



RAPPORT

FLOMVURDERING E136 FLATMARK – MARSTEIN FOR E136 FLATMARK – MARSTEIN

Nasjonal PlanID: 633101423

Nye Veier AS | Kjøita 6

4630 Kristiansand

nyeveier.no

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

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for E136 Flatmark-Marstein, har Plan AAV på vegne av Nye veier utarbeidet denne rapporten som omhandler flomforhold på veistrekningen. Dokumentet fungerer som en hovedrapport og oppsummerer tidligere flomvurderinger som er utført, samt nye beregninger for endelig veiløsning. Flomvurderinger er basert på krav gitt i Statens vegvesens vegnormaler, samt veiledere og retningslinjer fra NVE og SVV.

Kontaktinformasjon:

Fagansvarlig for hydrologi:

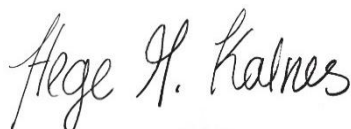
Asplan Viak, Hege Merete Kalnes, 94180886, hege.kalnes@asplanviak.no

Oppdragsleder Plan AAV:

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

Trondheim, 29.09.2025

Dato/Sted



Signatur av fagansvarlig hydrologi HEGE MERETE KALNES

Innhold

1	Sammendrag	5
2	Innledning.....	6
3	Bakgrunn for flomvurdering.....	7
4	Krav til flomsikkerhet på veianlegg	10
4.1	Dimensjonerende flomvannføring	10
4.2	Dimensjonering av vanngjennomløp	11
4.3	Krav til høyde på veibane	12
4.4	Sikring mot erosjon	12
4.5	Konsekvenser i vassdrag	13
5	Generelt om beregningsmetodikk og forutsetninger	14
5.1	Flomberegninger	14
5.2	Hydrauliske beregninger	15
5.3	Erosjonsberegninger	16
6	Flomvurdering Rauma	18
6.1	Oppsummering av tidligere beregninger	18
6.2	Beskrivelse av dagens flomsituasjon	23
6.3	Beskrivelse av fremtidig flomsituasjon	25
6.4	Erosjonssikring.....	28
6.5	Konsekvensvurdering	30
7	Flomvurdering sidevassdrag.....	31
7.1	Oppsummering av tidligere beregninger	31
7.2	Beskrivelse av dagens flomsituasjon	34
7.3	Beskrivelse av fremtidig flomsituasjon	38
7.4	Erosjonssikring.....	42
7.5	Konsekvensvurdering	43
8	Kapasitetsvurdering vanngjennomløp	45
8.1	Oppsummering av tidligere beregninger	45
8.2	Beskrivelse av eksisterende vanngjennomløp	47
8.3	Forslag for nye vanngjennomløp	47
8.4	Erosjonssikring.....	49
9	Konklusjoner og anbefalinger	50
10	Referanseliste.....	51
11	Vedlegg.....	52

1 Sammendrag

I forbindelse med reguleringsplan for E136 Flatmark-Marstein, har Plan AAV utarbeidet denne rapporten som omhandler flomforhold på veistrekningen. Dokumentet fungerer som en hovedrapport, og oppsummerer bla. tidligere utførte flomvurderinger. Hovedfokuset er flomsituasjonen med planlagte tiltak, hvor det er utført nye beregninger for endelig veiløsning og flomsikringstiltak som er lagt til grunn i reguleringsplan.

Kapittel 4 omhandler krav til flomsikkerhet på veianlegg, hvor sentrale krav i Statens Vegvesens vegnormaler er presentert. E136 Flatmark-Marstein faller inn under sikkerhetsklasse V3 for flom, med dimensjonerende returperiode for flom på 200 år. Dimensjonerende flomvannføring for vanngjennomløp (stikkrenner, kulverter og bruer), høyde på veibane og erosjonssikring, er 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor.

Kapittel 5 omhandler beregningsmetodikk og forutsetninger som ligger bak vurderingene, da i form av flomberegninger, hydrauliske beregninger og erosjonsberegninger. Beregninger er utført i henhold til anbefalinger gitt i relevante veiledere fra NVE og SVV, og med utgangspunkt i tilgjengelig datagrunnlag.

Kapittel 6 og 7 omhandler flomvurdering av henholdsvis hovedelva Rauma og de tre sidevassdragene Skiribekken, Kvergrova og Mongeelva. Her er det gitt en oppsummering av tidligere beregninger som er utført, samt beskrivelse av dagens og fremtidig flomsituasjon. Det er også sett på behov for erosjonssikring, og gjort en konsekvensvurdering av de planlagte tiltakene på flomsituasjonen i vassdragene.

Kapittel 8 omhandler kapasitetsvurderinger av stikkrenner og kulverter på strekningen, hvor det er gjort vurderinger av eksisterende vanngjennomløp og gitt forslag til nye.

Samlet vurdering

Flomvurderingene viser at dagens veistrekning er stedvis utsatt for flom, hovedsakelig ved området Flatmark-Skiri. Det er landet på en vei-løsning som i stor grad følger dagens trasé, hvor det er flere verdier i forhold til landskap, naturmangfold, kulturminner og vannmiljø, i tillegg til et begrenset handlingsrom mot jernbanen. Det er derfor valgt å redusere flomkravene for enkelte vassdrag og strekninger – se tabell under. Løsningen som ligger til grunn i reguleringsplanen gir en forbedret sikkerhet mot flom sammenlignet med dagens situasjon, samtidig som miljøfag ivaretas.

Vassdrag	Veiojekt	SVV flomkrav		Ivaretatt flomhendelse*
Rauma, Flatmark-Skiri	Veibane	N100	Fravik	Q ₂₀₀ uten fribord
Rauma, Skiri-Marstein	Veibane	N100	Oppnådd	Q _{dim,200} med fribord
Skiribekken	Veibane	N100	Fravik	Q ₂₀₀ uten fribord
	Kulvert	N200	Oppnådd	Q _{dim,200} med tett innløpssikring
Kverngrova	Veibane	N100	Fravik	Q ₂₀₀ med fribord
	Kulvert	N200	Fravik	Q ₂₀₀ med tett innløpssikring
Mongeelva	Veibane	N100	Oppnådd	Q _{dim,200} med fribord
	Bru	N400	Oppnådd	Q _{dim,200} med fribord

*Q₂₀₀ = 200-årsflom uten påslag, Q_{dim,200} = 200-årsflom inkl. klimafaktor F_k og sikkerhetsfaktor F_s iht. N200.

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.

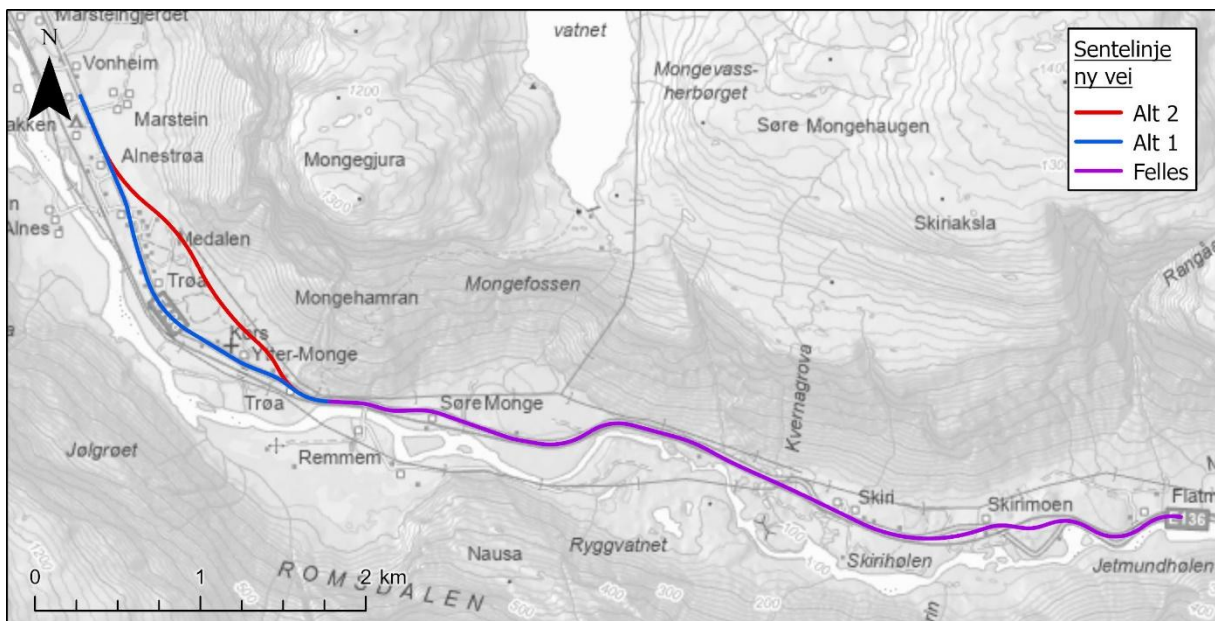
3 Bakgrunn for flomvurdering

E136 på strekningen Flatmark-Marstein går langs elva Rauma, og krysser også flere sidevassdrag til denne – se Figur 3-1 og Figur 3-3.

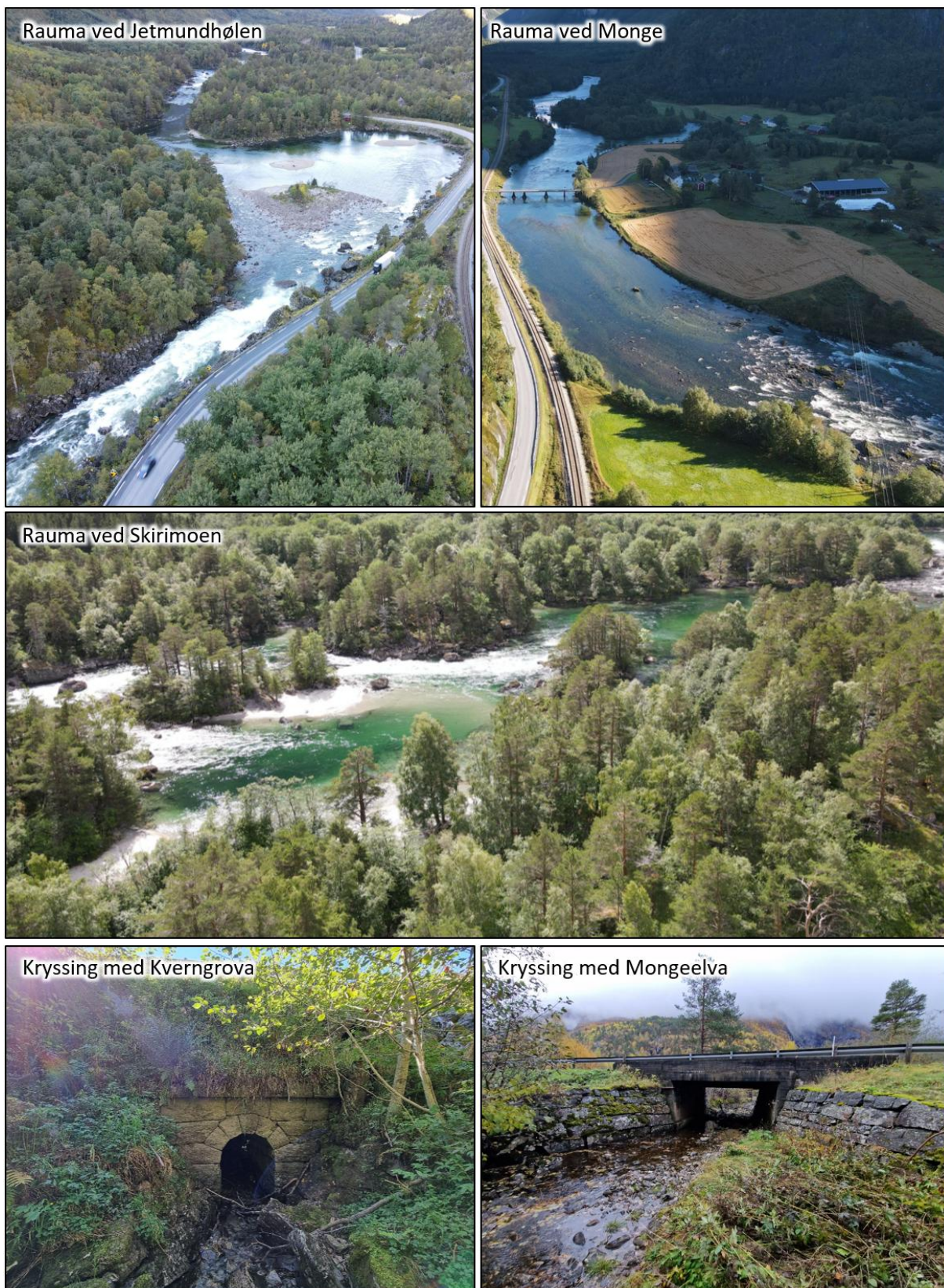
Denne flomrapporten er utarbeidet i forbindelse med reguleringsplanen for strekningen, og omfatter en oppsummering av tidligere flomvurderinger som er utført, samt nye beregninger for endelig veiløsning – se Figur 3-2. Det er også gjennomgått relevant regelverk og metodikk som ligger bak flomvurderingene.



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



Figur 3-2 Kart som viser senterlinje for ny E136 Flatmark-Marstein.



Figur 3-3 Dronefoto av Rauma og bilder av kryssinger med større sidevassdrag.

Det ble utarbeidet flere notater i forbindelse med det tidligere planarbeidet, som fungerer som støtte-notater for denne hovedrapporten:

- **Multiconsult juni 2021: Flomsonekartlegging E136 Flatmark-Marstein**
 - Utarbeidet ifm. påbegynt reguleringsplan til Statens Vegvesen
 - Omhandler flomsonekartlegging av Rauma mellom Flatmark-Horgheim og tre sidevassdrag (Rangåa, Kverngrova og Mongeelva)
- **Plan AAV mars 2024: Flomvurdering E136 Gjerdet-Flatmark**
 - Utarbeidet i innledende fase for å vurdere flomsikkerhet sørøst for Flatmark, som erfaringsmessig er mer utsatt for flom
 - Omhandler flomsonekartlegging av Rauma mellom Gjerdet-Flatmark
- **Plan AAV april 2024: Flomvurdering Rauma, E136 Flatmark-Skiri**
 - Utarbeidet i innledende fase for å vurdere veikonsepter og muligheter for reduisering av flomkrav på flomutsatt strekning
 - Omhandler flomsonekartlegging av Rauma mellom Flatmark-Skiri
- **Plan AAV nov. 2024: Erosjonsvurdering Rauma, E136 Flatmark-Skiri**
 - Utarbeidet som en del av teknisk plan for å finne nødvendig sikringsomfang på erosjonsutsatte veistrekninger langs Rauma
 - Omhandler erosjonsvurderinger og -beregninger for elvekant mot Rauma ved Flatmark-Skiri
- **Plan AAV jan. 2025: Flomvurdering sidevassdrag, E136 Flatmark-Marstein**
 - Utarbeidet som en del av teknisk plan for å vurdere nødvendige tiltak i sidevassdrag, og muligheter for å redusere flomkrav
 - Omhandler flomsonekartlegging og dimensjonering av tiltak i sidevassdragene Rangåa, Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva
- **Plan AAV mars 2025: Vurdering vanngjennomløp, E136 Flatmark-Marstein**
 - Utarbeidet som en del av teknisk plan for å vurdere nødvendige tiltak stikkrenner/kulverter (ikke bare tilknyttet sidevassdrag)
 - Omhandler kartlegging og kapasitetsvurdering av eksisterende vanngjennomløp under E136 Flatmark-Marstein, og forslag på dimensjoner og plassering av nye løp

De største endringene som har skjedd i etterkant av at notatene ble utarbeidet, er at løsning for ny vei har blitt endret og optimalisert. Den er også kortet ned noe, hvor blant annet sidevassdraget Rangåa ikke lengre er omfattet i prosjektet. Videre er det nå mer klarhet i hvilke forutsetninger og tiltak som legges til grunn i prosjektet, i forhold til flomsikkerhet. Tidligere utredninger av *dagens* flomsituasjon på veistrekningen er i stor grad fortsatt gyldig, og det vises derfor til nevnte notater for mer detaljerte beskrivelser av grunnlag, metodikk og resultater i forhold til dette. Det gis kun en oppsummering av disse forholdene i denne rapporten, hvor hovedfokuset er flomsituasjonen med planlagte tiltak.

4 Krav til flomsikkerhet på veianlegg

Krav til vannhåndtering i veiprosjekter er omfattet i Statens vegvesens Vegnormal N200 *Vegbygging* (2024). For vanngjennomløp som klassifiseres som bruer (spennvidde ≥ 2.5 meter), gjelder kravene i Vegnormal N400 *Bruprosjektering* (2025). 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. Det er under gitt en oppsummering av de viktigste kravene med eventuelle spesifiseringer i forhold til E136 Flatmark-Marstein.

