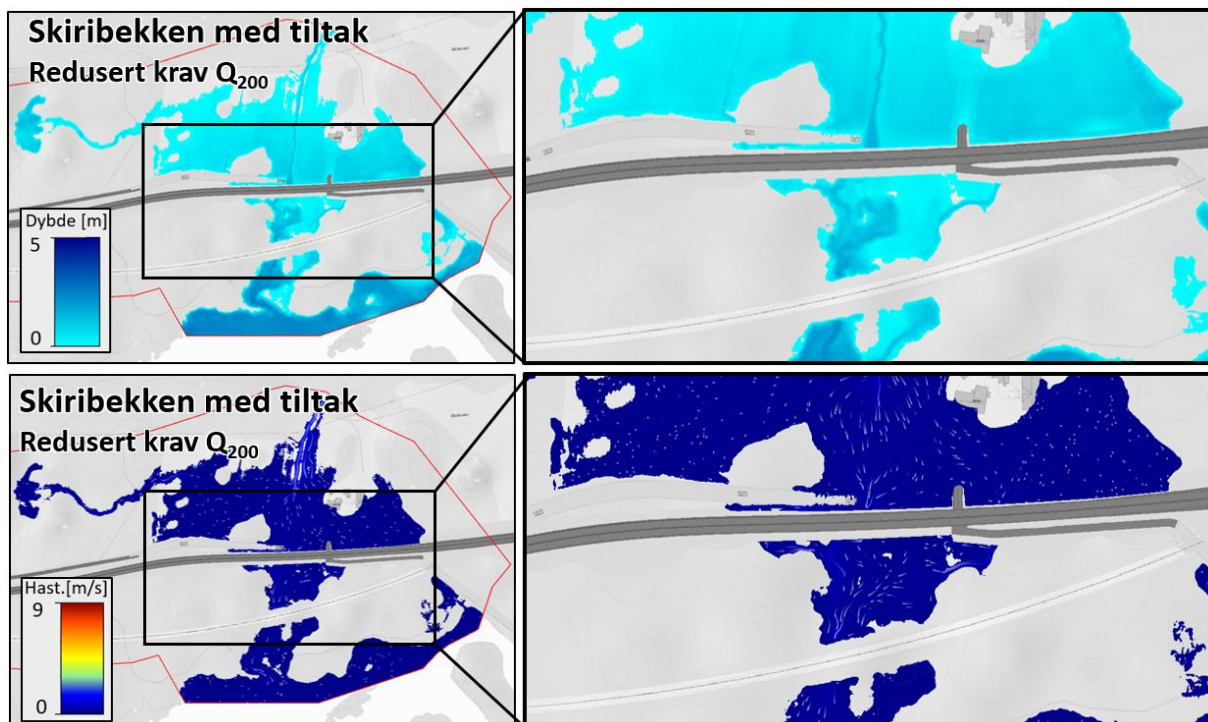
Resultater fra de hydrauliske analysene av fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak i sidevassdragene er gitt i Figur 9-2 til Figur 9-5. Lengdeprofiler er gitt i Figur 9-6.

I Rangåa og Skiribekken forventes en betydelig forbedring i forhold til dagens flomsituasjon, selv med reduserte flomkrav, med bakgrunn i det er kapasitetsproblemer ved flomhendelser betydelig mindre enn 200-årsflom i dag (se kapittel 7). I Kverngrova og Mongeelva vil flomsituasjonen forbli omtrentlig lik den som er i dag med reduserte krav.

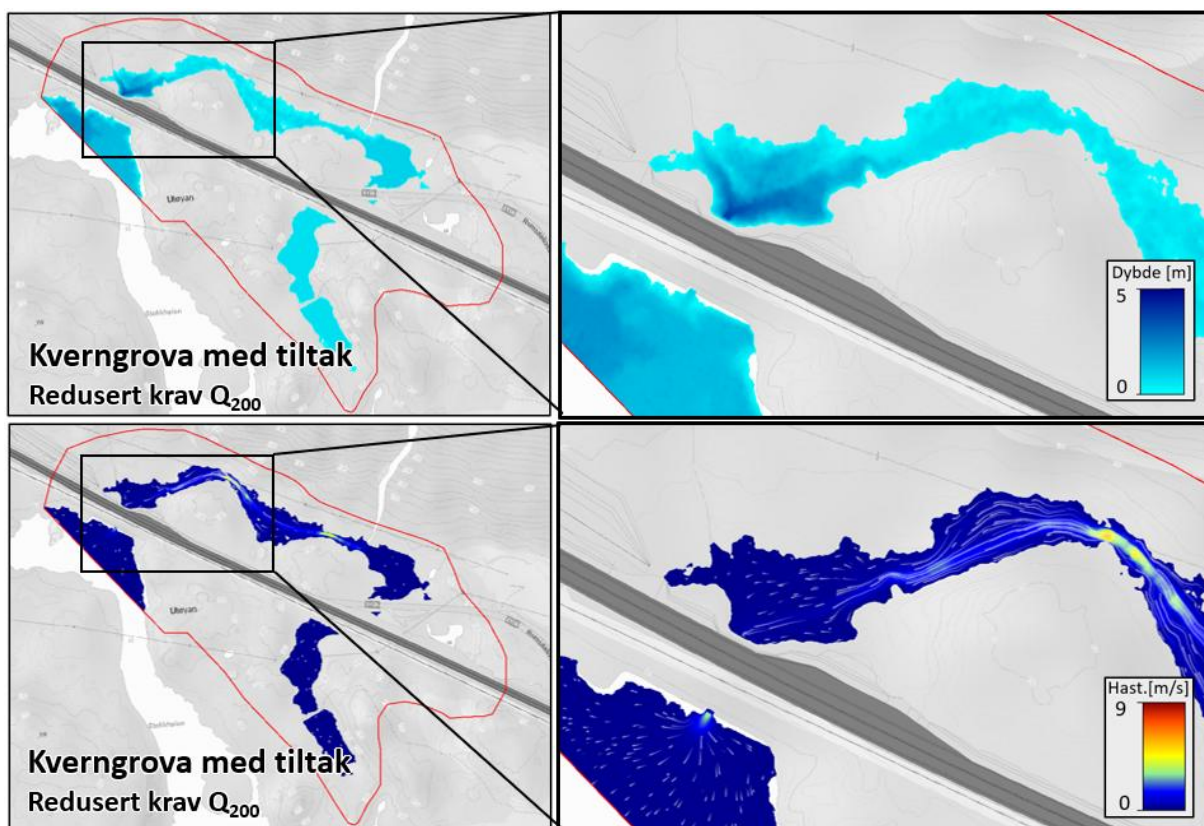
Veigeometrien som er lagt til grunn i beregningene (datert 12.11.2024) har tilstrekkelig høyde til å oppfylle krav til at veibanen skal ligge minst 50 cm 200-års flomnivå (uten påslag). Ved enkelte av sidevassdragene ligger den også betydelig høyere.



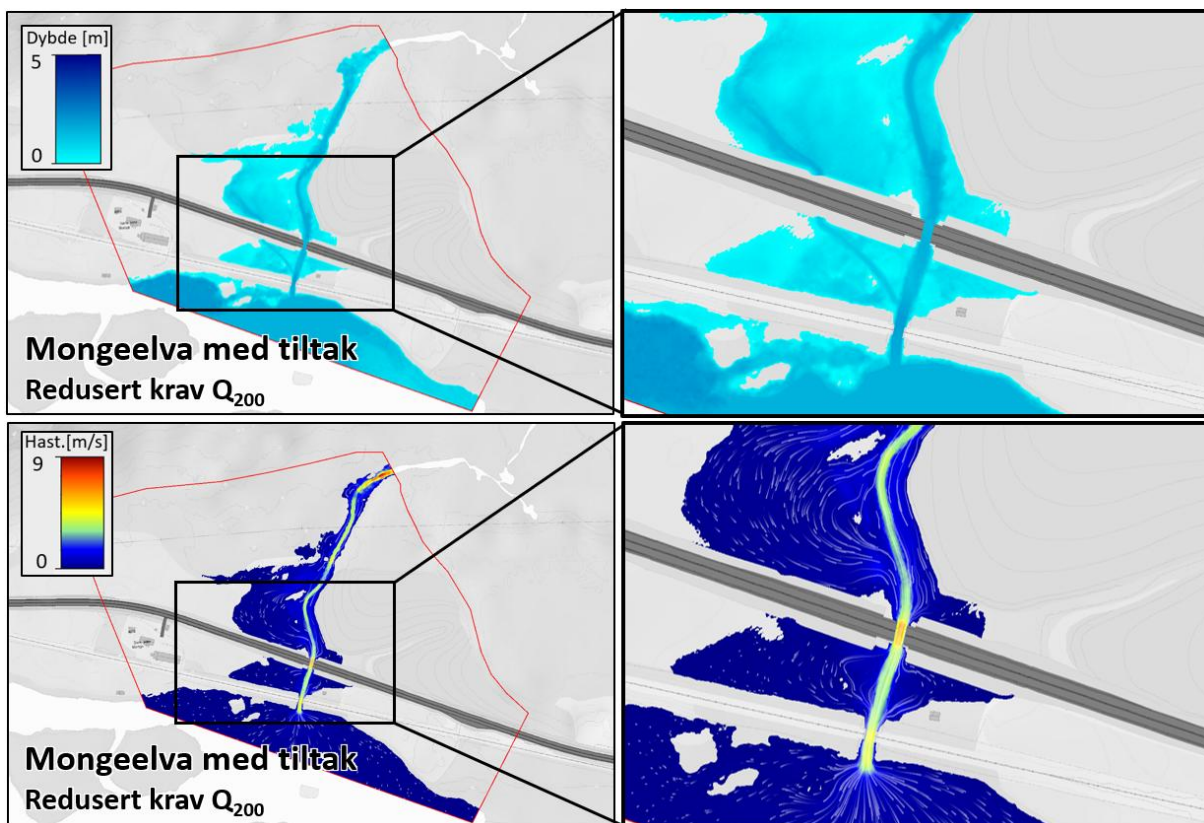
Figur 9-2 Dybde- og hastighetsplott for 200-årsflom (uten påslag) for Rangåa ved fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak ved reduserte flomkrav.