4.1 Dimensjonerende flomvannføring

Dimensjonerende flomvannføring skal iht. N200 beregnes etter følgende formel:

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

der $Q_{dim,T}$ er dimensjonerende vannføring, og er produktet av flomvannføring ved dimensjonerende returperiode (Q_T), klimafaktor (F_k) og sikkerhetsfaktor (F_s).

Dimensjonerende returperiode bestemmes fra hvilken sikkerhetsklasse veien faller under. E136 Flatmark-Marstein hadde 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 strekningen havner i **sikkerhetsklasse V3**, med en dimensjonerende returperiode for flom på **$T_{dim} = 200$ år** – se Tabell 4-1. Det bemerkes at dette er samme sikkerhetsnivå som gjelder for boligbebyggelse som havner i sikkerhetsklasse F2 jf. TEK 17 §7-2, samt dimensjonerende returperiode for jernbane jf. Bane NORs Tekniske regelverk.

Tabell 4-1 Sikkerhetsklasse for vei og dimensjonerende returperiode for flom, hentet fra Vegnormal N200 (2024).

Vegkategori	Sikkerhetsklasse for veg	
	Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
ÅDT: 0-500	V1	V2
ÅDT: 501-4000	V2	V3
ÅDT: > 4000	V3	V3
Sikkerhetsklasse	Konsekvens	Dimensjonerende returperiode for flom (år)
V1	Liten	50
V2	Middels	100
V3	Stor	200

Klimafaktor skal velges ut fra lokasjon og størrelse på nedbørfeltet. I henhold til anbefaling for *alle* nedbørfelt i Møre og Romsdal skal det benyttes en **klimafaktor på $F_k = 1.4$** .

Sikkerhetsfaktor legges til for å ta hensyn til usikkerheter i flomberegningene, og skal velges ut fra sikkerhetsklassen til veien og kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget – se Tabell 4-2 og Tabell 4-3. Dette vil variere fra vassdrag til vassdrag, og kan ikke settes lik for hele strekningen. Siden E136 Flatmark-Marstein faller inn under sikkerhetsklasse V3, vil **sikkerhetsfaktor være mellom $F_s = 1.2$ til 1.4** .

Tabell 4-2 Klasse og klassifiseringskriterier for hydrologisk datagrunnlag, hentet fra Vegnormal N200 (2024).

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

Tabell 4-3 Sikkerhetsfaktor F_s for håndtering av usikkerhet i flomberegninger, hentet fra Vegnormal N200 (2024).

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

4.2 Dimensjonering av vanngjennomløp

Et vanngjennomløp defineres som stikkrenne, kulvert eller bru avhengig av spennvidde/diameter - se Tabell 4-4. Dimensjoneringskrav for disse er omtalt i påfølgende underkapitler.

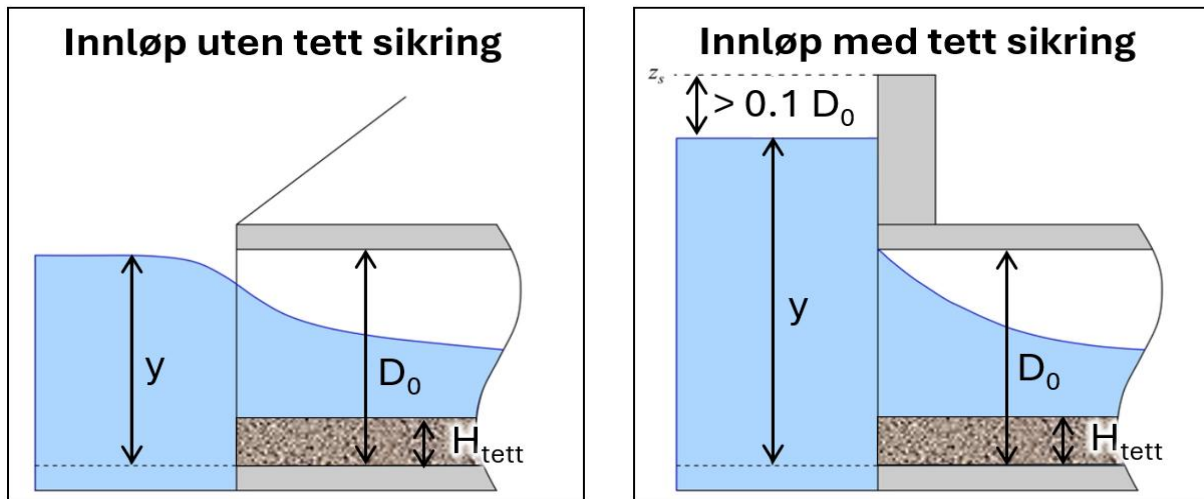
Tabell 4-4 Definisjon av stikkrenne, kulvert og bru i henhold til Statens vegvesens vegnormaler.

Type konstruksjon	Definisjon
Stikkrenne	Vanngjennomløp på tvers av vegen med spennvidde/diameter opptil 1,0 meter.
Kulvert	Vanngjennomløp på tvers av vegen, med spennvidde/diameter opptil 2,5 meter.
Bru	Bærende konstruksjon med spennvidde større enn eller lik 2,5 meter og som skal bære trafikkklaster. Med bru menes også nedfylte konstruksjoner som kulverter og rør med spennvidde eller diameter på 2.5 meter eller mer.

4.2.1 Dimensjonering av stikkrenner og kulverter

Krav til dimensjonering av stikkrenner og kulverter er gitt i Vegnormal N200, og er illustrert i Figur 4-1. Kravene innebærer at vanngjennomløp skal ha et fritt innløp under dimensjonerende flom og ved 1/3 gjentetning av løpet. Det er tillatt at innløpet dykkes dersom det utføres med tett sikring, og det kan legges til grunn en lavere gjentetningsgrad dersom dette ansees som fornuftig. I tillegg skal de oppfylle krav til minimumsdimensjoner med hensyn til drift og vedlikehold. For veier er dette minimumskravet $D_{\min} = 600 \text{ mm}$.

Nye vanngjennomløp skal også anlegges med tilstrekkelig overdekning, for å unngå skader og deformasjon på underliggende rør. I N200 er det krav til minimum 500 mm overdekning over betongrør og 600 mm over rør av termoplast.



Figur 4-1 Illustrasjon av dimensjoneringskriterier for stikkrenner og kulverter i Vegnormal N200 (2024).

4.2.2 Dimensjonering av bruer

Krav til dimensjonering av bruer (spennvidde ≥ 2.5 m) er gitt i Vegnormal N400. For bruer over vassdrag, er det gitt krav til at det skal være **minimum 50 cm** klaring mellom overbygningen og dimensjonerende flomhøyde. For bruer skal sikkerhetsklasse V3 legges til grunn, uavhengig av sikkerhetsklassen den tilhørende veien faller inn under. Den dimensjonerende flomhøyden tilsvarer derfor høyeste vannstand som opptrer ved dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{\text{dim},200}$ beregnet for V3 i henhold til N200).

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 Krav til høyde på veibane

Krav til høyde på veibanen i forhold til sikkerhet mot flom er gitt i Vegnormal N100. Veibanen skal ligge **minst 50 cm** høyere enn vannstanden ved dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{\text{dim},200}$ beregnet i henhold til N200). 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.

4.4 Sikring mot erosjon

Behov for erosjonssikring skal vurderes for å sørge for tilstrekkelig sikkerhet, og krav til erosjonssikringer er gitt i Vegnormal N200. En oppsummering av kravene er gitt under.

- Krav til skråningshelning
 - I skråninger av rauset stein skal helningen ikke være brattere enn 1:1,5
- Krav til stabil steinstørrelse
 - Der det benyttes stein til erosjonssikring, skal det beregnes en kritisk steinstørrelse som gir påbegynnende erosjon ved dimensjonerende flom.

Denne kritiske steinstørrelsen skal multipliseres med en sikkerhetsfaktor på minimum $SF_D = 1,2$ for beregning av stabil steinstørrelse.

- Krav til sikringstykkelse
 - Sikringslag av stein skal ha minimum tykkelse ($t_{min,s}$) som oppfyller følgende:
 $t_{min,s} \geq 300 \text{ mm}$ $t_{min,s} \geq D_{maks,s}$ $t_{min,s} \geq 1,5 \cdot D_{50,s}$
- Krav til gradering
 - Steinmaterialets gradering skal oppfylle følgende:
 $1,5 \leq D_{85,s}/D_{15,s} \leq 7$
- Krav til sikringsmateriale
 - Is i vannstrømmen kan øke belastningen på erosjonssikringen. For elver som islegges eller er utsatt for isgang, skal det derfor benyttes sprengt stein som sikringsmasse.

I tillegg skal behov for filter av stein eller geotekstil vurderes. Dette skal hindre at finstoff i underlaget vaskes ut mellom steinene i sikringslaget. Utformingen av disse skal oppfylle egne krav beskrevet i kapittel 2.9.2 i Vegnormal N200.

4.5 Konsekvenser i vassdrag

Alle tiltak i vassdrag skal vurderes etter vannressursloven (vrl.), og som vassdragsmyndighet skal NVE være involvert i planprosessene. Det skal avklares mot NVE om tiltak krever konsesjon etter loven, eller om vassdragshensyn kan samordnes og avklares gjennom planbehandling etter plan- og bygningsloven i henhold til vrl. §20. Dette forutsetter at det er tilstrekkelig dokumentert i reguleringsplanen at tiltaket ikke er til nevneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser i vassdraget.

I forhold til flom, er det viktigste å påvise at tiltak ikke medfører økt flomfare i omkringliggende områder. Dette er også et krav i plan- og bygningsforskriften §28-1 og TEK17 §7-1 andre ledd. For E136 Flatmark-Marstein er det derfor gjort en vurdering av konsekvensen de planlagte tiltakene har for bebyggelse og jernbane ved vassdrag som berøres av veiprosjektet.

5 Generelt om beregningsmetodikk og forutsetninger

5.1 Flomberegninger

Flomberegninger innebærer å estimere flomstørrelser (vannføring) som kan forventes å bli oversteget med ulike returperioder/gjentaksintervall (f.eks. 200-årsflom).

Flomberegninger er utført i henhold til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025). I løpet av planperioden for E136 Flatmark-Marstein har det vært flere versjoner av denne veilederen, i tillegg til at Vegnormal N200 har egne bestemmelser i forhold til beregningsmetodikk. Innholdet og anbefalinger i den nye veilederen fra 2025 reflekterer imidlertid de tidligere versjonene samt N200 i stor grad. Det er her gitt en oppsummering av de viktigste momentene, og det henvises til veilederen og tidligere notater for mer utdypende beskrivelser.

Flomberegninger er utført for spesifikke nedbørfelt, hvis avgrensning og feltegenskaper er generert fra NVEs karttjeneste NEVINA og/eller terrengeanalyser i SCALGO Live. Det er benyttet en rekke hydrologiske data fra NVEs database (Hydra II) og kartløsninger, i tillegg til meteorologiske data fra Norsk Klimaservicesenter.

Beregningsmetoder er valgt basert på tilgjengelige observerte data, gjentaksintervall samt egnethet i forhold til feltegenskaper. Metodene deles inn i to hovedgrupper:

- **Flomfrekvensanalyse:**
 - Lokal flomfrekvensanalyse (FFA)
 - Regional flomfrekvensanalyse (RFFA)
 - Formelverk for mindre felt: RFFA-NIFS
 - Formelverk for større felt eller gjentaksintervall: RFFA-2018
 - Lokal i kombinasjon med regional flomfrekvensanalyse
 - Forenklet lokal + RFFA
 - Full lokal + RFFA-2018
- **Nedbør-avløpsmetoder:**
 - Hydrologisk flommodell: PQRUT
 - Den rasjonelle metoden

Flomfrekvensanalyser er basert på statistiske analyser av vannføringsmålinger, hvor det estimeres en indeksflom (middelflom Q_M) og et vekstkurveforhold som angir forholdet mellom indeksflommen og en flom med et gitt gjentaksintervall T (Q_T/Q_M). I nedbør-avløpsmetoder beregnes flomvannføring fra ekstremnedbør (evt. i kombinasjon med snøsmelting) ved bruk av en hydrologisk modell eller empirisk formel som gjengir responsen til nedbørfeltet. En forenklet oversikt over NVEs anbefalinger for bruk av metodene i forhold til feltareal og flomstørrelser er gitt i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Anbefalt bruk for flomberegningsmetoder. Merk at feltstørrelser er omtrentlige, og at metodene kan benyttes for andre størrelser og gjentaksintervall med forsiktighet og/eller begrensninger.

Metode	Flomfrekvensanalyse			Nedbør-avløpsmetode	
	Lokal	RFFA-NIFS	RFFA-2018	PQRUT	Rasjonale
Arealbegrensning	Alle	< 60 km ²	Alle	2-800 km ²	< 2 km ²
Gjentaksintervall	$Q_M - Q_{1000}$	$Q_M - Q_{200}$	$Q_M - Q_{1000}$	$Q_{200} - Q_{1000}$	$Q_5 - Q_{200}$

5.2 Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger innebærer beregninger av vanndybder, hastigheter og strømningsretninger som opptrer under en viss vannføring. Det finnes flere ulike metoder og verktøy man kan benytte for slike beregninger, og man skiller gjerne mellom hydraulisk modellering av vassdrag og hydraulisk dimensjonering av tiltak.

5.2.1 Hydraulisk modellering av vassdrag / flomsonekartlegging

I hydraulisk modellering gjøres det simuleringer av hvordan vannet strømmer i vassdrag og over terrenget under en gitt vannføring, og utføres primært i forbindelse med flomsonekartlegginger.

Hydraulisk modellering er utført i henhold til anbefalinger i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022). Veilederen beskriver hvordan utredning av reell flomfare i vassdrag bør utføres i forhold til valg av modell og ligningssett, samt grunnlag og forutsetninger som bør legges til grunn. Det er her gitt en oppsummering av de viktigste momentene, og det henvises til veilederen og tidligere notater for mer utdypende beskrivelser.

I prosjektet er det benyttet to ulike programvarer for hydraulisk modellering; HEC-RAS og MIKE11. HEC-RAS er utviklet av United States Army Corps of Engineers, mens MIKE11 er utviklet av DHI. Analyser i disse programmene ser på grunnen som helt tett, og strømming gjennom permeable masser er altså ikke hensyntatt. Endringer som følge erosjon- og sedimentasjonsprosesser under flomhendelser er heller ikke hensyntatt.

Det er brukt to ulike typer modeller i forhold til hvilket plan strømmingen modelleres; 1D og 2D. I endimensjonale modeller (1D) beregnes strømmingen kun i en retning, og vassdraget simuleres gjennom en serie med tverrsnitt. 1D er derfor egnet for større og slake elvestrekninger eller kanaler, der vannet renner i et definert løp. I todimensjonale (2D) modeller beregnes strømming i to retninger i horisontalplanet, og vassdraget simuleres gjennom et rutenett. 2D modeller er derfor egnet i vassdrag hvor det er sannsynlig at vannet tar nye løp og/eller hvor det er behov for mer detaljerte analyser av vannhastighet og strømningsretning.

Hovedgrunnlaget for de hydrauliske simuleringene er terrengdata, hvor det primært er benyttet laserdata hentet fra Kartverkets tjeneste hoydedata.no. Vanlig luftbåren laserskanning vil ikke nødvendigvis fange opp bunnforhold i elver og bekker, på grunn av vegetasjon som skygger for underliggende terreng og/eller større vanndyp. I slike tilfeller er laserdata supplert med innmålinger der dette foreligger. Videre er det også gjort innmålinger av konstruksjoner i vassdrag, som stikkrenner, kulverter og bruer.

Det er angitt grensebetingelser i de hydrauliske modellene, som beskriver hvordan vann strømmer inn og ut av modellene. Det er også gitt diverse modellparametere, som primært er knyttet til beregninger av energitap; ruhetsverdier (Manningstall) for overflater, og koeffisienter for inn- og utløpstap ved vanngjennomløp. Modellparameterne bør helst kalibreres, noe som krever at man har samtidige data for vannføring og vannstand gjerne i flere punkt innenfor analyseområdet. Der dette foreligger er modellene kalibrert, mens i øvrige områder er modellparametere valgt gjennom en vurdering av stedlige forhold og standardverdier oppgitt i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010).

5.2.2 Hydraulisk dimensjonering av tiltak

Dimensjonering av hydrauliske tiltak kan gjøres med flere metoder og med varierende detaljgrad, og avhenger av type tiltak og kompleksitet i vannveien.

For dimensjonering av vanngjennomløp (stikkrenner, kulverter og mindre bruer), er det benyttet det forenklete hydrauliske programmet HY-8 utgitt av Federal Highway Administration (FHWA). I dette programmet er standard beregningsmetodikk beskrevet i Statens vegvesens Håndbok V240 *Vannhåndtering* (2020) og *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010) automatisert. HY-8 ser imidlertid kun vanngjennomløpet «alene», og i mer komplekse vassdrag er dimensjoneringen kontrollert med hydraulisk modellering.