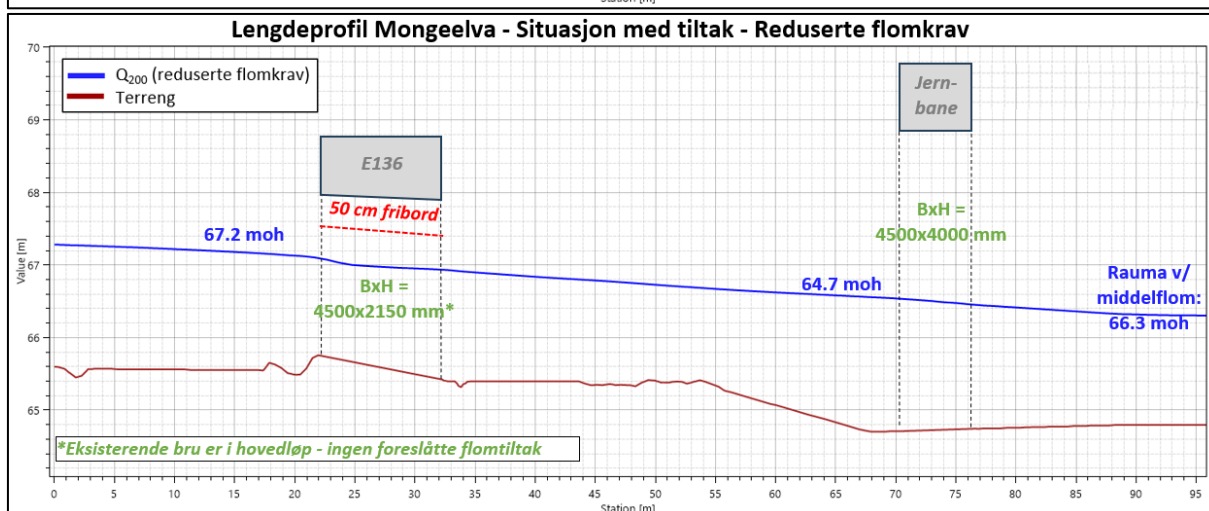
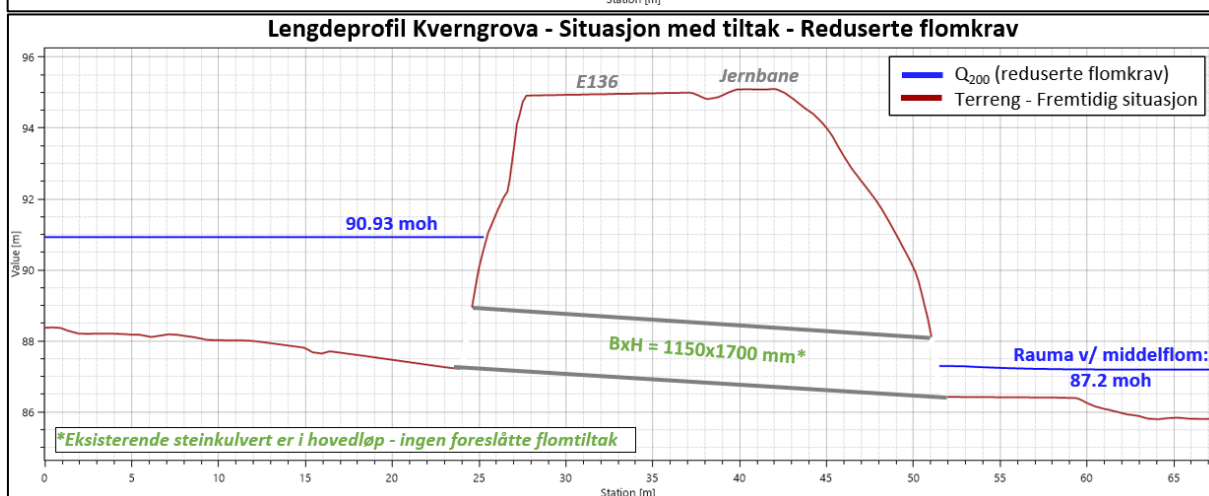
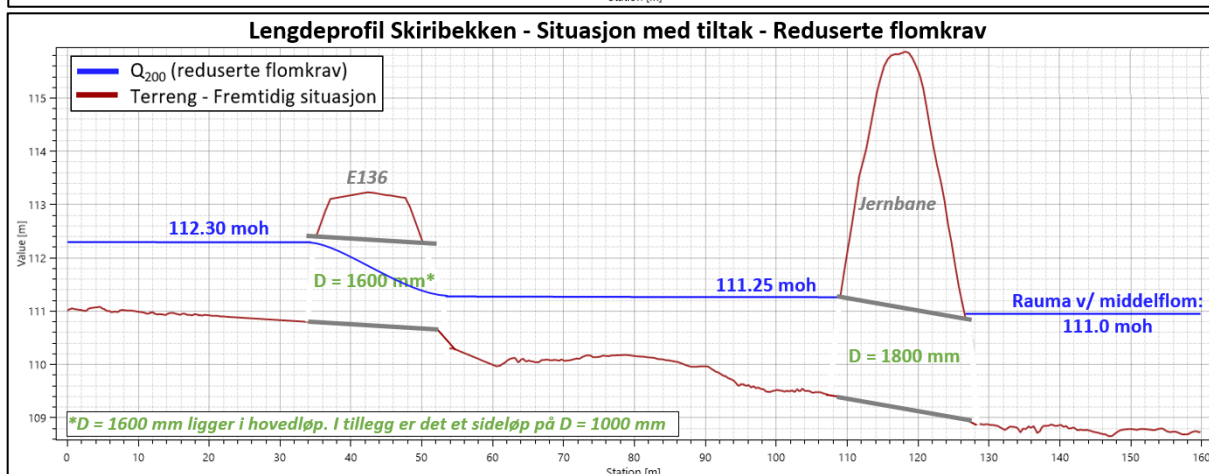
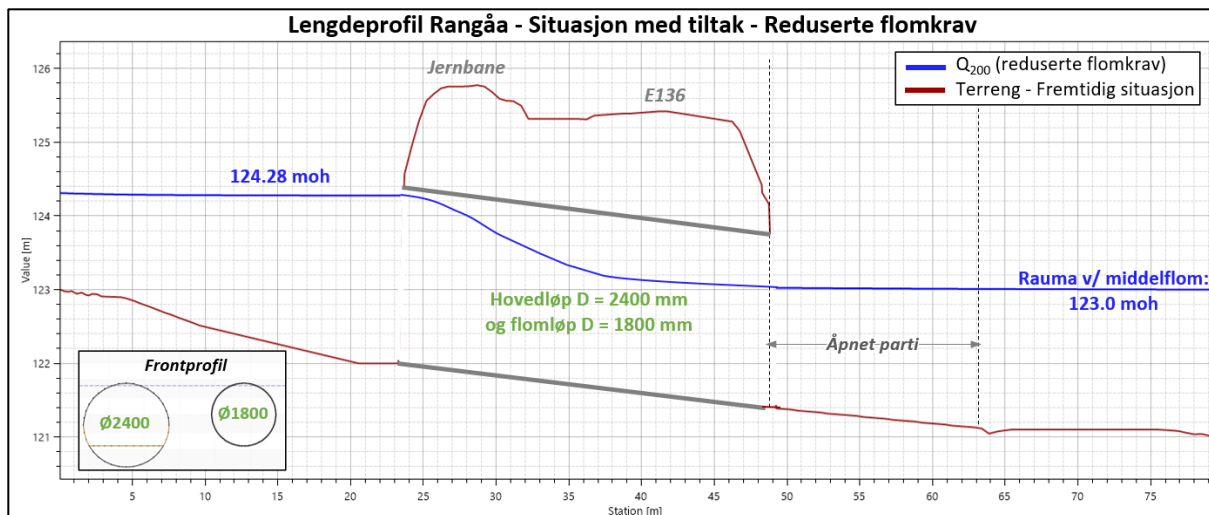
Figur 9-3 Dybde- og hastighetsplott for 200-årsflom (uten påslag) for Skiribekken ved fremtidig situasjon med foreslåtte tiltak ved reduserte flomkrav.



Figur 9-4 Dybde- og hastighetsplott for 200-årsflom (uten påslag) for Kverngrova ved fremtidig situasjon med reduserte flomkrav. Det er ikke foreslått noen flomtiltak; kun ny veigeometri er lagt inn.



Figur 9-5 Dybde- og hastighetsplott for 200-årsflom (uten påslag) for Mongeelva ved fremtidig situasjon med reduserte flomkrav. Det er ikke foreslått noen flomtiltak; kun ny veigeometri er lagt inn.



Figur 9-6 Lengdeprofil av kryssninger mellom sidevassdrag og E136 og jernbane med foreslåtte tiltak ved reduserte flomkrav. Vannlinjer er beregnet for 200-årsflom (uten påslag).

10 Vurdering av behov for erosjonssikring

Oppdimensjonering av vanngjennomløp medfører ofte en økning i vannhastighet. Oppstrøms kryssingen får man mindre oppstuvning og mer strømmende vann, mens nedstrøms kryssingen er det en større vannmengde som føres i nedstrøms bekke-/elvestreng. Økninger i vannhastighet kan medføre en økt potensiale for erosjon. Spesielt er utløp utsatt for lokal erosjon.

I de kryssingene hvor dagens kulverter byttes ut og oppdimensjoneres, vil det trolig være behov for erosjonssikring. Dette gjelder spesielt der man må senke bekkebunn/terreng for å få plass til det nye løpet, og må fjerne den naturlige erosjonshuden som er der i dag.

I Rangåa vil det være behov for å erosjonssikre både oppstrøms og nedstrøms ny bru (SVV krav) eller kulvert (reduisert flomkrav) i hovedløpet. Sikringsomfanget blir trolig størst nedstrøms den nye brua/kulverten, hvor både åpnet parti og trolig også en del av eksisterende elvebunn må sikres.

I Skiribekken er vannhastighetene beskjedne, selv med de oppdimensjonerte kulvertene. Erosjonspotensialet vil dog trolig bli større, siden det blir noe mer fart på vannet sammenlignet med den tilnærmet stillestående strømmingen som er i dag. Her må nye kulvertutløp, og delvis innløp, erosjonssikres. På grunn av begrensede vannhastigheter, er det imidlertid ikke forventet at sikringsomfanget blir stort.

I Kverngruva skal dagens steinkulvert beholdes, og det er grove masser og eksponert fjell i bekkeløpet som står godt imot erosjon. Dersom man velger å redusere flomkravene, og beholde dagens løsning uten større tiltak, er det mulig at dagens innløpskonstruksjon må sikres noe ekstra for å hindre vanninntrenging i veifyllingen. Dersom det etableres et nytt flomløp (SVV krav), må trolig utløpet på denne sikres, spesielt hvis dette plasseres i eksponerte løsmasser.