I prosjektet E136 Flatmark-Marstein er det tatt utgangspunkt i at nye vanngjennomløp legges som prefabrikkerte betongelementer med norske standard-dimensjoner, for å redusere kostnader og legge til rette for en forutsigbar, rasjonell og effektiv prosess i alle ledd. Standarddimensjoner er oppgitt i Tabell 5-2. For betongrør, er det lagt til grunn BASALs standard. For betongbokser, benyttes standard-dimensjoner oppgitt i SVVs Håndbok V425 *Prefabrikkerte kulverter*.

Tabell 5-2 Standarddimensjoner på prefabrikkerte betongelementer.

Type	Standarddimensjoner							
Betongrør	D [mm]	300	400	500	600	800	1000	1200
		1400	1600	1800	2000	2400	3000	
Betongboks	BxH [m]	3,5x3,2	4,0x4,3	4,5x3,2	5,0x5,0	5,5x3,2	6,0x5,0	8,0x5,0

Vanngjennomløp under vei er dimensjonert for å oppfylle relevante krav i Statens Vegvesens vegnormaler (se kapittel 4.2). I utgangspunktet skal gjentetningsgraden i stikkrenner og kulverter 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 gjentetning. Videre er det lagt til grunn at stikkrenner og kulverter under jernbane ikke er gjentettet, da dette er ikke et krav i Bane NORs tekniske regelverk.

5.3 Erosjonsberegninger

Som grunnlag for dimensjonering av erosjonssikring av stein skal det gjøres beregninger av stabil steinstørrelse, som er den steinstørrelsen som gir påbegynnende erosjon.

Erosjonsberegninger er utført i henhold til NVEs *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein* (4/2009). Anbefalinger for erosjonssikring gitt i SVVs Håndbok V221 *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger* (2014) er stort sett basert på NVEs veileder.

Hvilken metode som benyttes for beregning av stabil steinstørrelse, avhenger av hva som skal sikres og egenskapene for den aktuelle elvestrekningen. En oversikt over anbefalte beregningsmetoder er gitt i Tabell 5-3. Det vises til overnevnte veilederne og tidligere notater for mer utdypende beskrivelser, samt formel/ligninger som er benyttet.

Tabell 5-3 Anbefalt bruk av metoder for beregning av stabil steinstørrelse.

Objekt		Beregningsmetode
Elve/bekkebunn og -sider	Slake vassdrag ($\leq 2\%$ fall)	Maynords formel
	Bratte vassdrag ($> 2\%$ fall)	Rauset stein: Robinsons formel
		Plastring: Formel for kanal-plastring
Kulvertutløp	Energidreperbasseng	Formel for energidreperbasseng
	Plastring	Formel for plastring av kulvertutløp
Bruer	Pilarer	Lagasses formel
	Landkar	Barkdolls metode

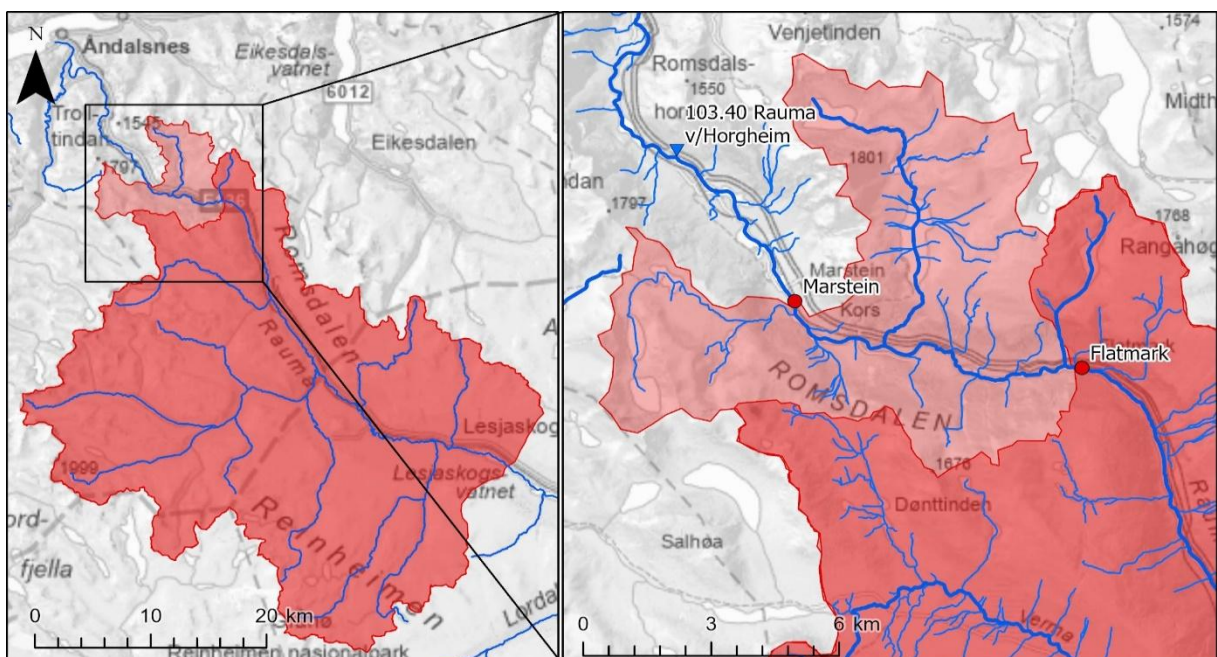
6 Flomvurdering Rauma

6.1 Oppsummering av tidligere beregninger

Det har tidligere blitt gjort flere flomvurderinger av Rauma, både av Plan AAV og Multiconsult. Det er her presentert sentralt grunnlag og resultater fra disse, og gjort en vurdering av deres gyldighet i forhold til gjeldende krav, anbefalinger og datagrunnlag.

6.1.1 Flomberegninger

Alle tidligere flomberegninger for hovedelva Rauma er basert på lokal flomfrekvensanalyse på målestasjonen 103.40 Rauma v/Horgheim, som ligger noen få kilometer fra Marstein – se Figur 6-1.

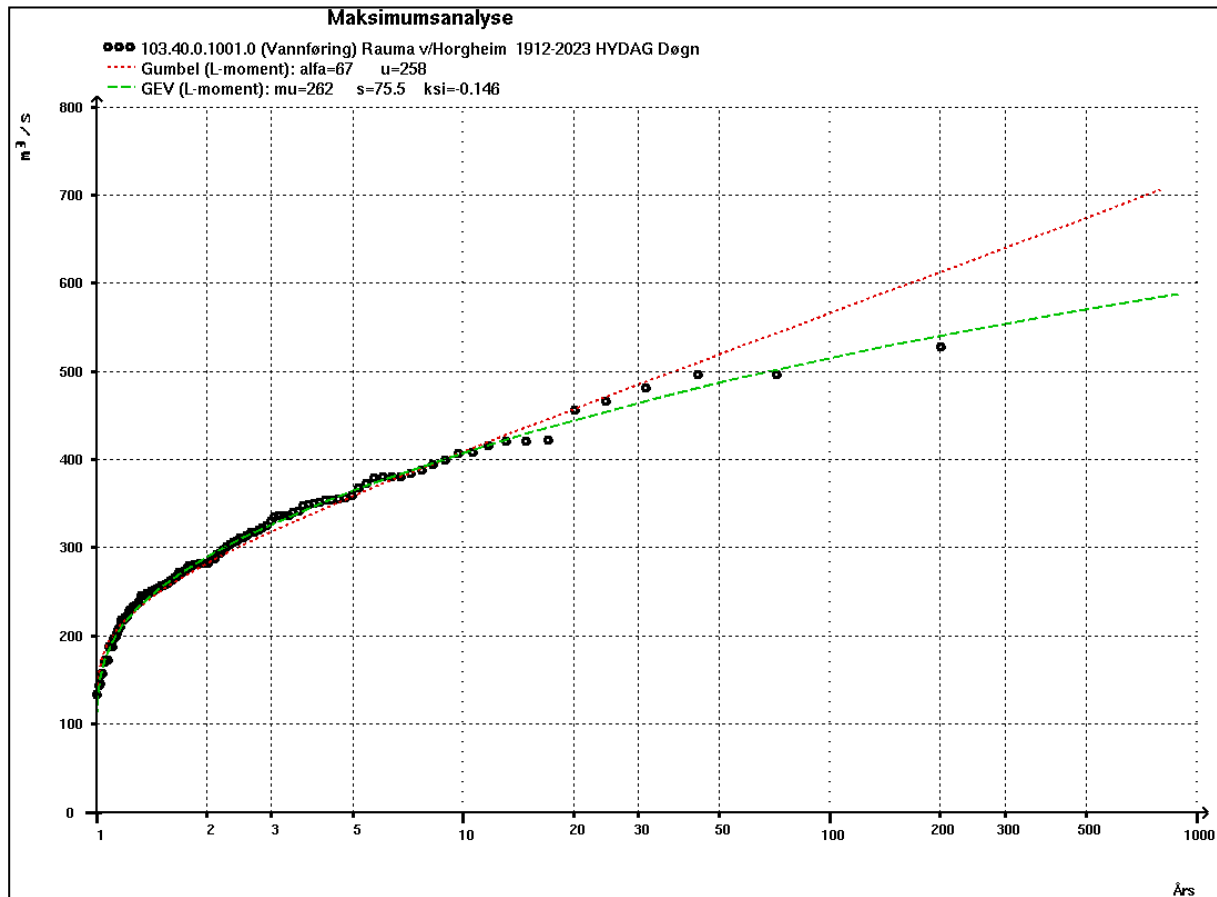


Figur 6-1 Oversikt over nedbørfelt til Rauma og målestasjon som er benyttet i flomberegninger.

Målestasjonen 103.40 Rauma v/Horgheim har en lang serielengde med døgndata for Rauma (helt tilbake til 1912), og med bakgrunn i dette og elvas store felt ble det valgt å kun gjøre lokal analyse på døgndata fra stasjonen. Videre ble det lagt til grunn Gumbelfordeling, som ansees som noe konservativt med bakgrunn i den lange serielengden – se frekvensplott i Figur 6-2. Det er benyttet en kulminasjonsfaktor $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1.1$, som er hentet fra NVEs flomsonekartlegging av Rauma fra 2005 lengre ned i vassdraget.

Tabell 6-1 Resultater fra flomfrekvensanalyse (Gumbel fordeling) på døgndata fra 103.40 Rauma v/Horgheim i NVEs Hydra II system, og omgjøring til kulminasjonsverdier.

Flomhendelse	Q_T/Q_M	Beregnet vannføring ved 103.40 Rauma v/Horgheim					
		Døgnmiddel		$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	Kulminasjon		
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]	
Middelflom Q_M	-	269	295	1.10	295	325	
5-årsflom Q_5	1.210	325	357		357	393	
10-årsflom Q_{10}	1.381	371	408		408	448	
20-årsflom Q_{20}	1.545	415	456		456	502	
50-årsflom Q_{50}	1.757	472	519		519	570	
100-årsflom Q_{100}	1.916	515	565		566	622	
200-årsflom Q_{200}	2.072	556	612		612	673	



Figur 6-2 Flomfrekvensplott (døgnverdier) fra lokal FFA på målestasjon 103.40 Rauma v/Horgheim.

Beregnet flomvannføring ved 103.40 Rauma v/Horgheim ble skalert med hensyn til feltareal til å gjelde ved Flatmark og Marstein. Resulterende flomverdier er gitt i Tabell 6-2. På tidspunktet flomberegningene ble utført gjaldt tidligere utgaver av Vegnormal N200, hvor det var andre krav til sikkerhetsfaktor for dimensjonerende flomvannføring. Vurdering av gyldigheten til beregnet $Q_{\text{dim},200}$ ift. gjeldende N200 er omtalt i kapittel 6.1.3.

Tabell 6-2 Tidligere beregnede flomvannføringer i Rauma ved Flatmark og Marstein.

Rauma ved	A [km²]	Vannføring [m³/s]							
		Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	$Q_{\text{dim},200}^*$
Flatmark	1022	301	365	417	466	530	578	625	964
Marstein	1083	319	387	442	494	562	613	663	1020

* Inkludert klima- og usikkerhetsfaktor $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$ iht. utdatert Vegnormal N200.

6.1.2 Hydrauliske beregninger

I forbindelse med det tidligere planarbeidet, har det ble det blitt utarbeidet tre hydrauliske modeller for Rauma.

Multiconsult 2021: Flatmark – Horgheim

Multiconsult benyttet en 1D modell i programmet MIKE11 til å beregne flomutbredelse og vannstander for Rauma mellom Flatmark og Horgheim – se Figur 6-3. Beregningene ble utført for dimensjonerende 200-årsflom og 50-årsflom inkludert klimapåslag; $Q_{\text{dim},200} = 1020 \text{ m}^3/\text{s}$ og $Q_{50,\text{klima}} = 672 \text{ m}^3/\text{s}$. Det bemerkes at 50-årsflom inkludert klimapåslag omtrentlig tilsvarer 200-årsflom uten påslag i vassdraget.

Modellen baserer seg på laserdata, og det ble ikke gjort detaljerte dybdemålinger eller innmålinger av tverrsnitt i Rauma. Det ble gjort et forsøk på justering av bunnhøyder i tverrprofilene, basert på en form for kalibrering opp mot observert vannstand og vannføring ved stasjonen 103.40 Rauma v/Horgheim når laserskanningen ble foretatt. Det er imidlertid poengtert at det er noe usikkerhet knyttet til justeringen av elvebunn.

Friksjonsforhold er vurdert ut fra kart og observasjoner under befaring. Det ble også gjort et forsøk på kalibrering av ruhetsverdier, men dette viste seg noe utfordrende på grunn av komplekse strømningsforhold der det er observasjoner av vannstand (ved Skirimoen).

Det er ikke oppgitt hva som er benyttet som øvre grensebetingelse ved innløpet til modellen, men det er sannsynligvis brukt antagelse om normalstrømning. Ved utløpet er det benyttet vannstand-vannføringskurve for stasjonen 103.40 Rauma v/Horgheim som nedre grensebetingelse.

Senere kartlegginger av Plan AAV (se under) viser at Multiconsults modell er noe feilaktig mellom Flatmark og Skiri, da den ikke fanger opp de komplekse strømningsforholdene her. Multiconsults modell ansees imidlertid som tilstrekkelig, og gyldig, for resten av strekningen.



Figur 6-3 Tverrprofiler som inngår i Multiconsults (2021) 1D modell i Mike11 for Rauma mellom Flatmark-Horgheim.

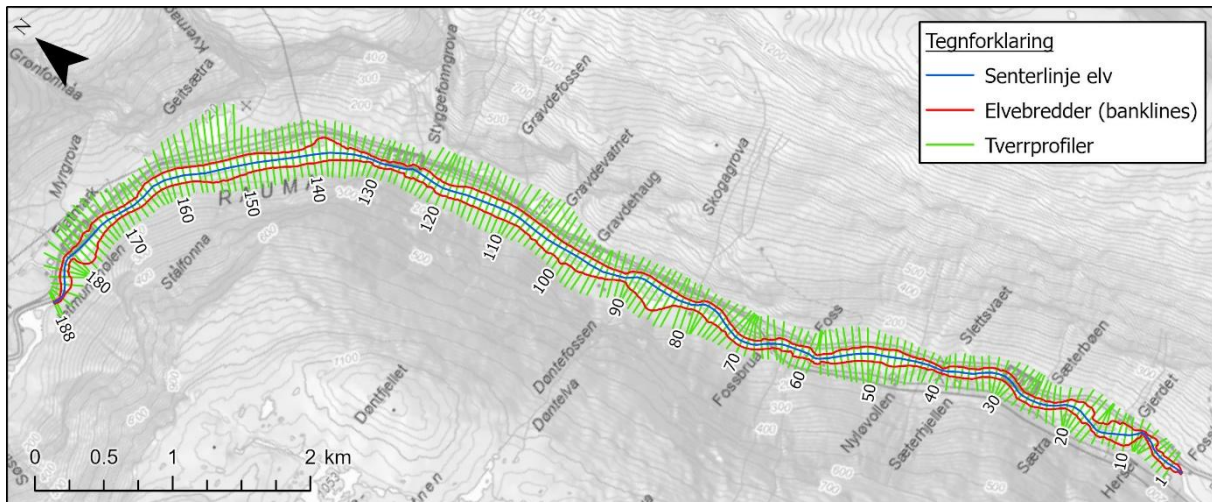
Plan AAV 2024: Gjerdet-Flatmark

Plan AAV benyttet en 1D modell i programmet HEC-RAS til å beregne flomutbredelse og vannstand i Rauma mellom Gjerdet og Flatmark. Beregningene ble utført for flere flomhendelser; Q_M opptil $Q_{dim,200}$.

Også her ble det benyttet laserdata, men i stedet for å justere elvebunn, ble flomverdier fratrasket normalvannføring for å hensynta at «elvebunn» reflekterer en normalsituasjon i elva. Modellen er ikke kalibrert, og ruhetsforhold er basert på standardverdier.