I Mongeelva skal dagens veibru beholdes. Dagens utforming på elva står tilsynelatende godt imot erosjon, med en nokså grov erosjonshud i elvebunn og tørrmur langs elvekanten noe oppstrøms veibrua og i partiet mellom vei- og jernbanebrua. Stedige steinstørrelser bør imidlertid kontrolleres. Dersom sideløpet i vest oppdimensjoneres for å oppnå SVVs flomkrav, vil dette trolig føre til økte utløpshastigheter. Her må også bekke-/grøftebunn senkes noe, noe som medfører fjerning av evt. naturlig erosjonshud. Utløpet, og delvis innløpet, på den nye kulverten må derfor erosjonssikres.

Erosjonssikringer bør utføres som rausede steinlag der dette er mulig. Dette gir en ru overflate som vil bidra til å redusere hastigheter, og er også mer naturtro. Eventuelle miljøforhold bør også hensyntas i utformingen av sikringen, spesielt i de sidevassdragene hvor det er potensiale for fiskeoppgang. Erosjonssikringer skal dimensjoneres i henhold til krav i Statens vegvesens Vegnormal N200, og bør følge øvrige anbefalinger for utforming gitt av NVE. Det bemerkes at i erosjonsberegninger bør det legges til grunn en normal- eller lavvannssituasjon i hovedelva Rauma. Dette gir lavere vannstander i sidevassdragene, men økte vannhastigheter (og da større erosjonspotensiale).

11 Konklusjoner og anbefalinger

Flomvurderingen av Rangåa, Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva, viser at E136 på strekningen Flatmark-Marstein er utsatt for flom fra sidevassdragene. Vurderingen er gjort for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k = 1.4$ og $F_s = 1.3$, og gjelder for sikkerhetsklasse V3 i henhold til Statens vegvesens Vegnormal N200.

Flomvurderingen viser at eksisterende vanngjennomløp som fører sidevassdragene under E136 har for liten kapasitet. Dette gjelder spesielt ved Rangåa og Skiribekken. SVVs flomkrav er ikke oppfylt, og man får i tillegg betydelig vannmengder på avveie over veibanen. Ved flere er det også problemer med manglende kapasitet ved jernbanen, noe som påvirker og enkelte steder forsterker flomproblematikken ved E136.

For at kryssingene skal oppnå SVVs flomkrav, må det utføres større tiltak ved alle sidevassdragene. Det er derfor også sett på tiltak med redusert flomkrav, til 200-årsflom uten påslag. Foreslåtte tiltak ift. SVVs flomkrav og reduserte flomkrav er som følger:

- **Rangåa:**
 - Felles: Skifte ut dagens kulvert i hovedløpet – nytt løp føres sammenhengende under E136 og jernbane
 - SVV flomkrav: Ny bru BxH = 3.5x3.2 m
 - Redusert krav: To nye betongrør, D = 2.4 m hovedløp og D = 1.8 m flomløp
- **Skiribekken:**
 - Felles: Skifte ut dagens kulvert i hovedløp og østlig sideløp til nye betongrør. For å unngå oversvømmelse v/E136 må også dagens jernbanekulvert skiftes ut.
 - SVV flomkrav: D = 2.0 m i hovedløp og D = 1.6 m i sideløp, D = 2.4 m v/ bane
 - Redusert krav: D = 1.6 m i hovedløp og D = 1.0 m i sideløp, D = 1.8 m v/ bane
- **Kverngrova:**
 - Felles: Dagens steinkulvert er et vernet kulturminne, og skal ikke fjernes
 - SVVs flomkrav: Etablere nytt flomløp (betongrør) i øst på D = 2.4 m
 - Redusert krav: Ikke behov for tiltak – mulig mer sikring v/ eksisterende innløp
- **Mongeelva:**
 - Felles: Dagens veibru er et vernet kulturminne, og skal ikke fjernes
 - SVVs flomkrav: Sideløp vest for brua skiftes ut til et betongrør D = 2.0 m
 - Redusert krav: Ikke behov for tiltak

Selv med et redusert flomkrav, blir flomsituasjonen betydelig forbedret i Rangåa og Skiribekken, med bakgrunn i at man har kapasitetsproblemer i disse sidevassdragene ved flomhendelser som er betydelig mindre enn 200-årsflom ved eksisterende situasjon. I Kverngrova og Mongeelva vil flomsituasjonen forbli omtrentlig lik den som er i dag med reduserte flomkrav.

I tillegg blir det trolig behov for erosjonssikring ved flere av de nye kryssingene. Erosjonsberegninger og dimensjonering av erosjonssikring iht. SVVs krav skal utføres i senere faser.

12 Referanseliste

Kilder:

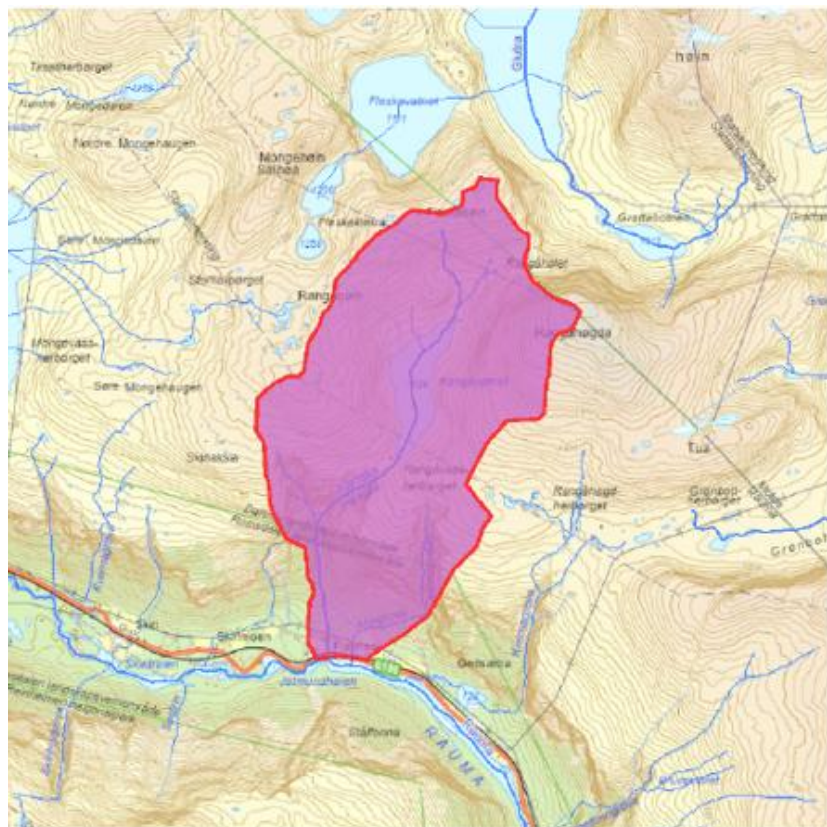
- **Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B.H., Li, H., Reitan, T. og Stenius, S.M.** (2020) *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE rapport 10/2020.
- **Fergus, Hoseth, Sæterbø** (2010). *Vassdragshåndboka*. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2024). *HEC-RAS River Analysis System. User's Manual*. Version 6.6.
- **Multiconsult** (2021). *Rapport - Flomsonekartlegging E136 Flatmark-Marstein*. Dokument ID: 10211466-RiVass-RAP-01. Versjon 2, datert 22.06.2021.
- **NVE** (2022). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2022.
- **Plan AAV** (2024). *Notat – Flomvurdering Rauma, E136 Flatmark-Skiri*. Versjon 01, datert 08.05.2024.
- **SVV** (2020). *Prefabrikkerte kulverter – Elementtegninger*. Håndbok V425.
- **SVV** (2023). *Veg- og gateutforming*. Vegnormal N100. Digital versjon.
- **SVV** (2024). *Vegbygging*. Vegnormal N200. Digital versjon.
- **SVV** (2024). *Bruprosjektering*. Vegnormal N400. Digital versjon.

Databaser og verktøy:

- **Banekart** (nov. 2024). BaneNOR. Hentet fra <https://banekart.banenor.no/kart/>
- **Hydra II** (nov. 2024). NVE. Database for hydrologiske og meteorologiske data.
- **Høydedata** (nov. 2024). Kartverket. Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- **NVE karttjenester** (nov. 2024). NVE. Hentet fra <https://kartkatalog.nve.no/#kart>
- **PQRUT** (nov. 2024). NVE. Hentet fra <http://pqROUT.nve.no/#/T/1>
- **SeKlima** (nov. 2024). Norsk Klimaservicesenter. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb>
- **Vegkart** (nov. 2024). Statens vegvesen. Hentet fra <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>

13 Vedlegg

- Vedlegg 1** NEVINA-rapporter
- Vedlegg 2** Flomsonekart Rangåa
- Vedlegg 3** Flomsonekart Skiribekken
- Vedlegg 4** Flomsonekart Kverngrova
- Vedlegg 5** Flomsonekart Mongeelva



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 137003 E
6941862 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 103.A41
Kommune.: Rauma
Fylke.: Møre og Romsdal
Vassdrag.: Rangåa

Feltparametere

Areal (A)	8.0	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	3	%
Elvleengde (E _L)	4.8	km
Elvegradient (E _G)	267.4	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	264.5	m/km
Helning	24.9	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.1	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	4.8	km

Arealklasse

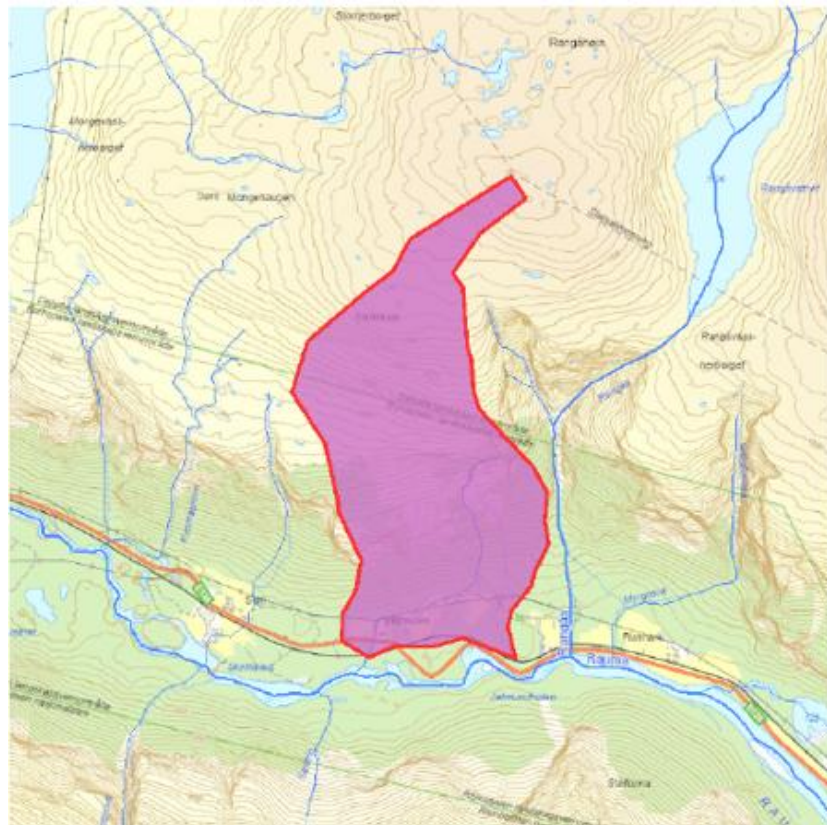
Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	1	%
Myr (A _{MYR})	0	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	10.4	%
Sjø (A _{SJO})	5.5	%
Snøfjell (A _{SF})	81.8	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	1.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	124	m
Høyde ₁₀	531	m
Høyde ₂₀	1029	m
Høyde ₃₀	1166	m
Høyde ₄₀	1221	m
Høyde ₅₀	1260	m
Høyde ₆₀	1298	m
Høyde ₇₀	1363	m
Høyde ₈₀	1397	m
Høyde ₉₀	1446	m
Høyde _{MAX}	1776	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middelavrenning (Q _N)	41.9	l/s*km ²
Årlig middelavrenning	1322	mm
Usikkerhet middelavrenning	16.2	%
Nedbør juni - august	395	mm
Nedbør desember - februar	467	mm
Årstemperatur	-1.4	°C
Sommertemperatur	7.6	°C
Vintertemperatur	-7.8	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 136193 E
6942098 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 103.A41
Kommune.: Rauma
Fylke.: Møre og Romsdal
Vassdrag.: Skiribekken

Feltparametere

Areal (A)	2.2	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0	%
Elvleengde (E _L)	1.2	km
Elvegradient (E _G)	505.5	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	631.7	m/km
Helning	27.8	°
Dreneringstetthet (D _T)	0.8	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	2.5	km

Arealklasse

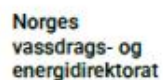
Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	3.9	%
Myr (A _{MYR})	0	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	34	%
Sjø (A _{SJO})	0.1	%
Snau fjell (A _{SF})	55.4	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	6.5	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	110	m
Høyde ₁₀	155	m
Høyde ₂₀	235	m
Høyde ₃₀	441	m
Høyde ₄₀	678	m
Høyde ₅₀	827	m
Høyde ₆₀	922	m
Høyde ₇₀	1033	m
Høyde ₈₀	1173	m
Høyde ₉₀	1262	m
Høyde _{MAX}	1422	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middelavrenning (Q _N)	38.5	l/s*km ²
Årlig middelavrenning	1216	mm
Usikkerhet middelavrenning	14.7	%
Nedbør juni - august	297	mm
Nedbør desember - februar	459	mm
Årstemperatur	1.6	°C
Sommertemperatur	10.3	°C
Vintertemperatur	-4.6	°C



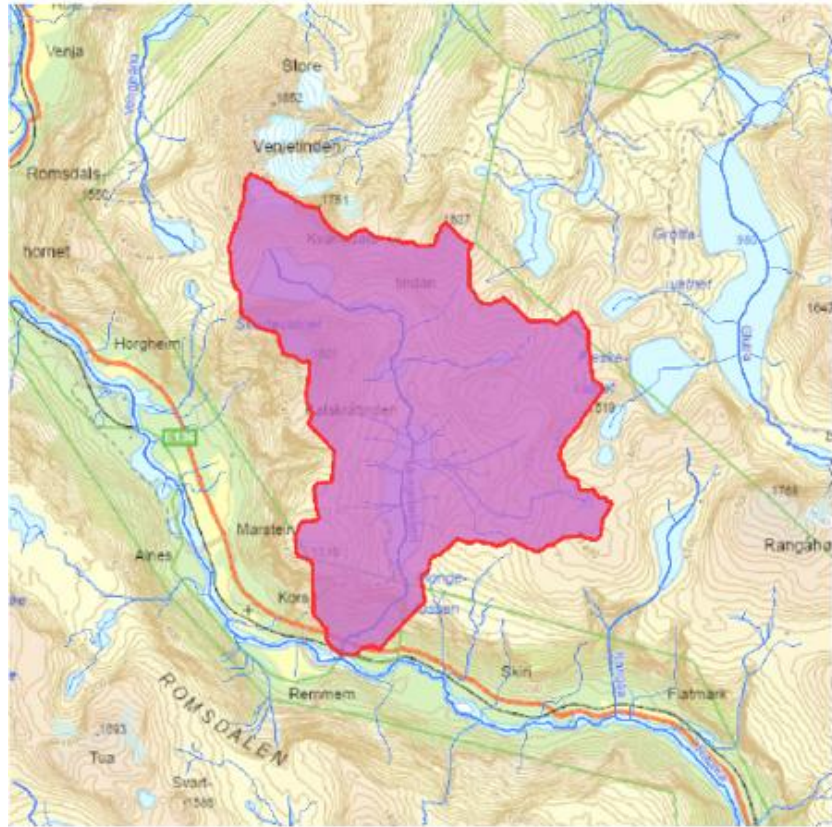
Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Vassdragsnr.: 103.A41
Kommune.: Rauma
Fylke.: Møre og Romsdal
Vassdrag.: Kverngrova

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.5	%
Myr (A_{MYR})	0.1	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	19.7	%
Sjø (A_{SJO})	0.5	%
Snaufjell (A_{SF})	76.9	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.3	%

Høyde _{MIN}	89	m
Høyde ₁₀	214	m
Høyde ₂₀	503	m
Høyde ₃₀	830	m
Høyde ₄₀	886	m
Høyde ₅₀	942	m
Høyde ₆₀	1020	m
Høyde ₇₀	1098	m
Høyde ₈₀	1142	m
Høyde ₉₀	1253	m
Høyde _{MAX}	1417	m

Årlig middelavrenning (Q_N)	39.3	l/s*km ²
Årlig middelavrenning	1240	mm
Usikkerhet middelavrenning	15	%
Nedbør juni - august	321	mm
Nedbør desember - februar	453	mm
Årstemperatur	0.5	°C
Sommertemperatur	9.1	°C
Vintertemperatur	-5.6	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 132828 E
6942783 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 103.A20
Kommune.: Rauma
Fylke.: Møre og Romsdal
Vassdrag.: Mongeelva

Feltparametere		
Areal (A)	22.9	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	5.6	%
Elvleengde (E _L)	8.8	km
Elvegradient (E _G)	115.6	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	137.5	m/km
Helning	19.9	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.3	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	7.5	km

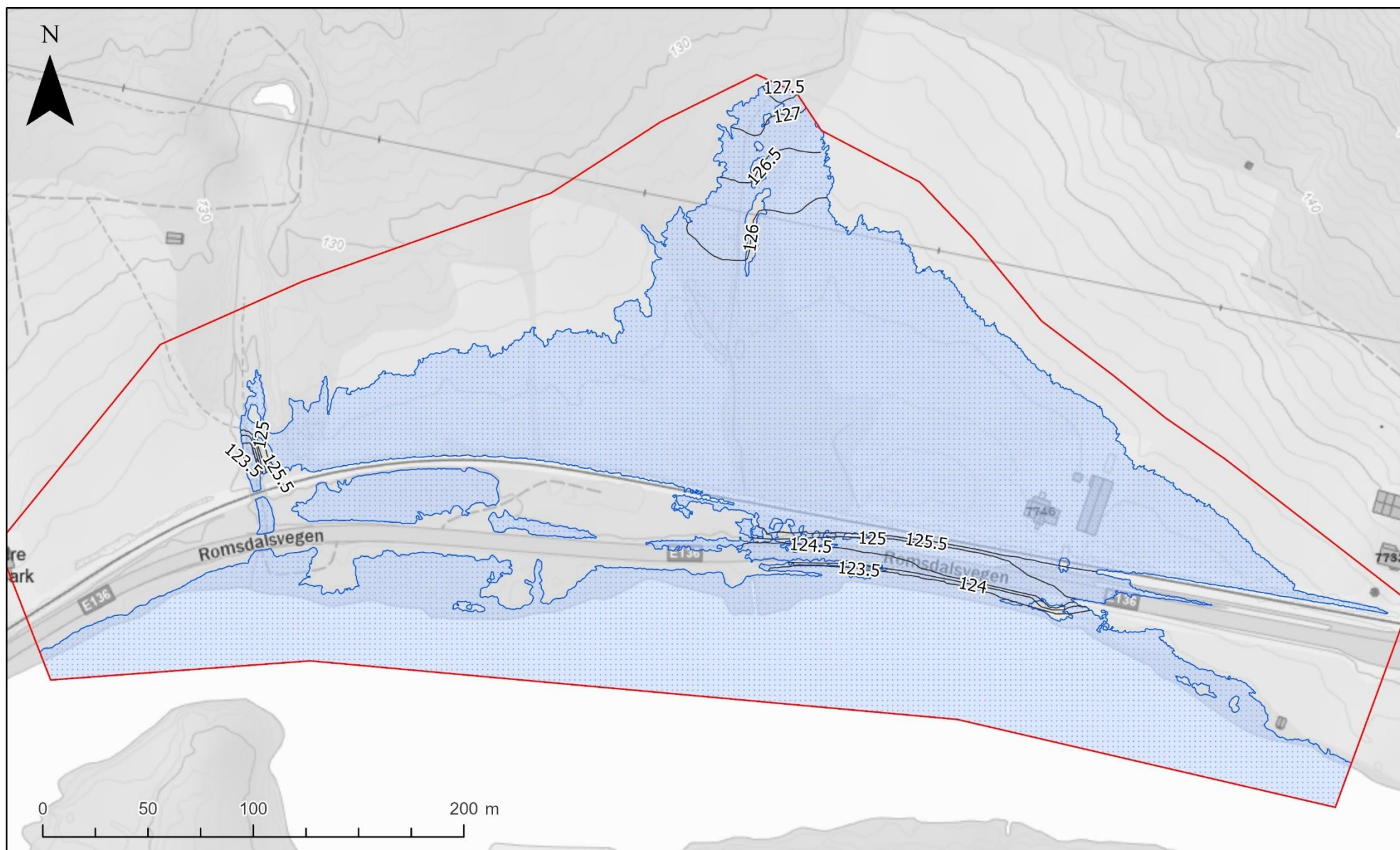
Arealklasse		
Bre (A _{BRE})	1.5	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0.1	%
Myr (A _{MYR})	0	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	2.9	%
Sjø (A _{SJO})	9.9	%
Snau fjell (A _{SF})	84.5	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	1	%