Antagelse om normalstrømning ble benyttet som øvre og nedre grensebetingelse. For å sørge for at korrekte strømningsforhold ble modellert i det slake partiet av elva, ble modellens innløp og utløp er plassert henholdsvis før og etter et «større» fall i elva.

Resultatene fra modellen viste at det opptrer underkritisk strømning med store vanddyp i den slake delen av Rauma mellom Gjerdet og Flatmark. Dette ble ikke fanget opp i Multiconsults kartlegging fra 2021, hvor det ved innløpet ved Flatmark trolig ble lagt til grunn antagelse om normalstrømning. Dette resulterer i mindre flomdybde og -utbredelse i Multiconsults kartlegging ved Flatmark enn det som opptrer i realiteten.



Figur 6-4 1D modell i programmet HEC-RAS for Rauma mellom Gjerdet-Flatmark (Plan AAV, 2024).

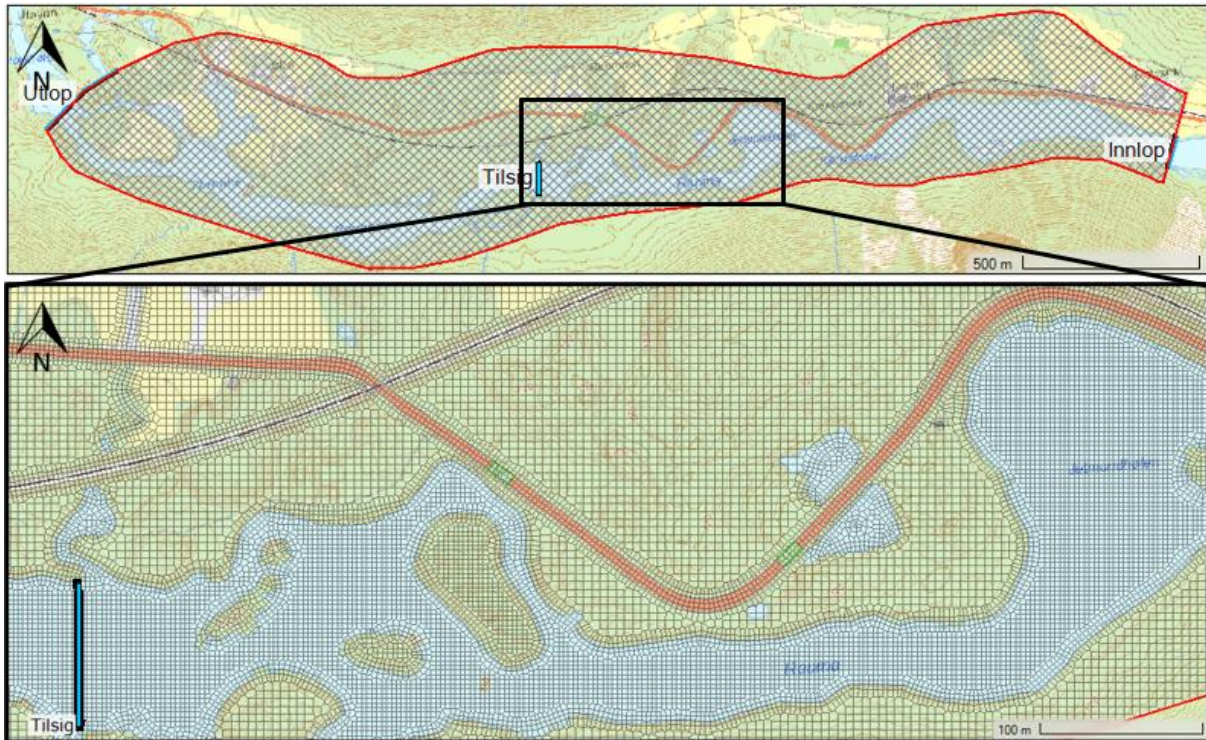
Plan AAV 2024: Flatmark-Skiri

Basert på de tidligere kartleggingene, ble det avdekket at E136 på strekningen Flatmark-Skiri er flomutsatt. Flomforholdene er mer komplekse her, sammenlignet med resten av strekningen, hvor vannet strømmer i flere retninger. I tillegg vil tiltak utført ifm. E136-prosjektet sannsynligvis berøre Raumas flomsone. Men bakgrunn i dette, ble det valgt å lage en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS for Rauma mellom Flatmark og Skiri – se Figur 6-5. Beregningene ble utført for Q_M opptil $Q_{dim,200}$.

I 2020 utførte Field Geospatial (tidligere Terratec) dybdekartlegginger av deler av elva ved Midtre Flatmark, Nordre Flatmark og Jetmundhølen. Disse målingene er kombinert med laserdata for å reflektere omtrentlige bunnforhold i 2D-modellen.

Ved innløpet til modellen er det benyttet beregnet helning på energilinen fra 1D-modellen for Gjerdet-Flatmark som øvre grensebetingelse. Følgelig fanges opp den underkritiske strømmingen ved Flatmark. Ved utløpet i modellen, nedstrøms Skiri, er det benyttet antagelse om normalstrømning. Dette gir omtrentlig samme vannstand ved utløpet sammenlignet med Multiconsults tidligere beregninger.

Modellen er kalibrert opp mot foto av to flomhendelser ved Skirimoen-undergangen, i 1923 og 1958. Disse tilsvarte omtrentlig 50-årsflom, og ruhetsverdier i modellen ble justert for å få tilsvarende flomhøyder under samme vannføring.



Figur 6-5 2D modell i programmet HEC-RAS for Rauma mellom Flatmark-Skiri (Plan AAV, 2024).

6.1.3 Vurdering av gyldighet

I etterkant av de tidligere flomvurderingene for Rauma har Vegnormal N200 blitt oppdatert. Den største endringen i forhold til flomsikkerhet kommer i valg av sikkerhetsklasse og sikkerhetsfaktor.

I utdatert versjon av N200 ble sikkerhetsklasse satt *kun* basert på veistrekningens trafikkmengde, men dersom veien ikke har omkjøringsmuligheter blir kravet til returperiode økt. I ny versjon (N200:2024) er sikkerhetsklassen bestemt av trafikkmengde og omkjøringsmuligheter, og returperiode avhenger kun av sikkerhetsklassen. Dette gjør at det ble lagt til grunn sikkerhetsklasse V2 for E136 Flatmark-Marstein i de tidligere flomvurderingene, mens den nå faller inn under V3 (se Tabell 4-1). Dimensjonerende returperiode er imidlertid den samme; $T_{dim} = 200$ år.

Krav til klimafaktor er den samme som før; $F_k = 1.4$. Den største endringen kommer i valg av sikkerhetsfaktor. I utdatert versjon ble denne kalt usikkerhetsfaktor, og var bestemt kun ut ifra sikkerhetsklassen til veien. Det ble følgelig lagt til grunn en faktor på $F_u = 1.1$ (som gjaldt for sikkerhetsklasse V2) i de tidligere flomvurderingene. I ny versjon (N200:2024) skal sikkerhetsfaktor velges basert på sikkerhetsklassen til veien og kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget (se Tabell 4-2 og Tabell 4-3). For Rauma har man et godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget, noe som plasserer flomberegningene i **klasse 1**. Siden sikkerhetsklassen til veien har økt til V3 (da omkjøringsmuligheter nå er inkorporert i denne), blir imidlertid kravet til sikkerhetsfaktor økt til $F_s = 1.2$.

For å oppsummere; dimensjonerende flomhendelse i Rauma for E136 Flatmark-Marstein har endret seg som følgende:

- **N200:2022:** 200-årsflom inkl. klima- og usikkerhetsfaktor $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$
- **N200:2024:** 200-årsflom inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $F_k = 1.4$ og $F_s = 1.2$

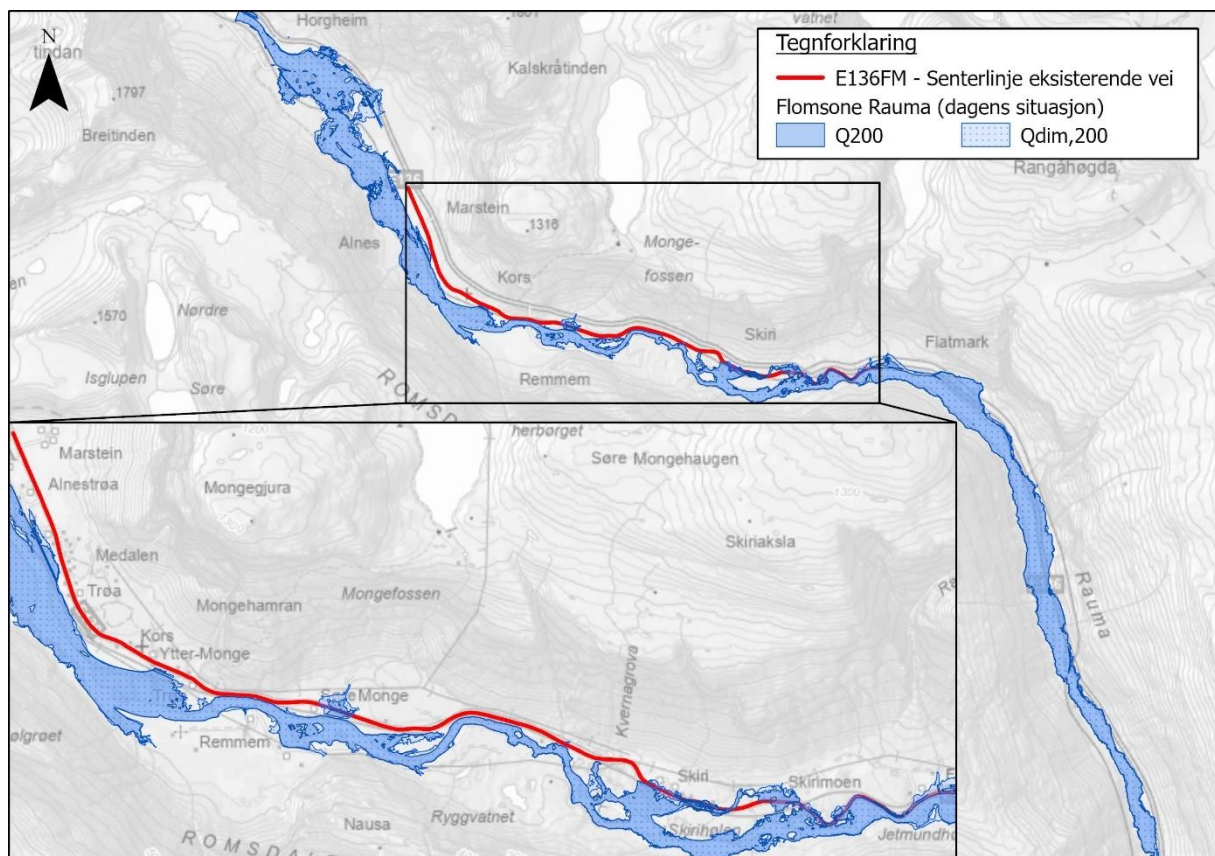
Altså er dimensjonerende 200-årsflom i utgangspunktet blitt økt med ca. 10% som følge av oppdateringen av N200. Flomverdiene som ble lagt til grunn for Rauma er, som tidligere nevnt, imidlertid ansett som noe konservativ. Med hensyn til den lange serielengden på målestasjonen som er brukt (103.40 Rauma v/Horgheim; 112 år med data), kunne det ha blitt brukt GEV-fordeling i stedet for Gumbel i flomfrekvensanalyser. Dette ville redusert 200-års flomvannføring med ca. 15%.

Med bakgrunn i at flomverdier for Rauma er ansett som noe overestimert, er en økning i sikkerhetsfaktor iht. ny versjon av N200 (2024) ikke ansett som nødvendig. Altså **ansees dimensjonerende 200-årsflom som inkluderer klima- og usikkerhetsfaktor $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$ som ble lagt til grunn i tidligere flomvurderinger som fortsatt gyldig**, og legges også til grunn i videre analyser.

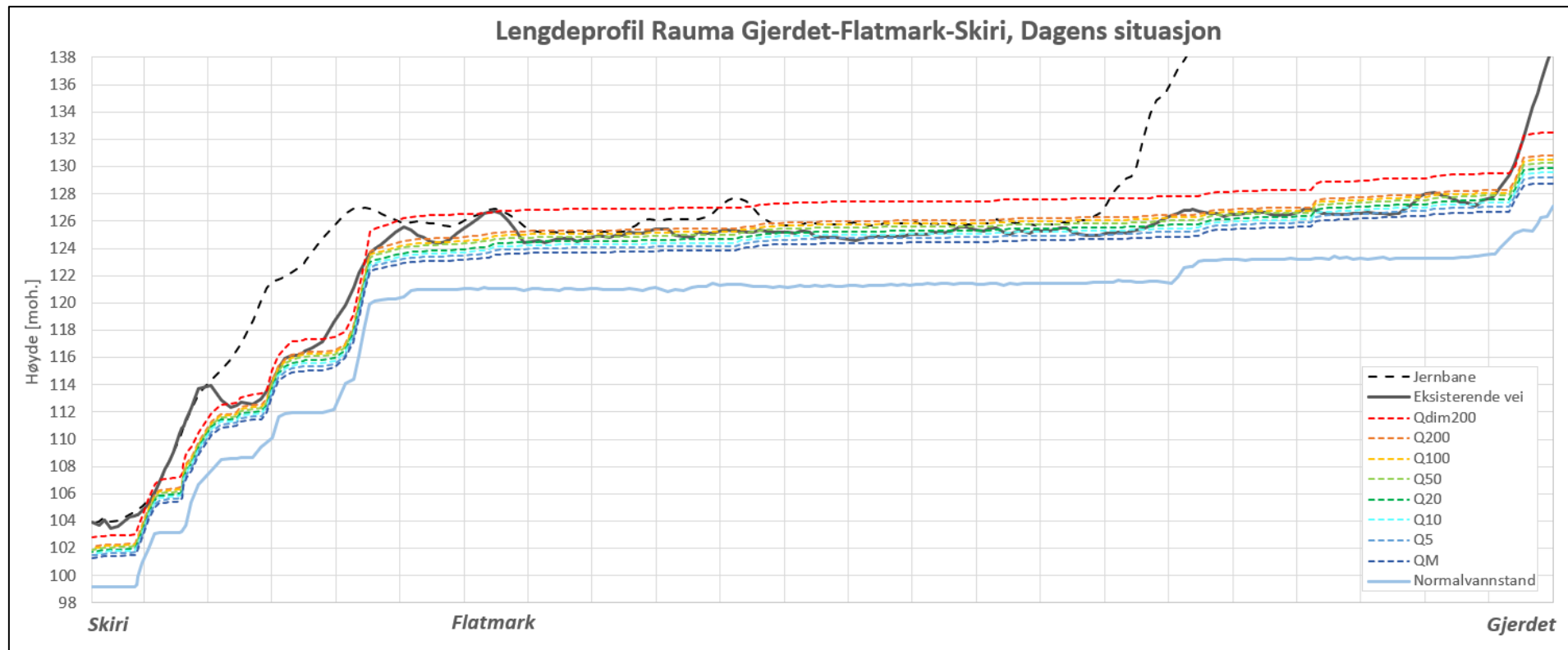
Videre ansees også tidligere utførte flomberegninger og hydrauliske modeller å være gyldig i forhold til gjeldende anbefalinger og datagrunnlag.

6.2 Beskrivelse av dagens flomsituasjon

En sammensatt flomsone for dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{dim,200}$) og 200-årsflom uten påslag (Q_{200}) i Rauma, beregnet fra de tre nevnte hydrauliske modellene, er vist i Figur 6-6. For 200-årsflom på strekningen vest for Skiri er det benyttet resultater fra Multiconsults kartlegging av 50-årsflom inkl. klimapåslag (som omtrentlig tilsvarer Q_{200}). Vannlinjer for mindre flomhendelser ved Gjerdet-Flatmark-Skiri er vist i lengdeprofil i Figur 6-7.



Figur 6-6 Sammensatt flomsone for Rauma ved dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{dim,200}$) som inkluderer klima- og usikkerhetsfaktor $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$ og 200-årsflom uten påslag (Q_{200}).



Figur 6-7 Lengdeprofil av Rauma på strekningen Gjerdet-Flatmark-Skiri som viser høyder på eksisterende vei samt beregnede vannlinjer fra 1D og 2D modell i HEC-RAS.