Hypsografisk kurve		
Høyde _{MIN}	65	m
Høyde ₁₀	996	m
Høyde ₂₀	1068	m
Høyde ₃₀	1127	m
Høyde ₄₀	1125	m
Høyde ₅₀	1176	m
Høyde ₆₀	1245	m
Høyde ₇₀	1303	m
Høyde ₈₀	1370	m
Høyde ₉₀	1433	m
Høyde _{MAX}	1789	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)		
Årlig middelavrenning (Q _N)	47.1	l/s*km ²
Årlig middelavrenning	1487	mm
Usikkerhet middelavrenning	12.7	%
Nedbør juni - august	420	mm
Nedbør desember - februar	513	mm
Årstemperatur	-1.7	°C
Sommertemperatur	7.4	°C
Vintertemperatur	-8.2	°C

1) Verdien er editert

Vedlegg 2 – Flomsonekart Rangåa



Flomsonekart Rangåa Dagens situasjon

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$. Flomsone- og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

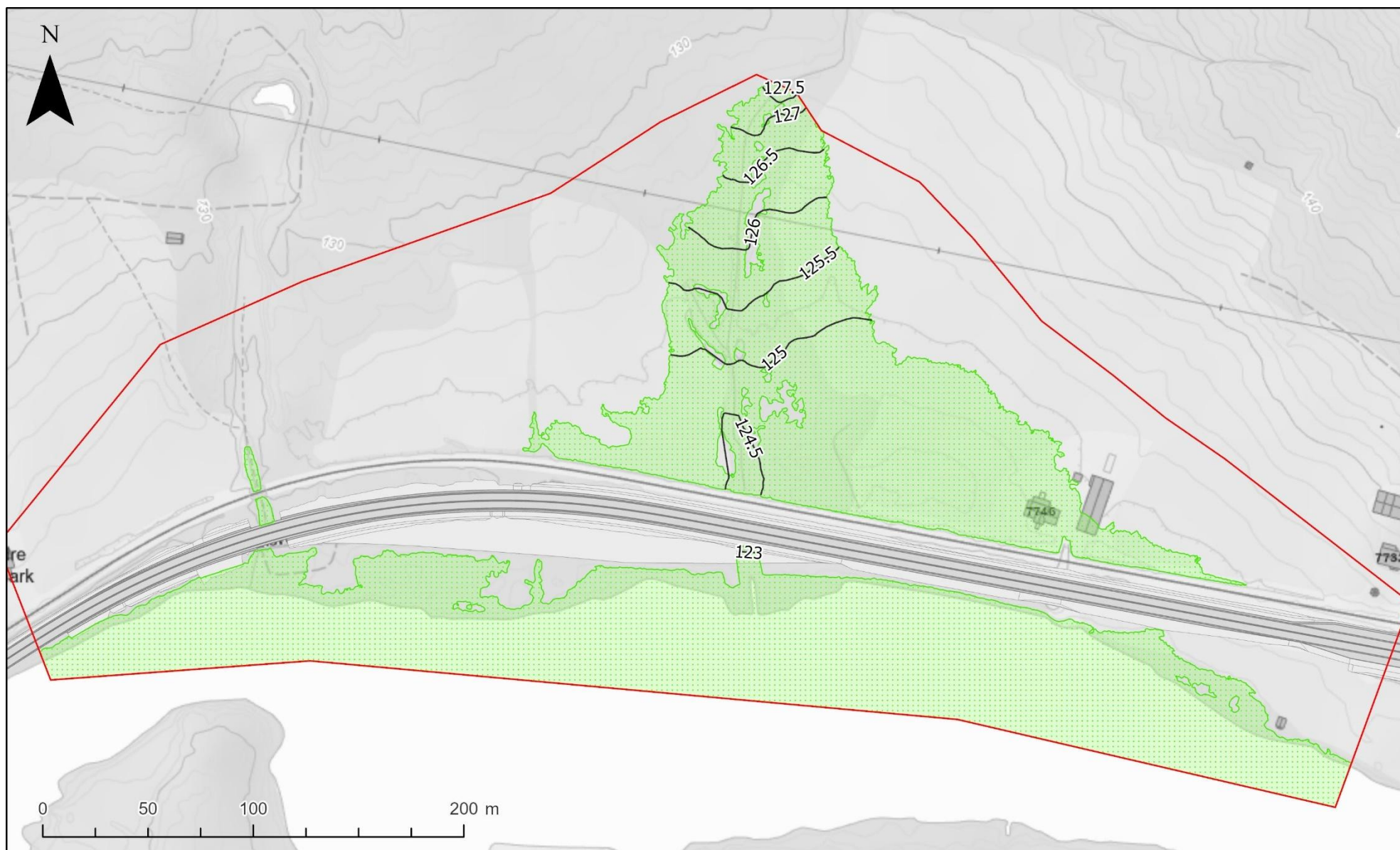
Utarbeidet av: HMK

Status: Leveranse

Dato: 07.12.2024

asplan
viak

Vedlegg 2 – Flomsonekart Rangåa



Flomsonekart Rangåa

Situasjon med tiltak som oppfyller SVVs flomkrav

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$. Flomsoner og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

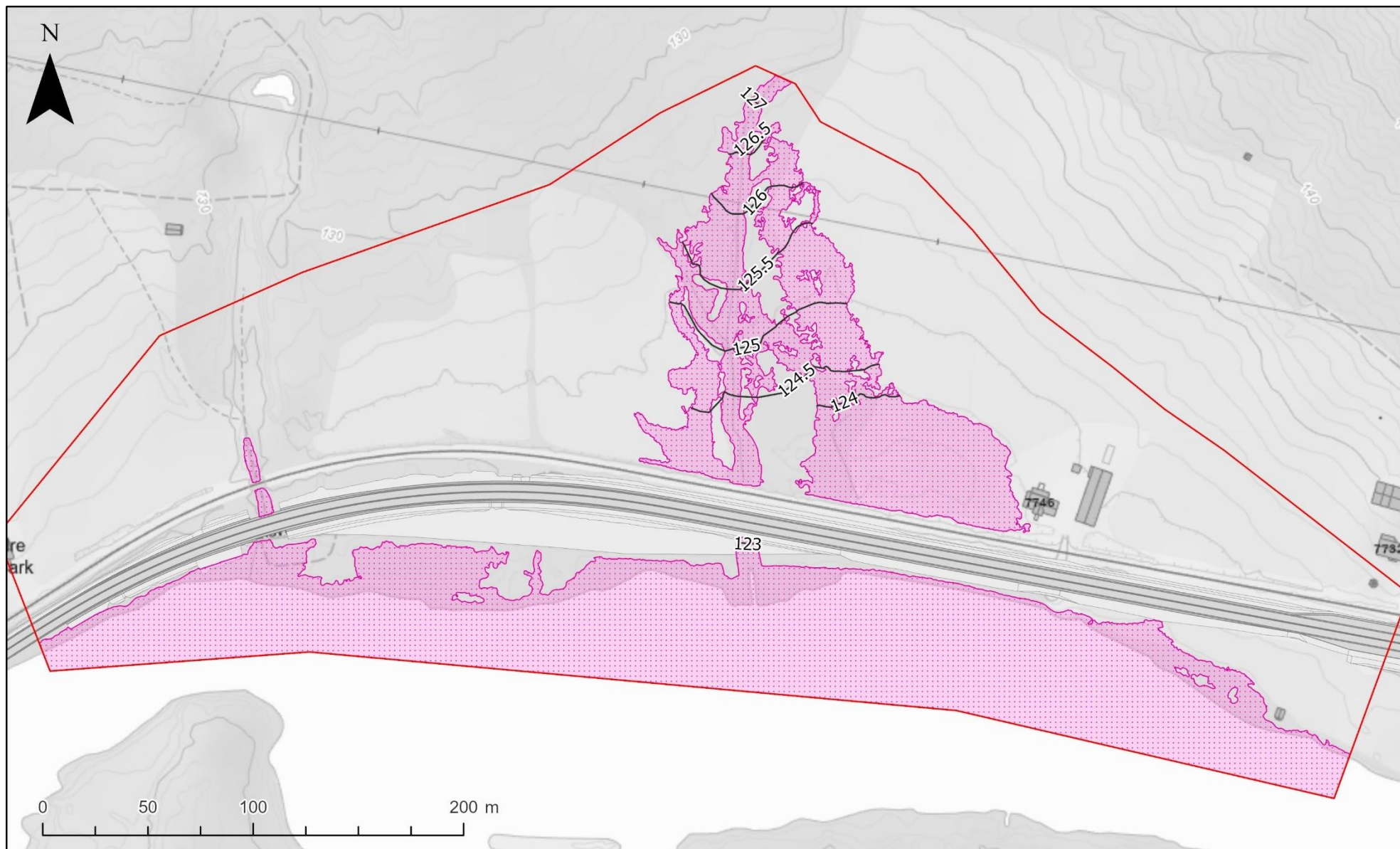
Utarbeidet av: HMK

Status: Leveranse

Dato: 07.12.2024

asplan
viak

Vedlegg 2 – Flomsonekart Rangåa



Flomsonekart Rangåa

Situasjon med tiltak ved redusert flomkrav

Kartleggingen er utført for redusert flomkrav til 200-årsflom (uten påslag).
Flomsoner og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