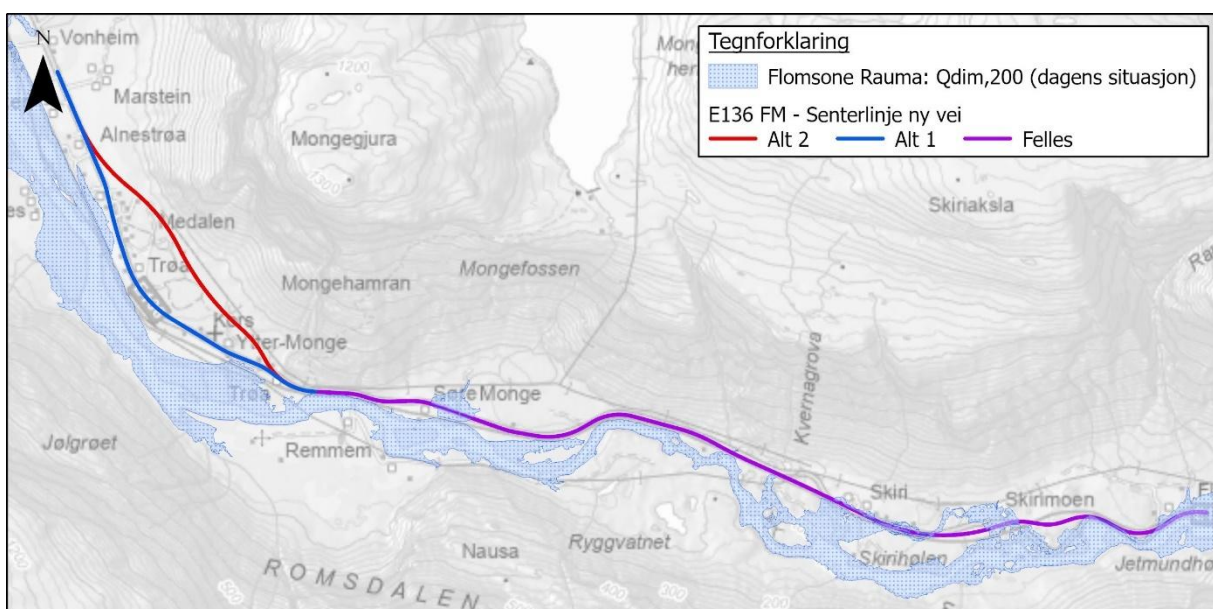
Som figurene viser, er partiet mellom Flatmark og Skiri den eneste strekningen som inngår i prosjektet som er utsatt for dimensjonerende flom i Rauma. Vest for dette, helt til Marstein, ligger dagens vei over det dimensjonerende flomnivået i elva.

Videre er veistrekningen øst for Flatmark, mot Gjerdet, mye mer flomusatt sammenlignet med E136 Flatmark-Marstein. Allerede ved en 5- til 10-årsflom når vannstanden i elva opp til de laveste punktene på veibanen her. Dette stemmer overens med erfaringer fra drift. Til sammenligning er det først ved en hendelse mellom 100- og 200-årsflom at dagens vei innenfor prosjektavgrensningen berøres, ved Flatmark og Skirimoen.

Situasjonen er desidert mest kritisk ved den dimensjonerende 200-årsflommen, som inkluderer påslag for klima og usikkerhet. Påslagene har mest effekt på vannstanden i de slakere delene av elva, hvor økningen er rundt 1-1.5 meter i forhold til dagens 200-årsflom. I en slik situasjon vil store deler av veien være ufarbar, og strekningen må stenges. Vurderinger av varigheter på observerte flomhendelser, indikerer at veien kan bli oversvømt og stengt i rundt 2 til 3 døgn ved en dimensjonerende flomhendelse.

6.3 Beskrivelse av fremtidig flomsituasjon

Det er landet på en veiløsning som i stor grad følger dagens trasé med noe utretting av kurvatur, med unntak av for alternativ 2 hvor man går langs nordøst-siden av bebyggelsen på Trøan. Det er kun ved området Flatmark-Skiri at ny E136 berører Raumas flomsone – se Figur 6-8. Utover dette vil ikke den nye veien være utsatt for flom fra Rauma, ei heller påvirke elvas flomforhold.

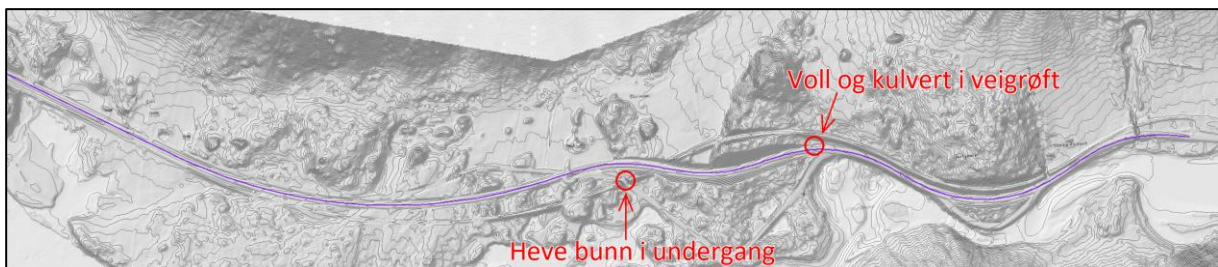


Figur 6-8 Kart som viser flomsone for Rauma ved dimensjonerende 200-årsflom (inkl. $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$) sammen med senterlinje for ny E136 Flatmark-Marstein.

Det er søkt fravik fra SVVs flomkrav på strekningen mellom Flatmark og Skiri. Dette er med bakgrunn i at det ved bruk av dagens trasé, ikke er mulig å heve veien over dimensjonerende flomnivå ($Q_{\text{dim},200}$ – 200-årsflom inkl. $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$) pluss 0.5 m fribord, uten å måtte ha større utfyllinger i Raumas elveløp. Det vil også bli utfordringer med å få til gode avkjørsler ved bebyggelsen på Flatmark, og kryssing under jernbanen ved Skirimoen. Basert på en totalvurdering av flomsikkerhet opp mot miljøhensyn,

landskap og eksisterende bebyggelse og infrastruktur, er det landet på at veien skal ligge **minimum over 200-års flomnivå** (uten påslag og fribord). Dette gir en økning i flomsikkerhet ift. dagens situasjon (med oversvømmelser ved 100-årsflom).

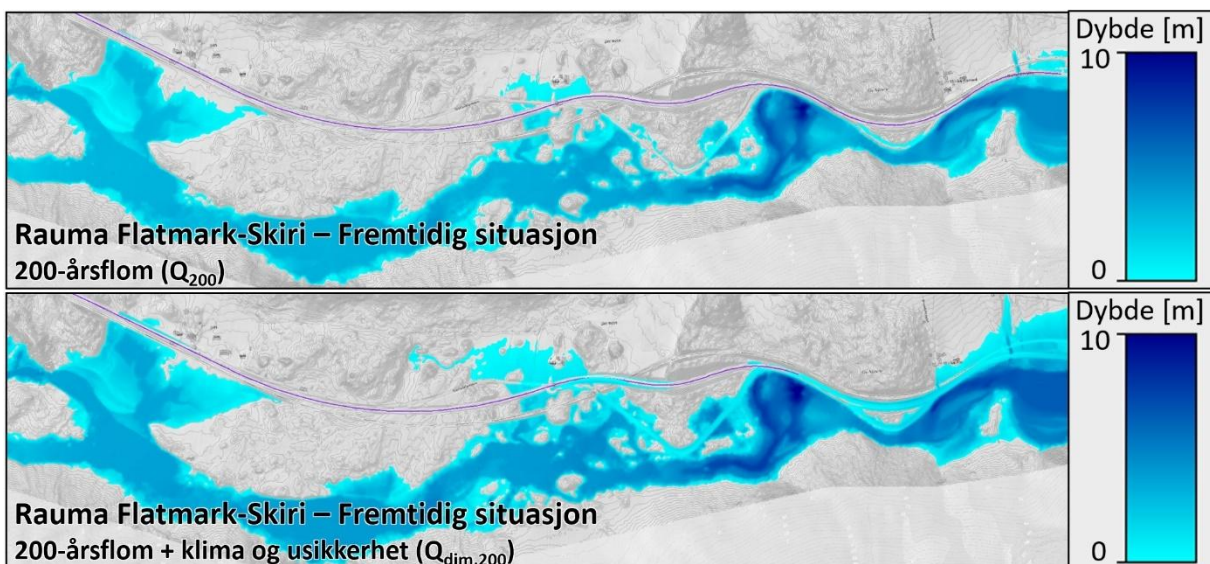
For å kontrollere at endelig veiløsning ivaretar fastsatte flomkrav ved Flatmark-Skiri, samt for å undersøke eventuelle konsekvenser av tiltak på flomsituasjonen i området, er det utført hydraulisk beregning hvor ny veigeometri er lagt inn i 2D modellen – se Figur 6-9. I tillegg er det lagt inn mindre flomtiltak for å hindre og redusere problematikk knyttet til flomvann på avveie ved Skirimoen. Det er ikke ansett som nødvendig å utføre hydrauliske beregninger for ny vei på resten av strekningen mot Marstein.



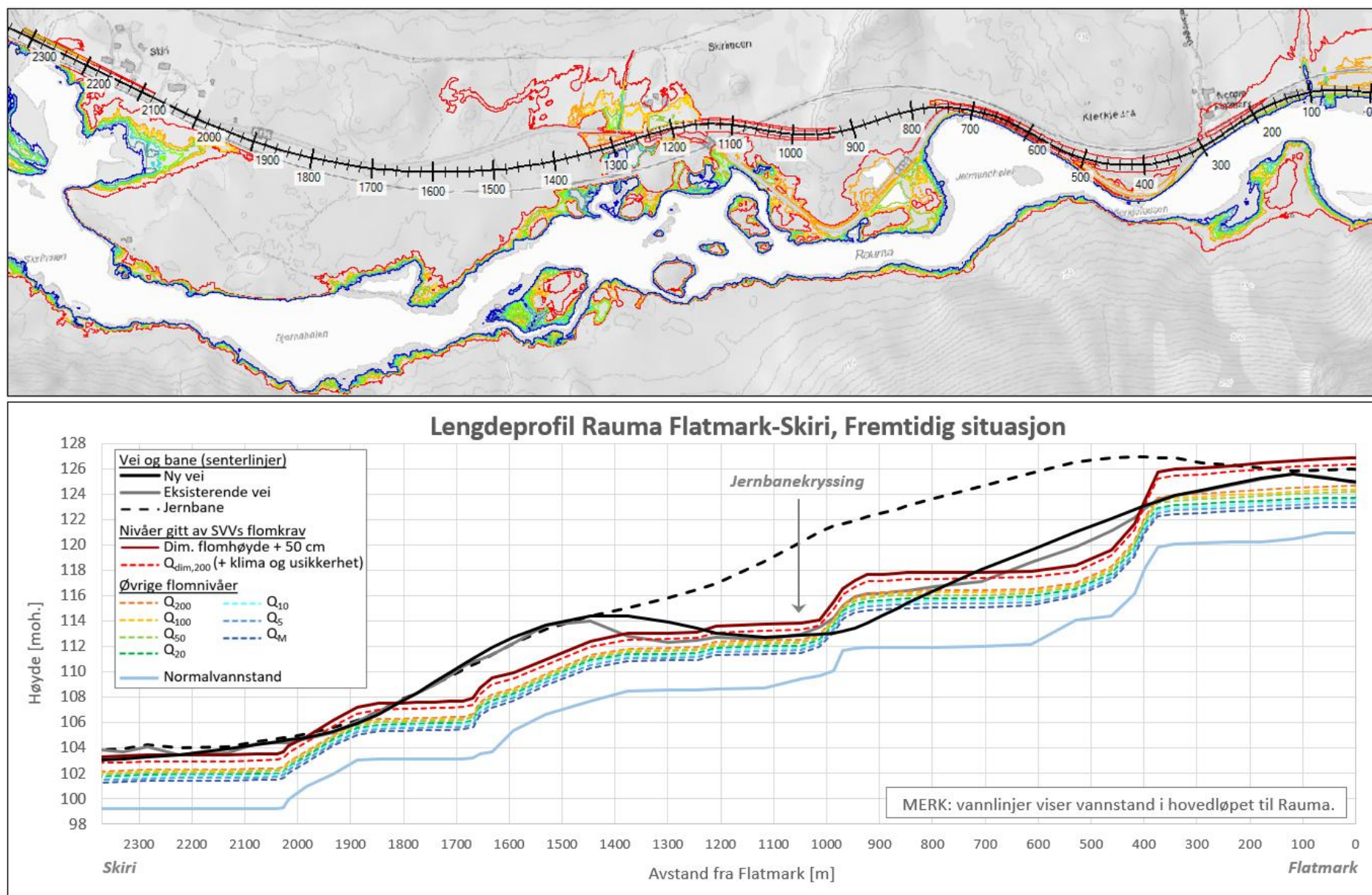
Figur 6-9 Kart som viser veigeometri som er lagt inn i terrengmodell for Flatmark-Skiri, samt mindre flomtiltak for å hindre flomvann på avveie. Løsningen ivaretar 200-årsflom (uten påslag og fribord) ved Flatmark-Skiri.

Resultater fra de hydrauliske beregningene av fremtidig situasjon er vist i form av dybdeplott i Figur 6-10 og lengdeprofil i Figur 6-11. Beregningene viser at flomsikkerhet i forhold til 200-årsflom (uten påslag og fribord) er ivaretatt. Der veien er i direkte kontakt med flomvannet i elva, ligger den høyere enn 200-års flomnivå. Flere steder er også SVVs flomkrav (200-årsflom inkl. 40% klima og 10% usikkerhet + 50 cm fribord) ivaretatt.

Ved den nye jernbanekryssingen, hvor nyveien går igjennom en grov ur, ligger veien noe lavt ift. flomnivået i Rauma. På det laveste er den under middelflom-nivå. Det er ikke direkte kontakt mellom E136 og Rauma i dette området, men det er en risiko for at flomvann kan strømme *igjennom* ura med påfølgende oversvømmelser. Muligheter for dette, og risikoen det evt. kan medføre for E136, er utredet i et eget fagnotat: *Vurdering hydrogeologi ved Skirimoen* (Plan AAV, 2025).



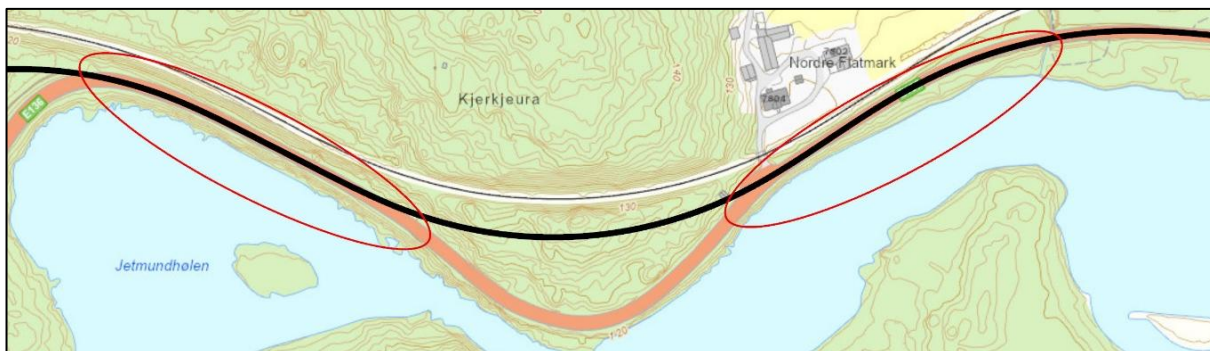
Figur 6-10 Resultater fra hydraulisk beregning for fremtidig situasjon i Rauma i form av dybdeplott.



Figur 6-11 Lengdeprofil av Rauma på strekningen Flatmark-Skiri som viser høyder på ny vei samt beregnede vannlinjer.

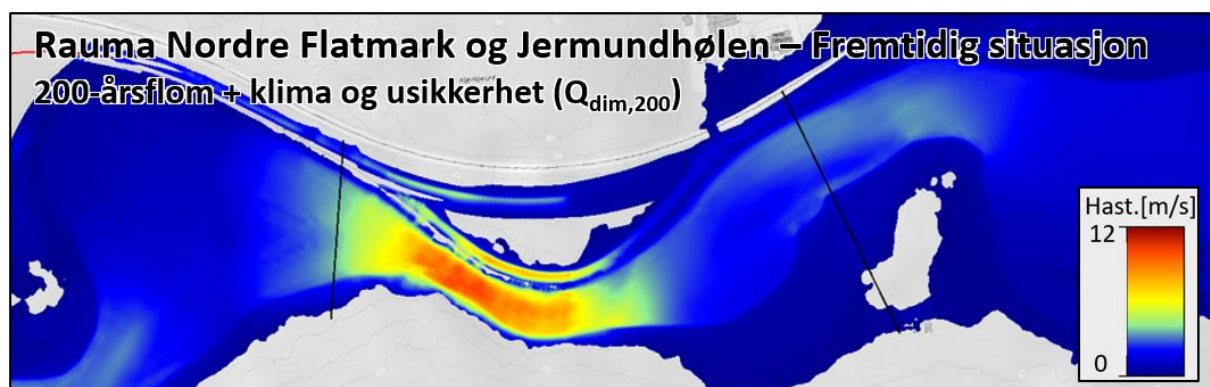
6.4 Erosjonssikring

Veistrekningen E136 Flatmark-Marstein ligger stort sett lite utsatt til for erosjon fra Rauma. Unntaket er ved Nordre Flatmark og Jetmundhølen, hvor veien ligger tett på elva – se Figur 6-12. Her har det tidligere oppstått problemer med erosjon, med behov for både reasfaltering og skiftning av rekkverk. Det er anlagt relativt store stein langs elvekanten, som tilsynelatende står godt imot vannkraftene. Problemet ligger derfor sannsynligvis i oppbyggingen av sikringen, hvor større hulrom mellom steinene gjør at vann trenger igjennom sikringslaget og gir utvasking og indre erosjon i veifyllingen.