Utarbeidet av: HMK

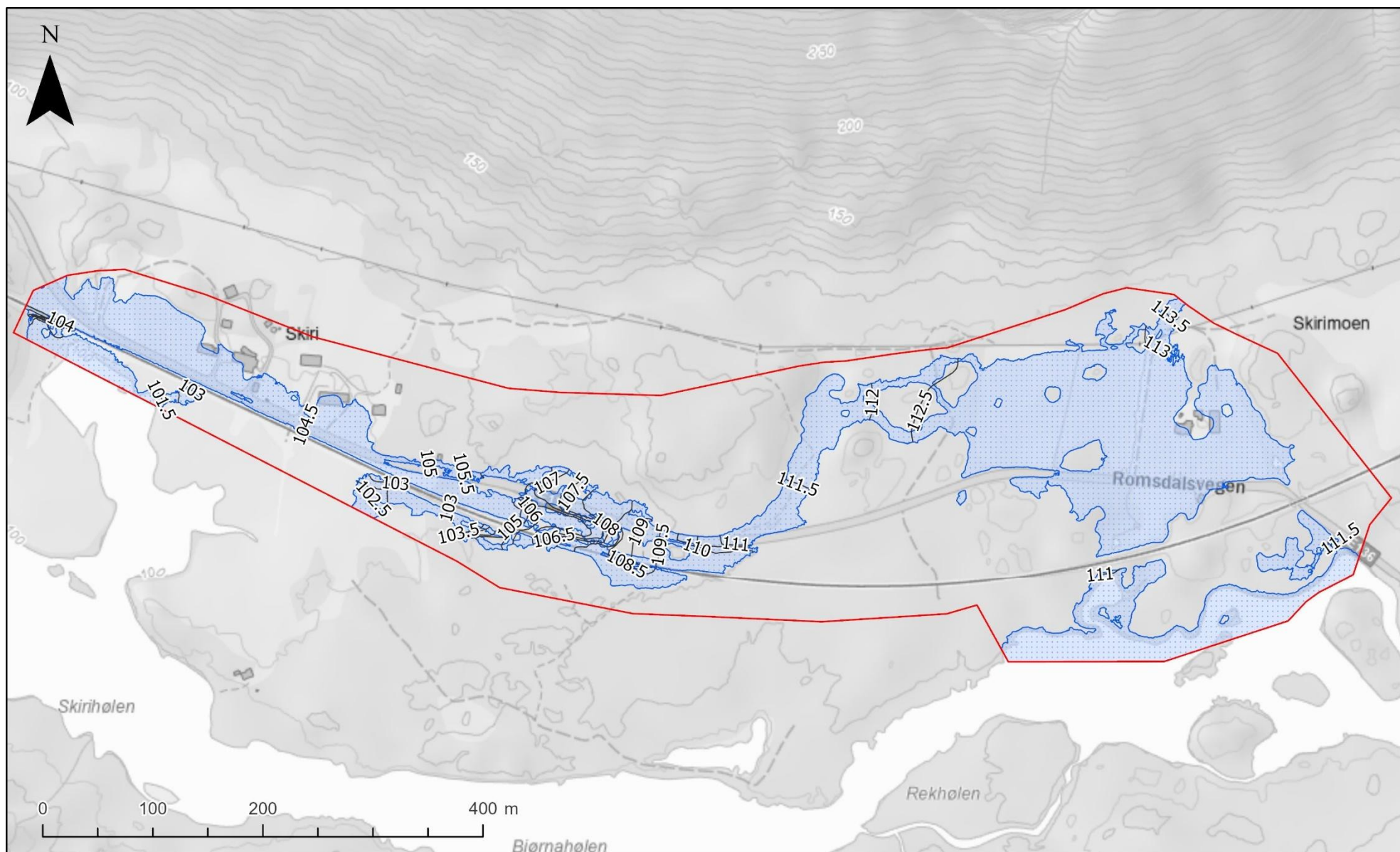
Status: Leveranse

Dato: 23.01.2025

asplan
viak



Vedlegg 3 – Flomsonekart Skiribekken



Flomsonekart Skiribekken

Dagens situasjon

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$. Flomsone og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

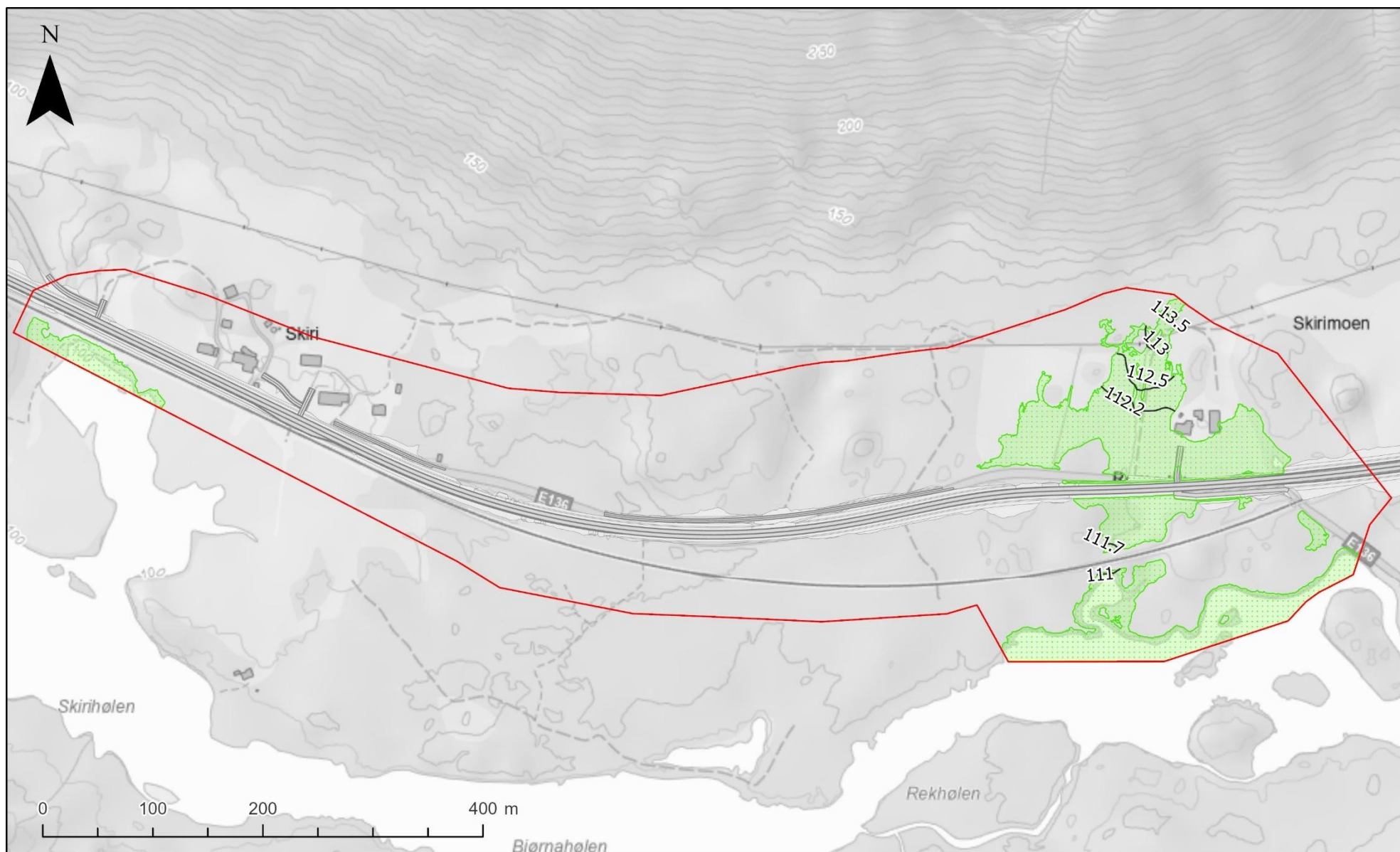
Utarbeidet av: HMK

Status: Leveranse

Dato: 07.12.2024

asplan
viak

Vedlegg 3 – Flomsonekart Skiribekken



Flomsonekart Skiribekken

Situasjon med tiltak som oppfyller SVVs flomkrav

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$. Flomsoner og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

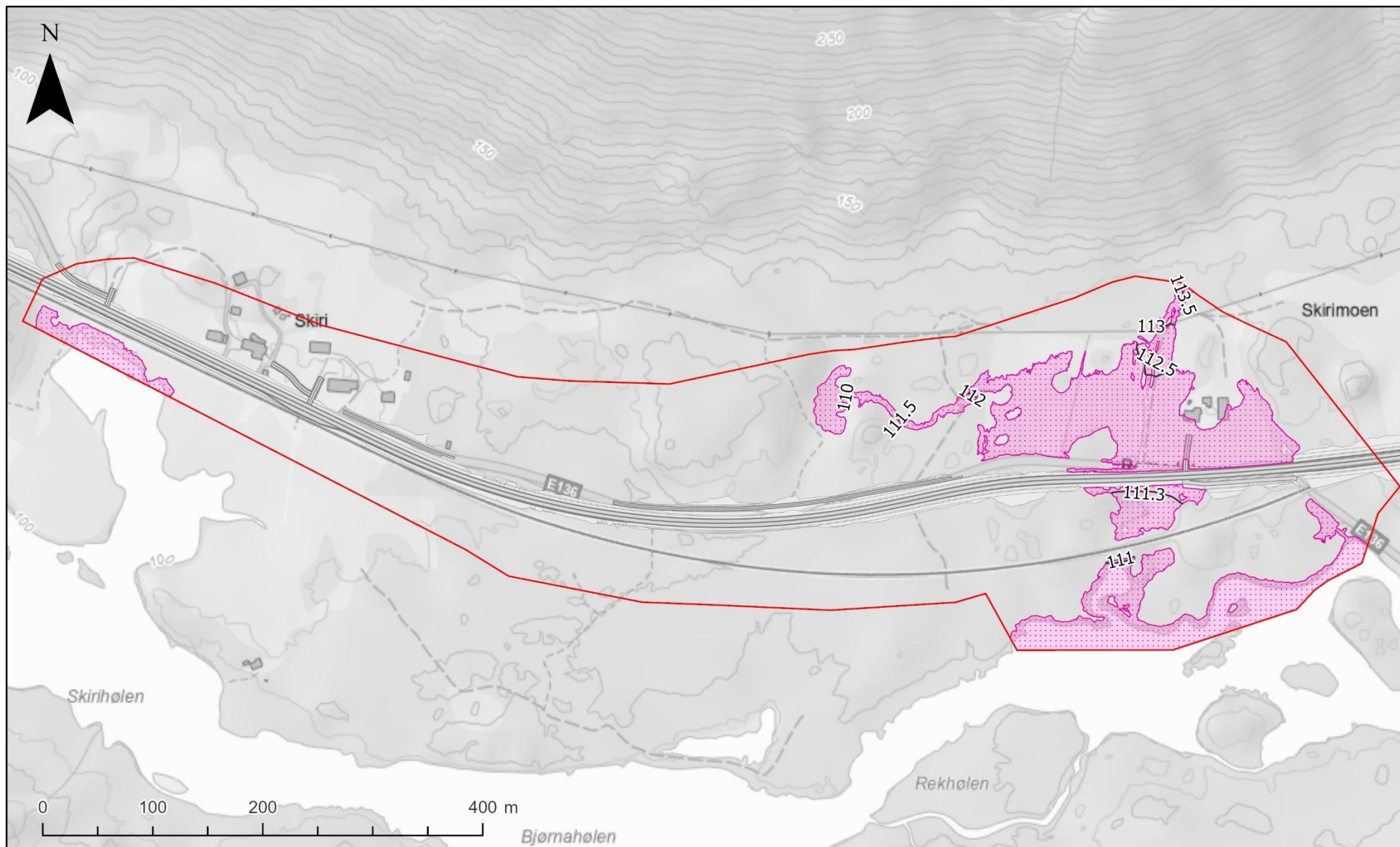
Utarbeidet av: HMK

Status: Leveranse

Dato: 07.12.2024

asplan
viak

Vedlegg 3 – Flomsonekart Skiribekken



Flomsonekart Skiribekken

Situasjon med tiltak ved redusert flomkrav

Kartleggingen er utført for redusert flomkrav til 200-årsflom (uten påslag).
Flomsoner og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

Utarbeidet av: HMK

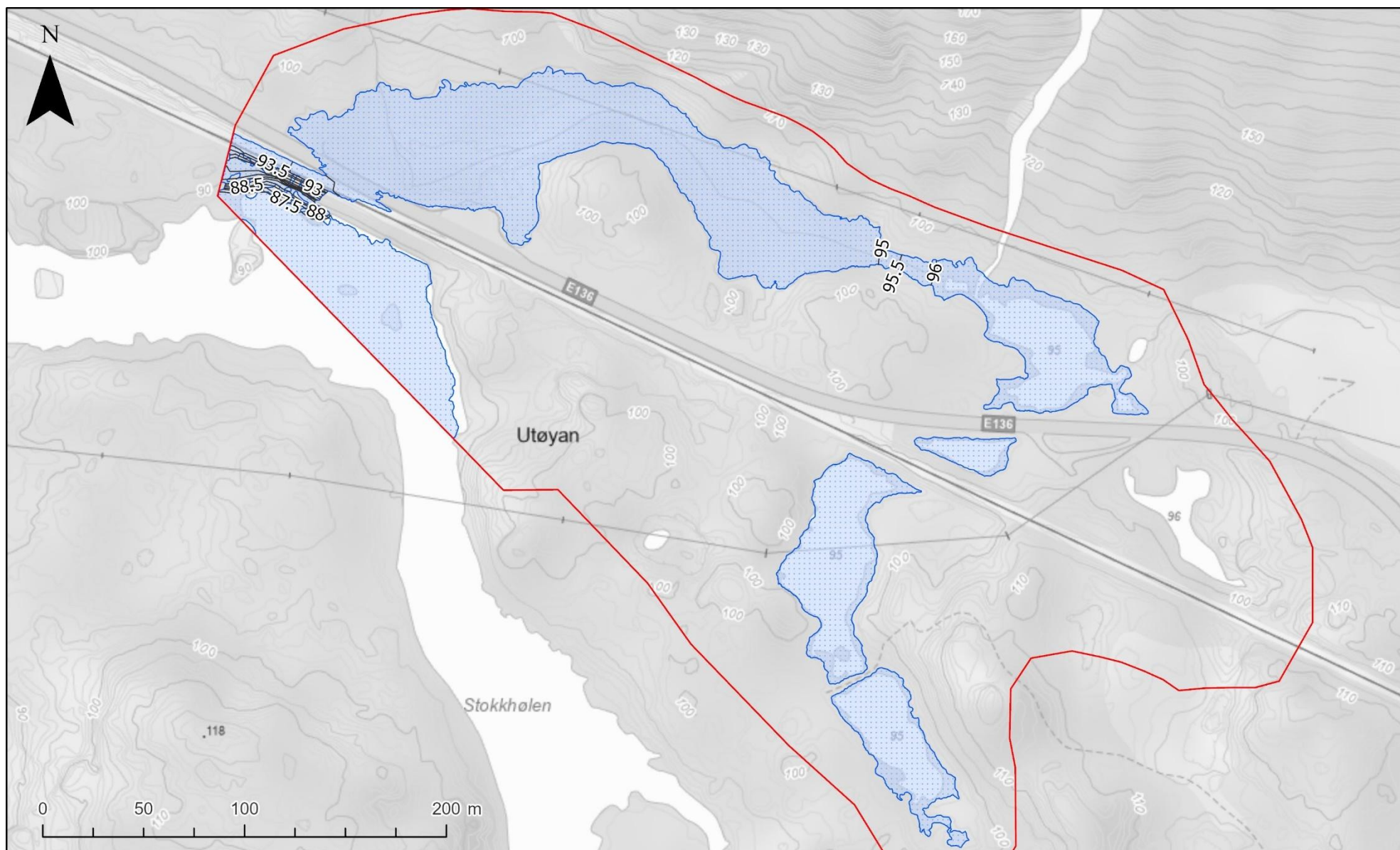
Status: Leveranse

Dato: 23.01.2025

asplan
viak



Vedlegg 4 – Flomsonekart Kverngrova



Flomsonekart Kverngrova Dagens situasjon

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$. Flomsoner og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

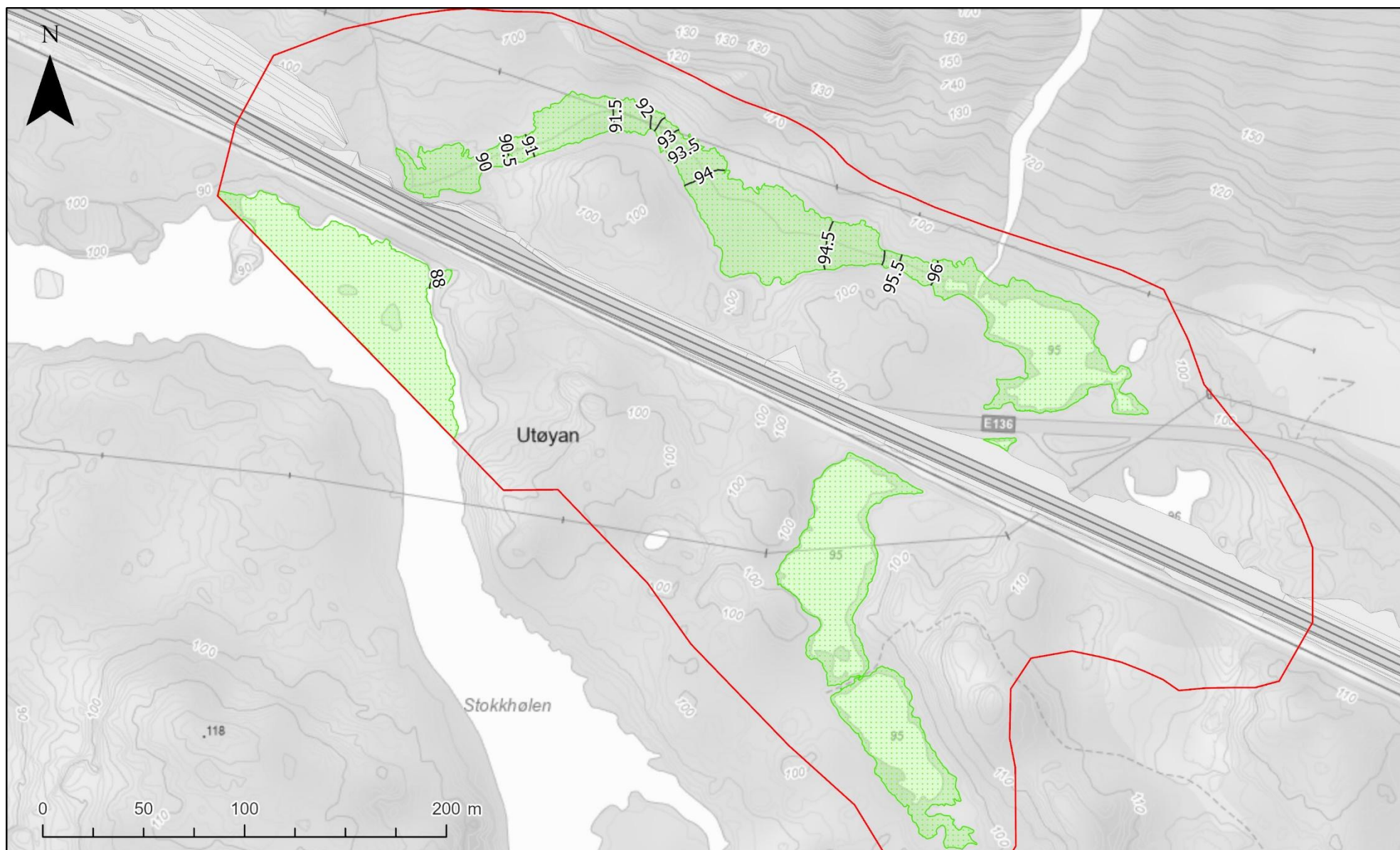
Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

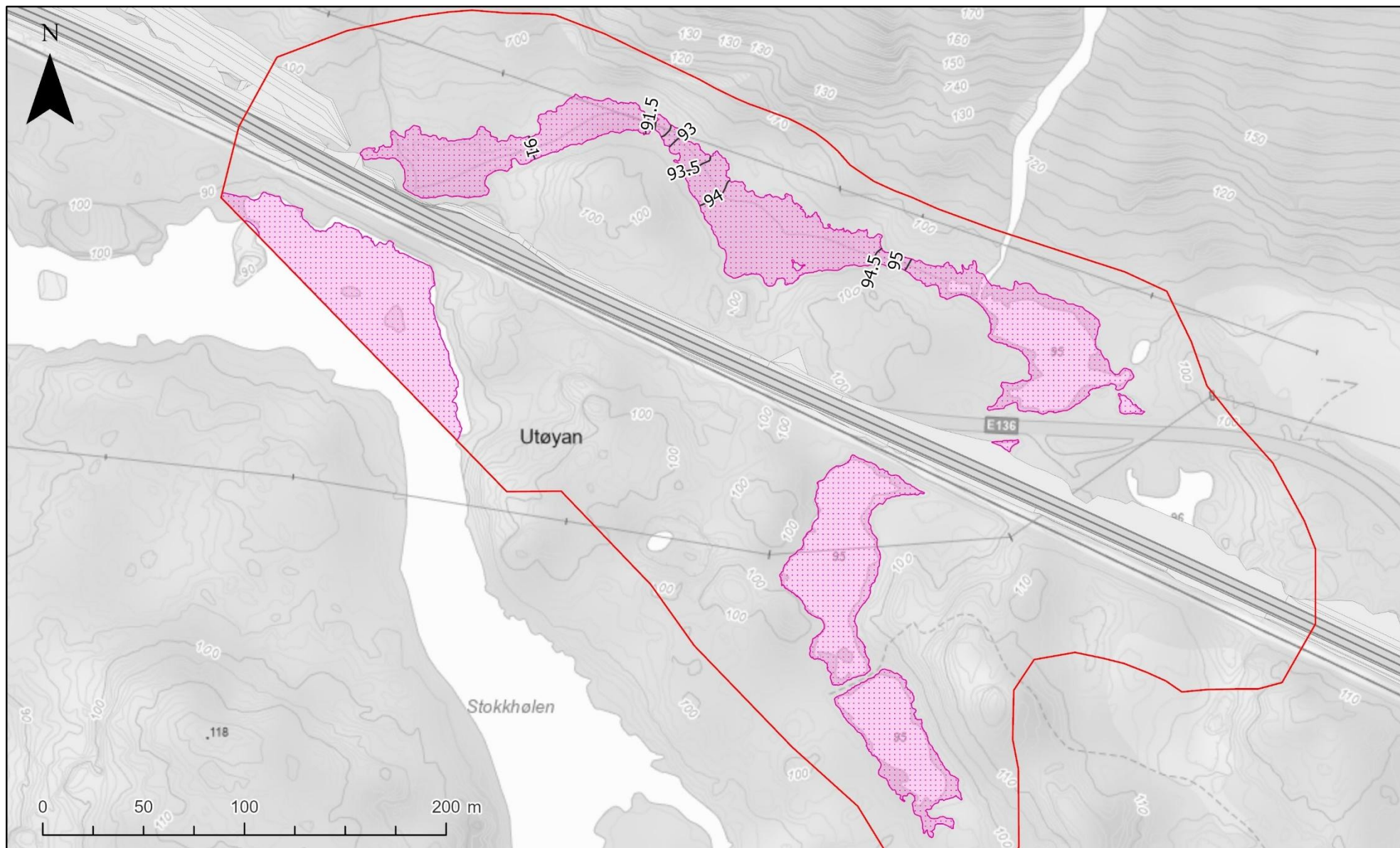
Oppdragsgiver: Nye Veier
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 07.12.2024