Figur 6-12 Kart som viser ny veilinje (i svart) og erosjonsutsatte områder ved Nordre Flatmark og Jetmundhølen.

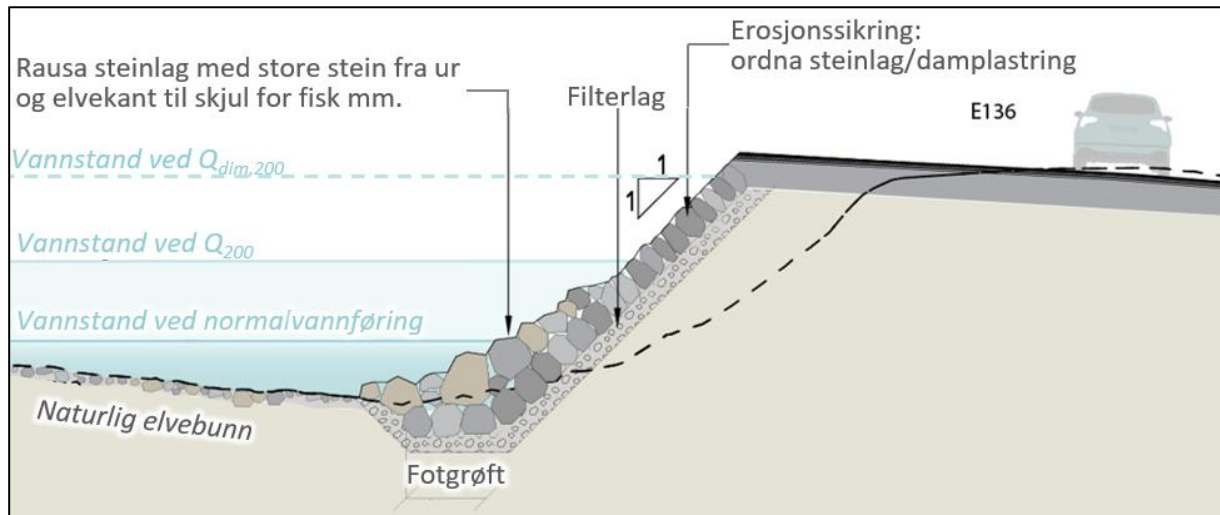
I forbindelse med det tidligere planarbeidet, ble det dimensjonert erosjonssikring for elvekantene ved Nordre Flatmark og Jetmundhølen som oppfyller krav i Vegnormal N200. Beregning av stabil steinstørrelse ble utført med Maynords formel, basert på dybder og vannhastigheter fra hydraulisk modellering av $Q_{dim,200}$ med ny veigeometri – se Figur 6-13. Geometrien som ble lagt til grunn er såpass lik den endelige veiløsningen ved Nordre Flatmark og Jetmundhølen, at ny modellering gir neglisjerbar endring i vanddybde og hastighet.



Figur 6-13 Hastighetsplott fra hydraulisk modellering av fremtidig situasjon for $Q_{dim,200}$ i Rauma.

Det ble tidligere lagt til grunn at sikringen skulle utføres som et rauset steinlag med steiner av forskjellige størrelser og utforminger, og med gjenbruk av større steiner fra eksisterende elvekant og omkringliggende ur. Dette krever at elve-/veiskråningen må legges med en helning på 1:1.5 eller slakere. I videre optimalisering viste seg utfordrende å få til en slik helning uten å måtte ha større utfyllinger i Raumas elveløp. Dette er til dels på grunn av at dagens elveskråning er betydelig brattere enn 1:1.5 flere steder. For å

redusere utstrekningen på sikringen, er det derfor i endelig veiløsning lagt til grunn en sidehelning på 1:1. For å skape tilstrekkelig stabilitet, utformes erosjonssikringen som damplastring. Det skal i tillegg legges et lag med rausa store stein *utenpå* plastringen nederst i elvekanten, for å skape skjul for fisk mm. – se Figur 6-14. Utover dette er sikringen i stor grad lik som før, med filterlag av grus for å hindre utvasking av finstoff i underlaget, samt fotgrøft for å hindre undergraving.



Figur 6-14 Illustrasjonstegning for erosjonssikring av Raumas elvekant ved Nordre Flatmark og Jetmundhølen.

Til tross for at type sikring og skråningshelning har endret seg noe i etterkant av de tidligere erosjonsberegningene, ansees anbefalingene for tykkelser og steinstørrelser som ble gitt å fortsatt være gyldig. Dette er siden damplastring krever mer omhyggelig utlegging og er derfor mer stabil enn rausa steinlag, i tillegg til at det tidligere ble lagt til grunn mer rundet stein i sikringslaget enn det som kommer til å bli benyttet i plastringen. Videre er erosjonskreftene størst nederst i elveskråningen, og her skal det legges store stein utenpå plastringen noe som vil øke sikkerheten ytterligere. En oppsummering av anbefalt erosjonssikring, basert på tidligere beregninger, er gitt i Tabell 6-3.

Tabell 6-3 Oppsummering av anbefalt erosjonssikring ved Nordre Flatmark og Jetmundhølen, med minimumsverdier for steinstørrelser og tykkelser som oppfyller krav i Vegnormal N200.

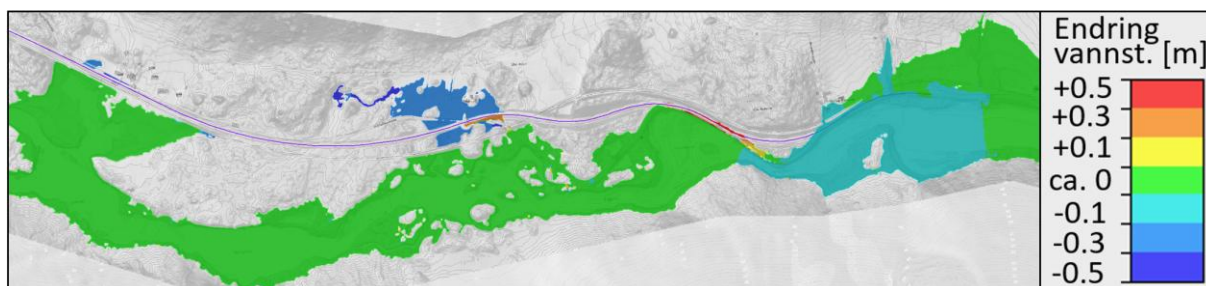
Parameter			Nordre Flatmark	Jetmundhølen
Type sikring			Ordna steinlag og filterlag (grusfilter)	
Sideskråning (1:n)		n [-]	1.0	
Sikringslag	Gradering	$D_{min,s}$ [mm]	250	350
		$D_{50,s}$ [mm]	400	500
		$D_{maks,s}$ [mm]	750	850
	Tykkelse	t_s [mm]	750	850
Filterlag	Gradering	$D_{min,f}$ [mm]	20	
		$D_{50,f}$ [mm]	ca. 75	
		$D_{maks,f}$ [mm]	250	
	Tykkelse	t_f [mm]	450	
Total sikringstykkelse		t_{tot} [mm]	1 200	1 300
Bredde fotgrøft		B_{fot} [mm]	ca. 2 meter	

6.5 Konsekvensvurdering

For å vurdere konsekvensene av tiltakene som utføres ifm. ny E136 på flomsituasjonen i Rauma, er det sammenlignet modellerte vannstander for dagens og fremtidig situasjon under dimensjonerende 200-årsflom ved Flatmark-Skiri – se Figur 6-15. Denne viser at tiltakene har minimal effekt, og det skjer ingen endringer lengre oppstrøms eller nedstrøms i elva.

Økninger i vannstand (moh.) skjer i selve veibanen. Nyveien ligger flere steder høyere sammenlignet med dagens situasjon, og flomvann på avveie som strømmer i og ved veien under $Q_{\text{dim},200}$ har derfor økte vannstander. Det bemerkes dog at *vanndybden* (m) i nyveien er mindre sammenlignet med dagens vei.

Ved bebyggelse på Skirimoen og Skiri er vannstanden betydelig redusert, som følge av foreslåtte flomtiltak for å hindre flomvann på avveie til dels i kombinasjon med at veien er høyere og en mer effektiv flomvoll (se Figur 6-9). Risikoen knyttet til flom for eksisterende bebyggelse i disse området blir altså *redusert* som følge av tiltakene som utføres i forbindelse med E136 Flatmark-Marstein.



Figur 6-15 Endringer i vannstand i Rauma under dimensjonerende 200-årsflom (inkl. $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$) som følge av tiltak ifm. etablering av ny E136 ved Flatmark-Skiri.

7 Flomvurdering sidevassdrag

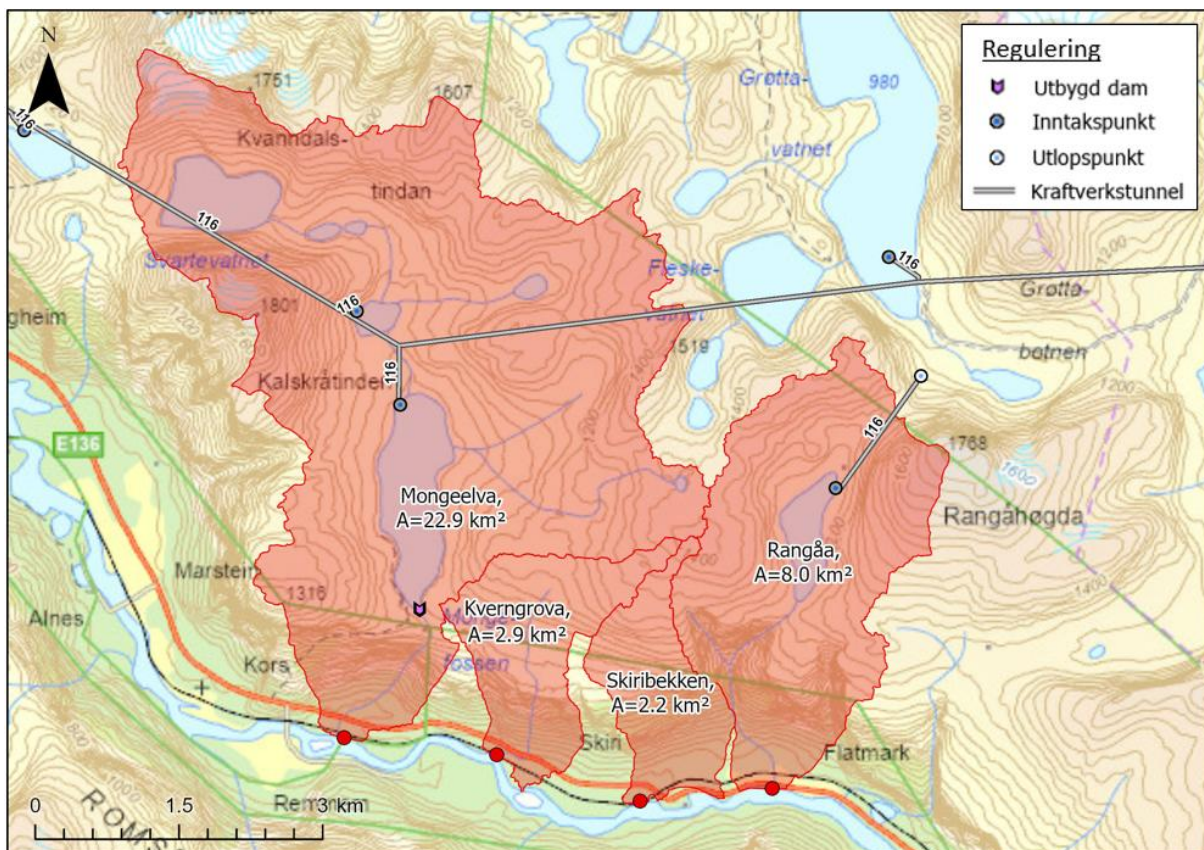
7.1 Oppsummering av tidligere beregninger

Plan AAVs (2025) flomvurdering av sidevassdrag erstatter den tidligere kartleggingen av Multiconsult (2021). Den er utført i etterkant av oppdateringen av Vegnormal N200, og er i tillegg utført noe mer detaljert med tanke på en veiløsning som i stor grad ligner på den som det er landet på. Det er følgelig kun presentert grunnlag og resultater fra Plan AAVs vurdering.

Den største endringen i forhold til de tidligere beregningene, er at sidevassdraget Rangåa ikke lenger er inkludert i veistrekningen for E136 Flatmark-Marstein. Forhold som omfatter Rangåa er følgelig ikke presentert her.

7.1.1 Flomberegninger

Nedbørfelt til sidevassdragene Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva er vist i Figur 7-1. Som figuren viser er feltet til Mongeelva regulert til vannkraftproduksjon, hvor Mongevatnet er regulert med en dam. På tidspunktet flomvurderingen ble utført hadde ikke Plan AAV tilgang på flomberegninger for dammen, og feltet ble følgelig behandlet som uregulert.



Figur 7-1 Kart som viser nedbørfelt til sidevassdrag (generert i NEVINA/SCALGO) og vannkraftreguleringer. Merk at Rangåa ikke lenger er omfattet av prosjektet E136 Flatmark-Marstein.

Beregning av 200-årsflom i sidevassdragene ble utført med forskjellige metoder;

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

I lokale flomfrekvensanalyser ble det benyttet data fra fire nærliggende stasjoner; 103.7 Dalehaug, 104.22 Midtre Mardalsvatn, 103.20 Isa v/Morstøl bru og 104.23 Vistdal. Spesielt for de større feltene ansees disse referansestasjonene som representative og gode. Ved bruk av PQRUT ble ekstremnedbørstatistikk fra stasjonen Åndalsnes – Kamshaugen (SN61340) benyttet. Endelig estimat ble valgt basert på en vurdering av egnethet av metoder i forhold til feltegenskaper.

Klimafaktor ble satt til $F_k = 1.4$ i henhold til N200. Basert på en vurdering av kvaliteten på det hydrologiske datagrunnlaget, ble det valgt å plassere flomberegningene i **klasse 2**. Med sikkerhetsklasse V3 for vei, gir dette en sikkerhetsfaktor på $F_s = 1.3$. Endelig estimat for 200-årsflom i sidevassdragene, og dimensjonerende flomvannføring som inkluderer påslag, er oppgitt i Tabell 7-1.

Tabell 7-1 Tidligere beregnede flomvannføringer i sidevassdrag.

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

* Inkludert klimafaktor $F_k = 1.4$ og sikkerhetsfaktor $F_s = 1.3$ iht. Vegnormal N200.

I etterkant av flomvurderingen fikk Plan AAV tilsendt flomberegninger for dam Mongevatn, utført av Multiconsult i 2023. Basert på Multiconsults beregning av 200-års avløpsflom fra dammen, er det estimert at reguleringen gir omtrentlig en 25% reduksjon i flomvannføring – se Tabell 7-2.

Tabell 7-2 Estimert flomvannføring i Mongeelva som hensyntar regulering, basert på beregninger av 200-års avløpsflom fra dam Mongevatn (Multiconsult, 2023).

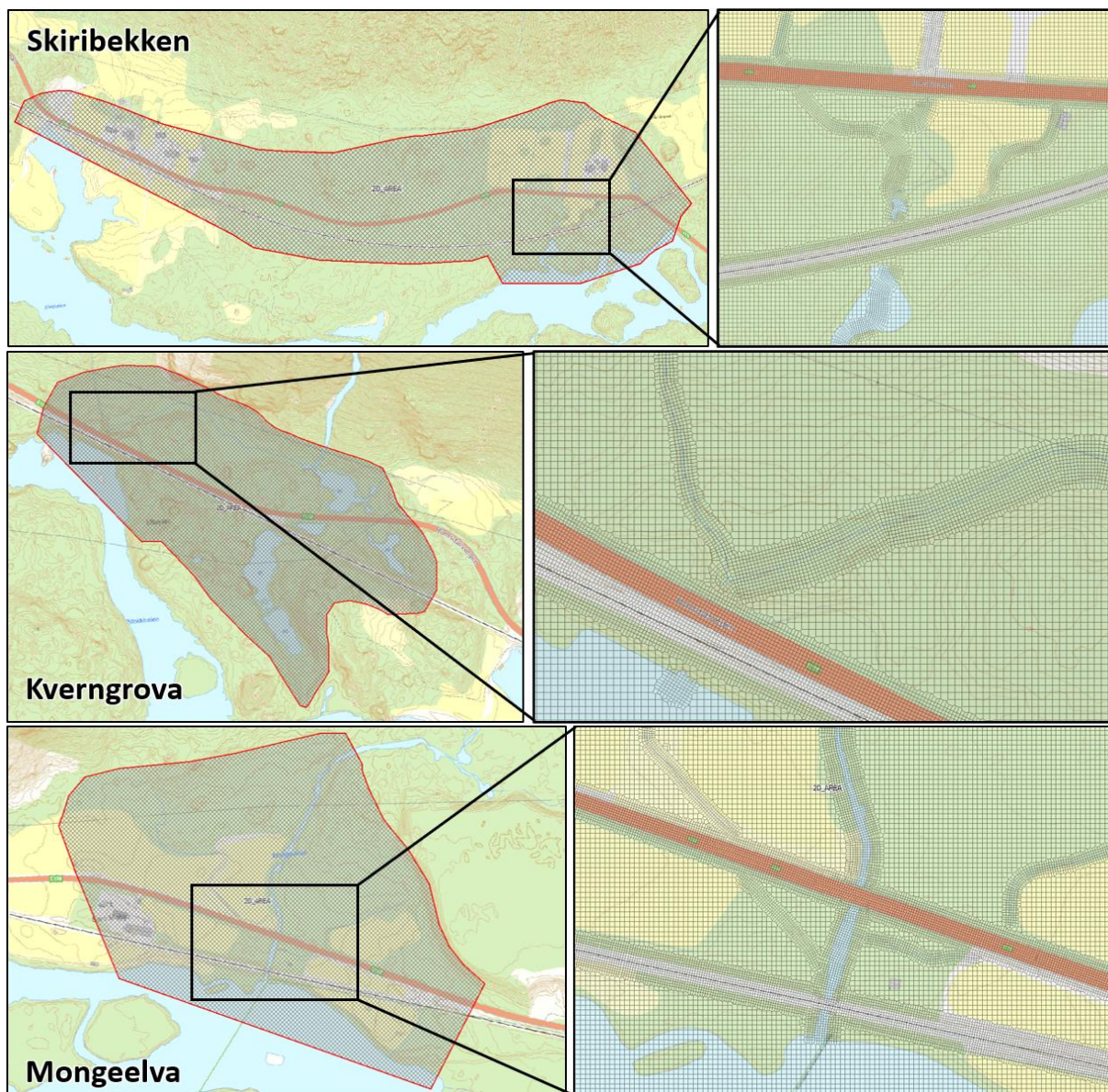
Sted	Feltareal [km ²]	Uregulert		Regulert	
		Q_{200} [m ³ /s]	$Q_{dim,200}$ [m ³ /s]	Q_{200} [m ³ /s]	$Q_{dim,200}$ [m ³ /s]
Mongevatn (avløpsflom)	21.1	-	-	21.7	39.5
Mongeelva v/ bru	22.9	32.0	58.2	24.2	44.1

7.1.2 Hydrauliske beregninger

Plan AAV utarbeidet 2D hydrauliske modeller i programmet HEC-RAS for sidevassdragene – se Figur 7-2. Beregninger for dagens situasjon i vassdragene ble utført for $Q_{dim,200}$, men i vurderinger av situasjon med tiltak ble det også gjort beregninger for Q_{200} (uten påslag).

Terrengmodeller for sidevassdragene er primært basert på laserdata. 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. Modellene er ikke kalibrert, og ruhetsforhold er basert på standardverdier.

Ved innløpene til modellene er det benyttet antagelse om normalstrømning sammen med konstruerte flomforløp som øvre grensebetingelse. Ved utløpene i modellen er det valgt å benytte vannstand ved middelflom i Rauma som nedre grensebetingelse.



Figur 7-2 2D modeller i programmet HEC-RAS for sidevassdrag (Plan AAV, 2025).

Kulverter og bruer som befinner seg i hovedløpene til sidevassdragene er lagt inn i de hydrauliske modellene. Også mindre stikkrenner på siden av disse, som kan fungere som avlastende flomløp, er lagt inn. Det ble utført beregninger både for åpne og tilstoppede stikkrenner og kulverter (bruer er åpne i begge situasjoner). I beregninger for dagens

situasjon, ble det lagt til grunn 1/3 tilstopping i alle løp. I dimensjonering av tiltak ble imidlertid denne gjentetningsgraden ansett som svært konservativt for større dimensjoner, og redusert til 1/4 for kulverter med $D > 1000$ mm.

7.1.3 Vurdering av gyldighet

Den tidligere flomvurderingen av sidevassdrag ble utført i henhold til gjeldende versjon av N200, og det er følgelig ikke behov for oppdateringer i forhold til dette. Beregnede flomvannføringer og hydrauliske modeller ansees også i stor grad fortsatt som gyldig, i forhold til gjeldende anbefalinger og datagrunnlag. Unntaket er for Mongeelva, hvor nye flomberegninger som hensyntar reguleringer i feltet gir lavere flomvannføring. Videre er det for enkelte av sidevassdragene relevant å sikre for 200-årsflom uten påslag. Det ble tidligere ikke gjort simulering av dette for dagens situasjon.

En viktig forutsetning for sidevassdragene er hvilken gjentetningsgrad som legges til grunn for stikkrenner og kulverter. Det bør bli lagt til grunn samme forutsetning for dagens situasjon som det ble gjort i dimensjonering av nye vanngjennomløp; altså redusert gjentetning på 1/4 for løp med $D > 1000$ mm. Dette har primært effekt for Kverngrøva, hvor det for den gamle steinkulverten tidligere ble lagt til grunn 1/3 til tross for at den har en dimensjon som er større enn $D > 1000$ mm.

Videre ble det tidligere også lagt inn gjentetning for stikkrenner og kulverter under jernbane. I og med at det ikke er krav til tilstopping i Bane NORs tekniske regelverk, kan disse holdes åpne i dimensjonerende flomsituasjon.

Basert på overnevnte momenter er det valgt å delvis gjøre nye beregninger for dagens situasjon, i tillegg til fremtidig situasjon med planlagte tiltak, med følgende forutsetninger:

- Beregninger er utført både for dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{\text{dim},200}$ inkl. klima- og sikkerhetsfaktor $F_k = 1.4$ og $F_s = 1.3$) og 200-årsflom uten påslag (Q_{200})
- For Mongeelva er det gjort beregninger som hensyntar reguleringer i feltet (altså $Q_{\text{dim},200} = 44.1 \text{ m}^3/\text{s}$ og $Q_{200} = 24.2 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Beregninger er kun utført for *en* situasjon mht. tilstopping i stikkrenner og kulverter, hvor følgende legges til grunn:
 - For vanngjennomløp under vei er det lagt til grunn 1/3 gjentetning for løp med dimensjoner $D \leq 1000$ mm og 1/4 gjentetning for løp $D > 1000$ mm
 - Vanngjennomløp under jernbane forholdes åpen

7.2 Beskrivelse av dagens flomsituasjon

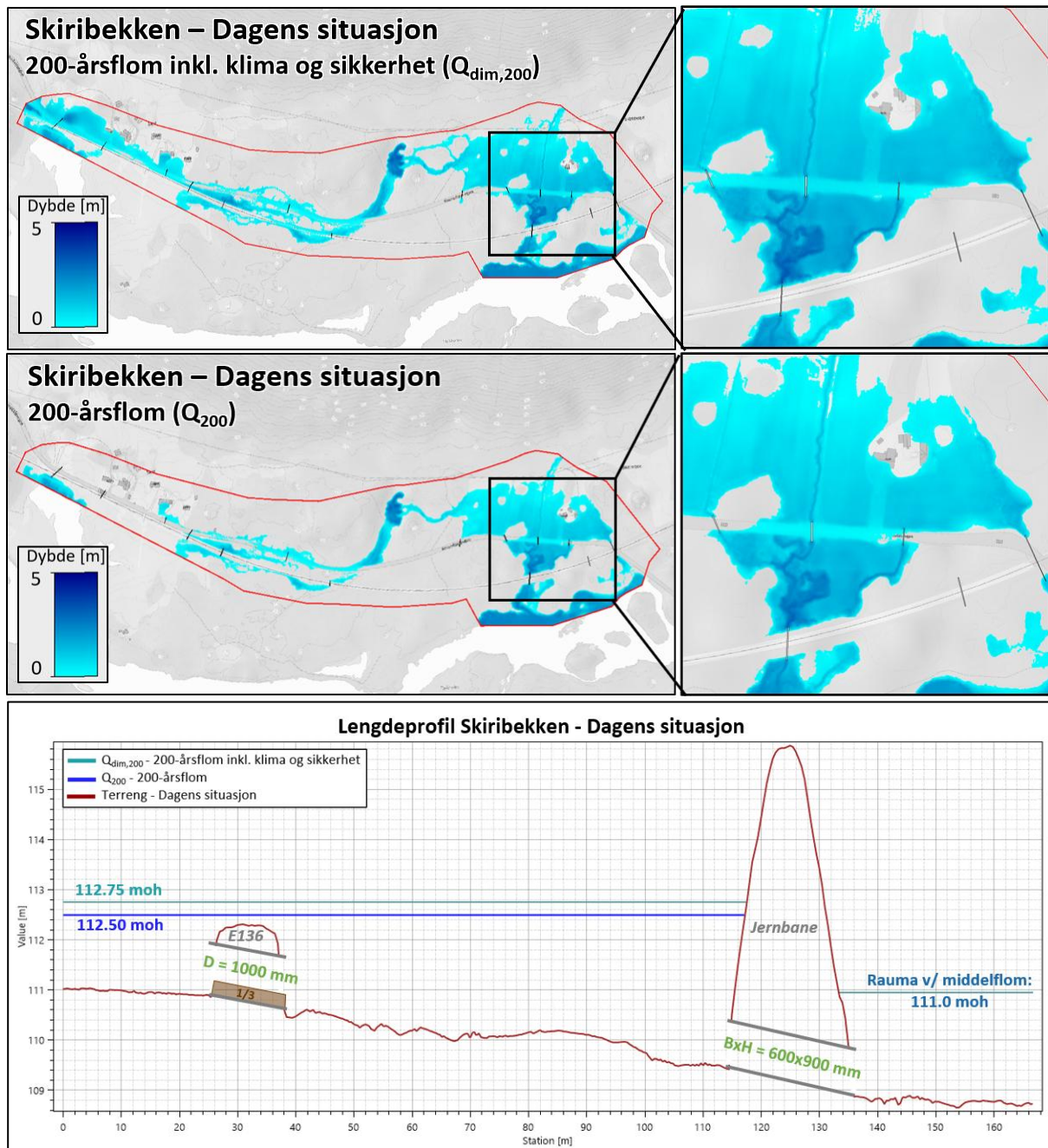
Resultater fra beregninger av dagens situasjon i sidevassdragene er vist i form av dybdeplott og lengdeprofil i figurene under.

Skiribekken

Resultater for Skiribekken (se Figur 7-3) viser at E136 ligger for 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 oppstuvning i bakkant. Vannet stiger helt opp til et punkt hvor man får flomvann på avveie

vestover til Skiri med påfølgende oversvømmelser. Dette gjelder både 200-årsflom med og uten påslag, men oversvømmelsene ved Skiri er desidert større for $Q_{dim,200}$.

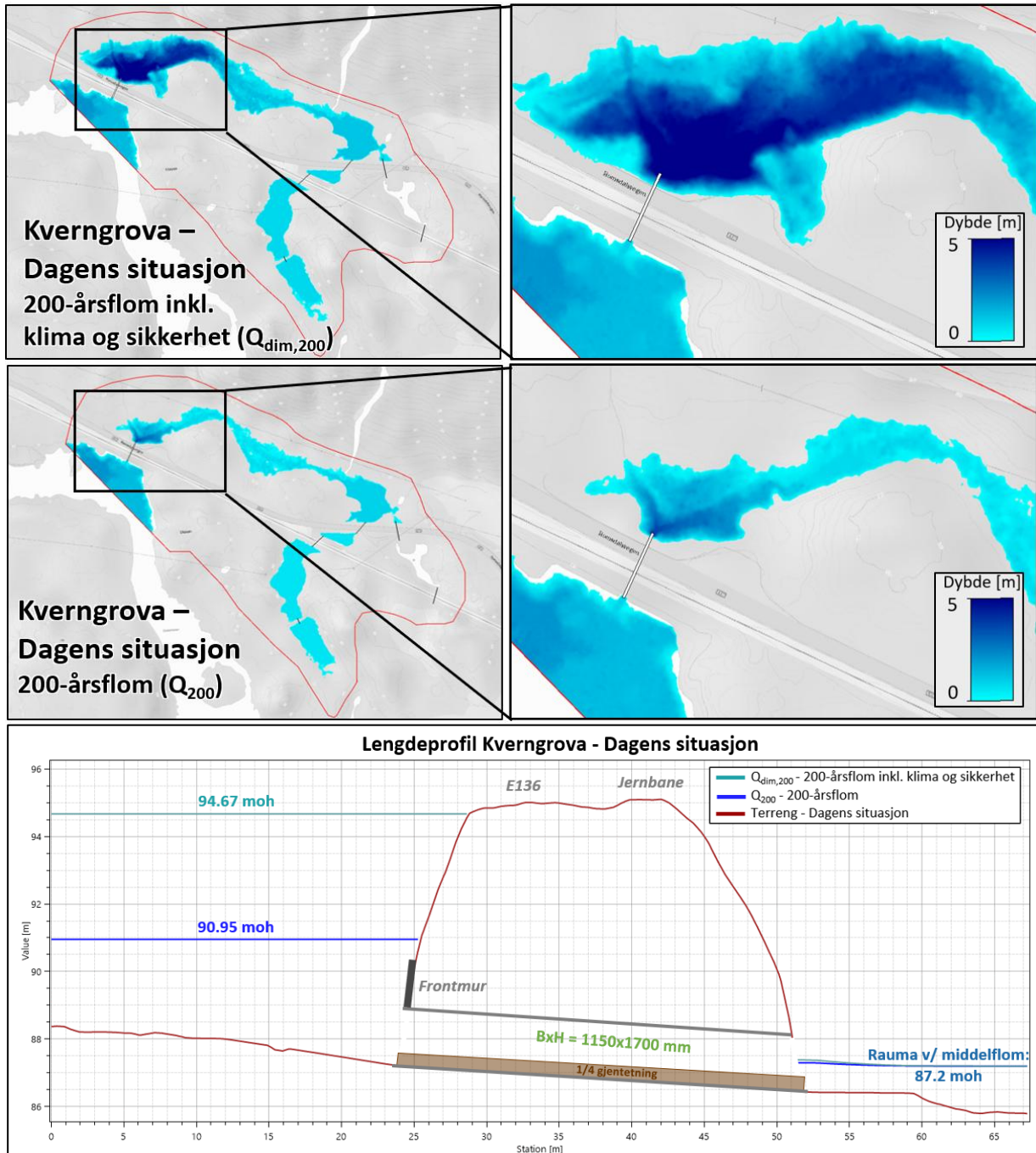
Det bemerkes at selv om beregningene indikerer at stikkrenne i Skiribekken har svært liten kapasitet, er det ikke meldt inn spesielle problemer med oversvømmelser her. Det kan bli mye vann i området, men det oppleves ikke store vannmengder i veibanen på en jevnlig basis. Dette indikerer at mye av flomvannet i Skiribekken siver ut i omkringliggende ur og fyllinger. Slike effekter fanges imidlertid ikke opp av den hydrauliske modellen.



Figur 7-3 Resultater fra hydraulisk beregning for dagens flomsituasjon i Skiribekken.