asplan
viak

Vedlegg 4 – Flomsonekart Kverngrøva



Vedlegg 4 – Flomsonekart Kverngrova



Flomsonekart Kverngrova

Situasjon med tiltak ved redusert flomkrav

Kartleggingen er utført for redusert flomkrav til 200-årsflom (uten påslag).
Flomsoner og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

Utarbeidet av: HMK

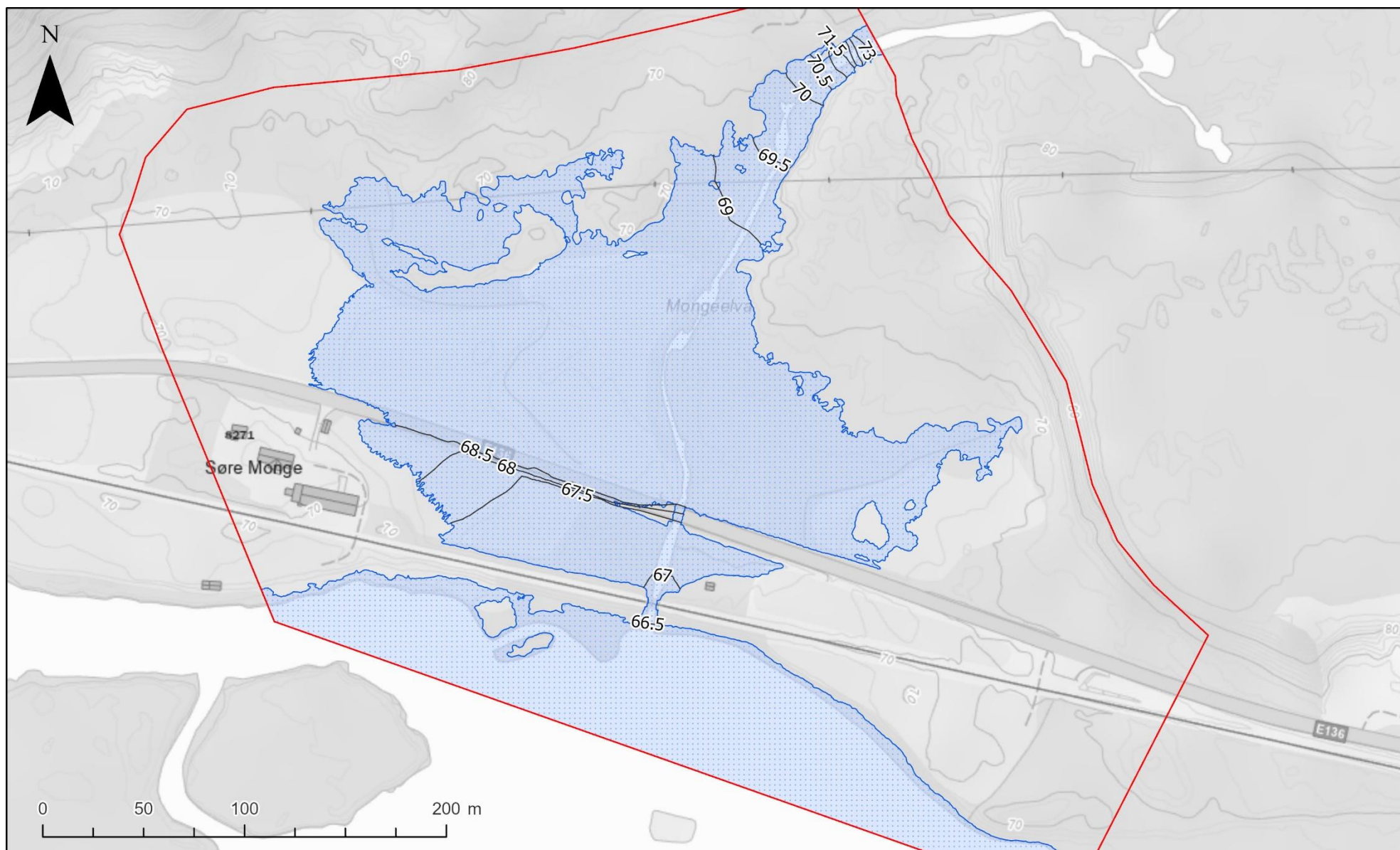
Status: Leveranse

Dato: 23.01.2025

asplan
viak



Vedlegg 5 – Flomsonekart Mongeelva



Flomsonekart Mongeelva Dagens situasjon

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$. Flomsoner og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

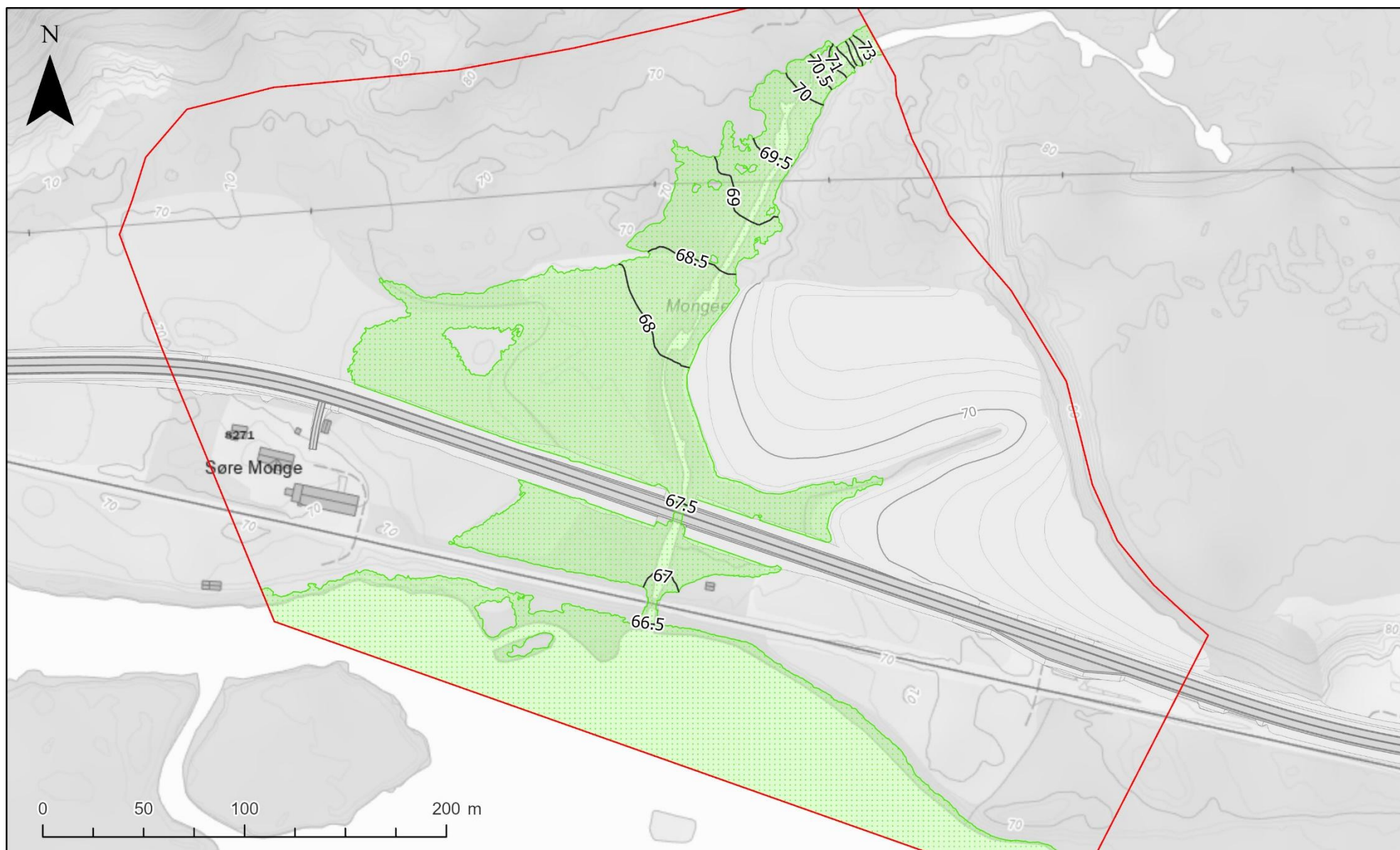
Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 07.12.2024

asplan
viak

Vedlegg 5 – Flomsonekart Mongeelva



Flomsonekart Mongeelva

Situasjon med tiltak som oppfyller SVVs flomkrav

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor $F_k=1.4$ og $F_s=1.3$. Flomsone- og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

Utarbeidet av: HMK

Status: Leveranse

Dato: 07.12.2024

asplan
viak

Vedlegg 5 – Flomsonekart Mongeelva



Flomsonekart Mongeelva Situasjon med tiltak ved redusert flomkrav

Kartleggingen er utført for redusert flomkrav til 200-årsflom (uten påslag).
Flomsone- og -koter er angitt for situasjon med delvis tilstopping i stikkrenner og kulverter.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 23.01.2025

asplan
viak