Kverngrova

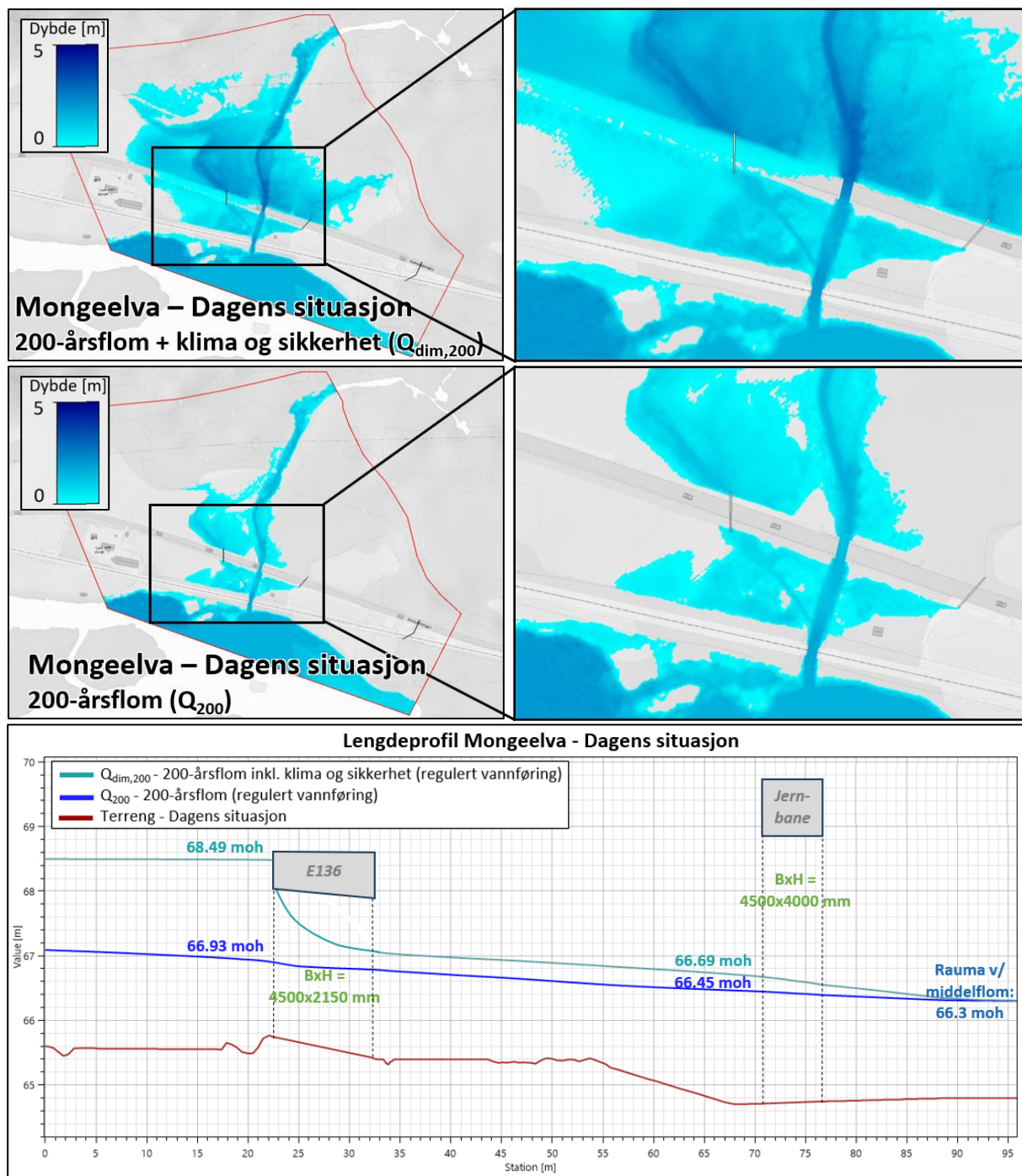
Resultater for Kverngrova (se Figur 7-4) viser at steinkulverten under E136 og jernbanen i all hovedsak klarer å håndtere 200-årsflom uten påslag. Man får dykking av innløpet, men vannstanden ligger kun 70 cm over toppen av frontmuren. Ved dimensjonerende flomhendelse ($Q_{dim,200}$) blir oppstuvningen ved kulverten imidlertid betydelig, og veibanen blir så vidt oversvømt med små marginer før den blir overtoppet.



Figur 7-4 Resultater fra hydraulisk beregning for dagens flomsituasjon i Kverngrova.

Mongeelva

Resultater for Mongeelva (se Figur 7-5) viser at veibrua har akkurat for liten høyde til å håndtere den dimensjonerende flommen ($Q_{dim,200}$), 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. Veibrua klarer imidlertid å håndtere 200-årsflom uten påslag (Q_{200}), med et betydelig fribord under brudekke (ca. 1 meter). Jernbanebrua ligger svært høyt, og vannstanden ligger langt under brudekke her både ved Q_{200} og $Q_{dim,200}$.



Figur 7-5 Resultater fra hydraulisk beregning for dagens flomsituasjon i Mongeelva med regulert flomvannføring.

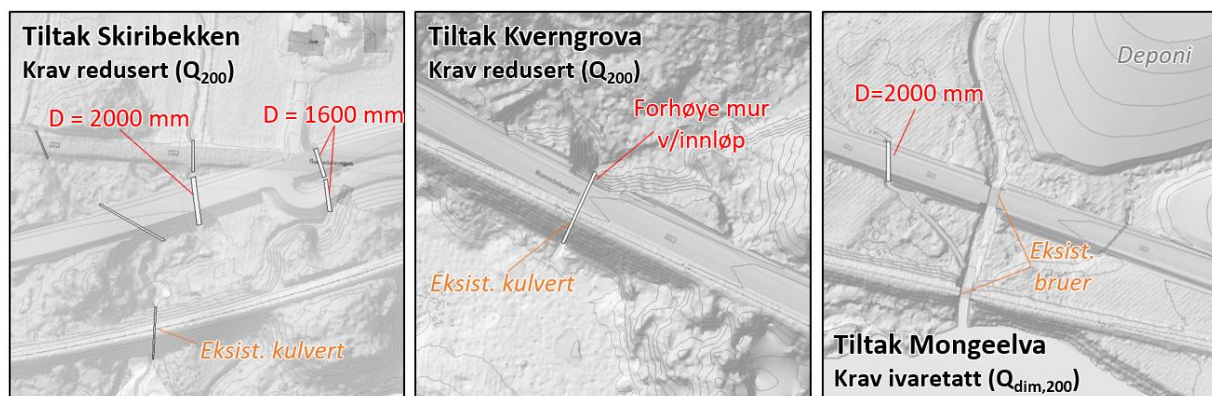
7.3 Beskrivelse av fremtidig flomsituasjon

En oversikt over planlagte flomtiltak i sidevassdragene, og hvilke flomhendelser og krav disse ivaretar, er gitt i Tabell 7-3 og vist i Figur 7-6. Tiltakene er lagt inn i hydrauliske modeller sammen med ny veigeometri, hvis resultater er presentert under.

Tabell 7-3 Oversikt over planlagte flomtiltak i sidevassdrag og hvilke flomhendelse og krav disse ivaretar.

Sidevassdrag	Flomtiltak	Flomhendelse og krav	
		200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)	200-årsflom (Q_{200})
Skiribekken*	Kulvert m/ frontmur i hovedløp (Ø2000) og sideløp (Ø1600)	Krav ivaretatt for kulvert, men får oversvømmelse av veibane ved jernbanekryssing og Skiri.	Krav ivaretatt for kulvert og delvis vei, men har kun 20 cm fribord ved jernbanekryssing.
Kverngrova	Forhøye frontmur ved innløp	Krav ikke ivaretatt for kulvert eller vei.	Krav ivaretatt for kulvert og veibane.
Mongeelva	Kulvert i sideløp (Ø2000)	Krav ivaretatt for bru og vei.	Krav ivaretatt for bru og veibane.

* Ved utskiftning av jernbanekulvert til Ø2400 blir krav ved $Q_{dim,200}$ ivaretatt både for kulvert og vei.



Figur 7-6 Kart som viser planlagte flomtiltak i sidevassdrag.

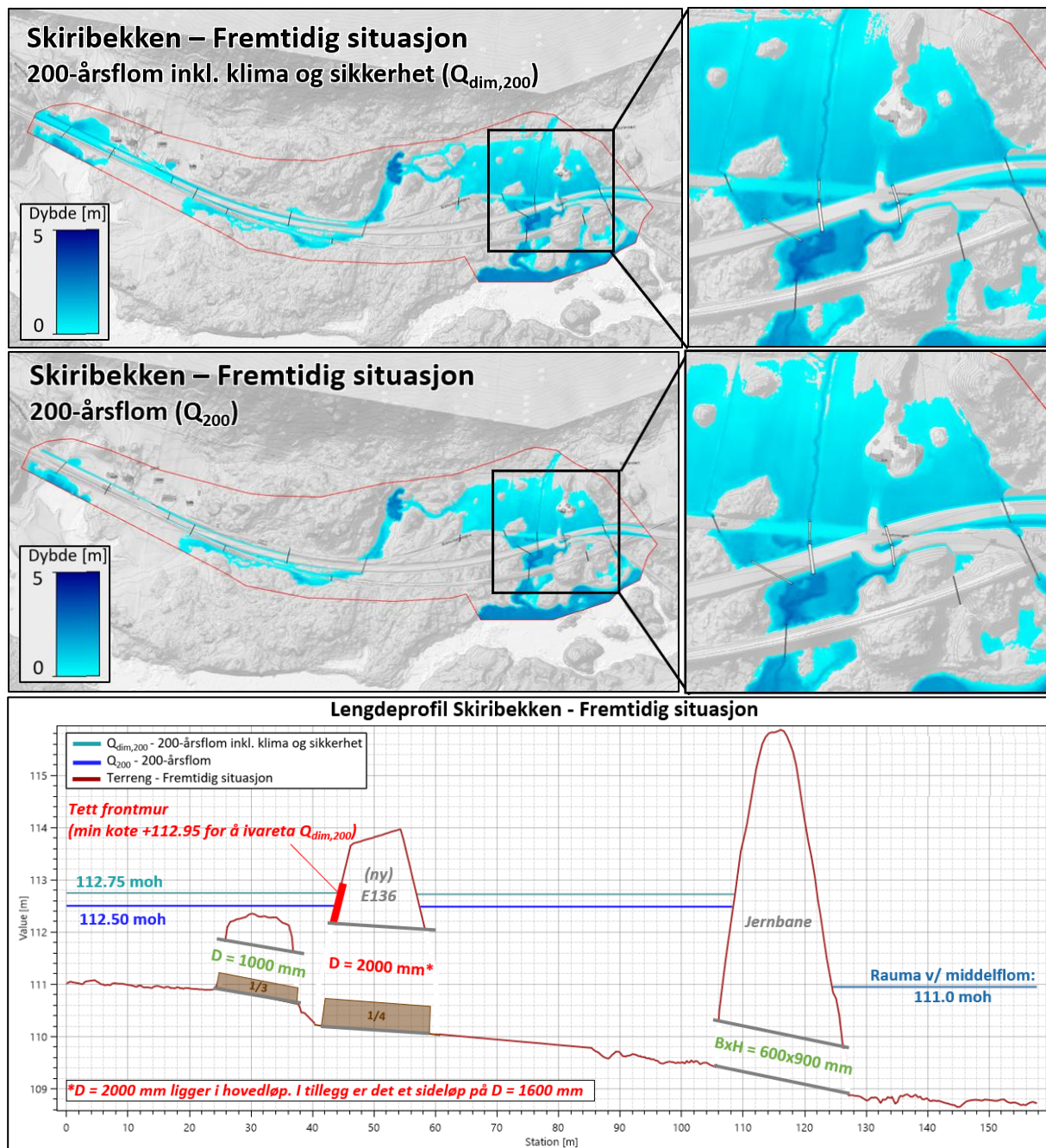
Skiribekken

Resultater for fremtidig situasjon i Skiribekken, er vist i Figur 7-7. Her planlegges det å legge inn oppdimensjonerte kulverter i hovedløpet (Ø2000) og ett sideløp (Ø1600), hvis samlede kapasitet håndterer $Q_{dim,200}$. Det er foreløpig forutsatt at det *ikke* skal utføres tiltak på jernbanen, og med den begrensede kapasiteten i stikkrennen her blir flomvannstanden i området omtrentlig lik den som er ved dagens situasjon. Følgelig blir veibanen oversvømt ved $Q_{dim,200}$ i lavpunkt ved ny jernbanekryssing, og man får flomvann på avveie mot Skiri. De nye kulvertene kan imidlertid utføres med tett frontmur, slik at SVVs flomkrav for selve vassdragskryssingen oppfylles.

Siden veibanen er noe hevet, blir Q_{200} i stor grad ivaretatt men med et noe mindre fribord (20 cm) enn det som er krav (50 cm). Videre planlegges det å oppdimensjonere og tilføye vanngjennomløp på veistrekningen vest for bekken, mot Skiri (se også kapittel 8). Disse klarer å håndtere flomvannet på avveie, og følgelig blir veibanen ikke lengre oversvømt her ved Q_{200} .

Det søkes altså fravik fra SVVs flomkrav i forhold til høyde på veibanen for Skiribekken, med bakgrunn i at dette er utfordrende å oppnå uten å gjøre tiltak på jernbanen. Planlagte tiltak ivaretar en 200-årsflom (uten påslag og fribord). Det bemerkes at dette sikkerhetsnivået også er lagt til grunn for Rauma i samme område (se kapittel 6.3).

Dersom jernbanestikkrennen oppdimensjoneres (til Ø2400), kan SVVs flomkrav oppnås både for kulvert og vei, og man kan unngå at det opptrer flomvann på avveie mot Skiri (se støtte-notat for sidevassdrag). Det bemerkes dog at man fortsatt vil få oversvømmelser fra Rauma ved $Q_{dim,200}$, men flomsikkerheten økes betraktelig, spesielt med tanke på Skiri.

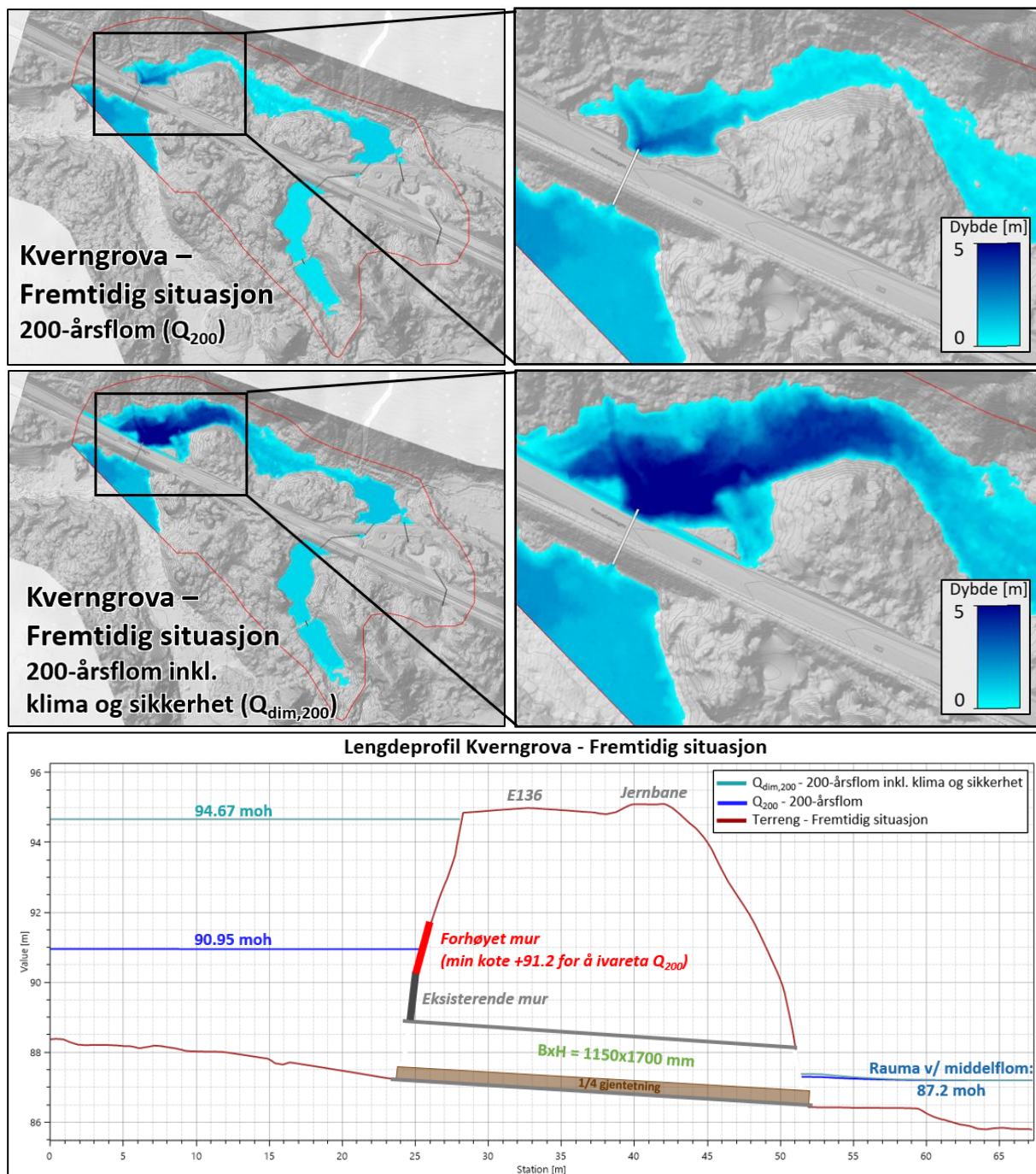


Figur 7-7 Resultater fra hydraulisk beregning for fremtidig situasjon i Skiribekken.

Kverngrova

Resultater for fremtidig situasjon i Kverngrova, er vist i Figur 7-8. Dagens steinkulvert er et fredet kulturminne, og kan derfor ikke skiftes ut. Det er også flere andre kulturminner i området, som gjør det vanskelig å legge inn eventuelle avlastende flomløp. Det planlegges derfor ikke spesielle flomtiltak utover å forhøye frontmuren ved innløpet.

Det søkes altså fravik fra SVVs flomkrav for Kverngrova, med bakgrunn i at dette er utfordrende å oppnå uten å berøre kulturminner. Planlagte tiltak ivaretar en 200-årsflom (uten påslag) hvor det er tilstrekkelig fribord for veibanen (> 50 cm).



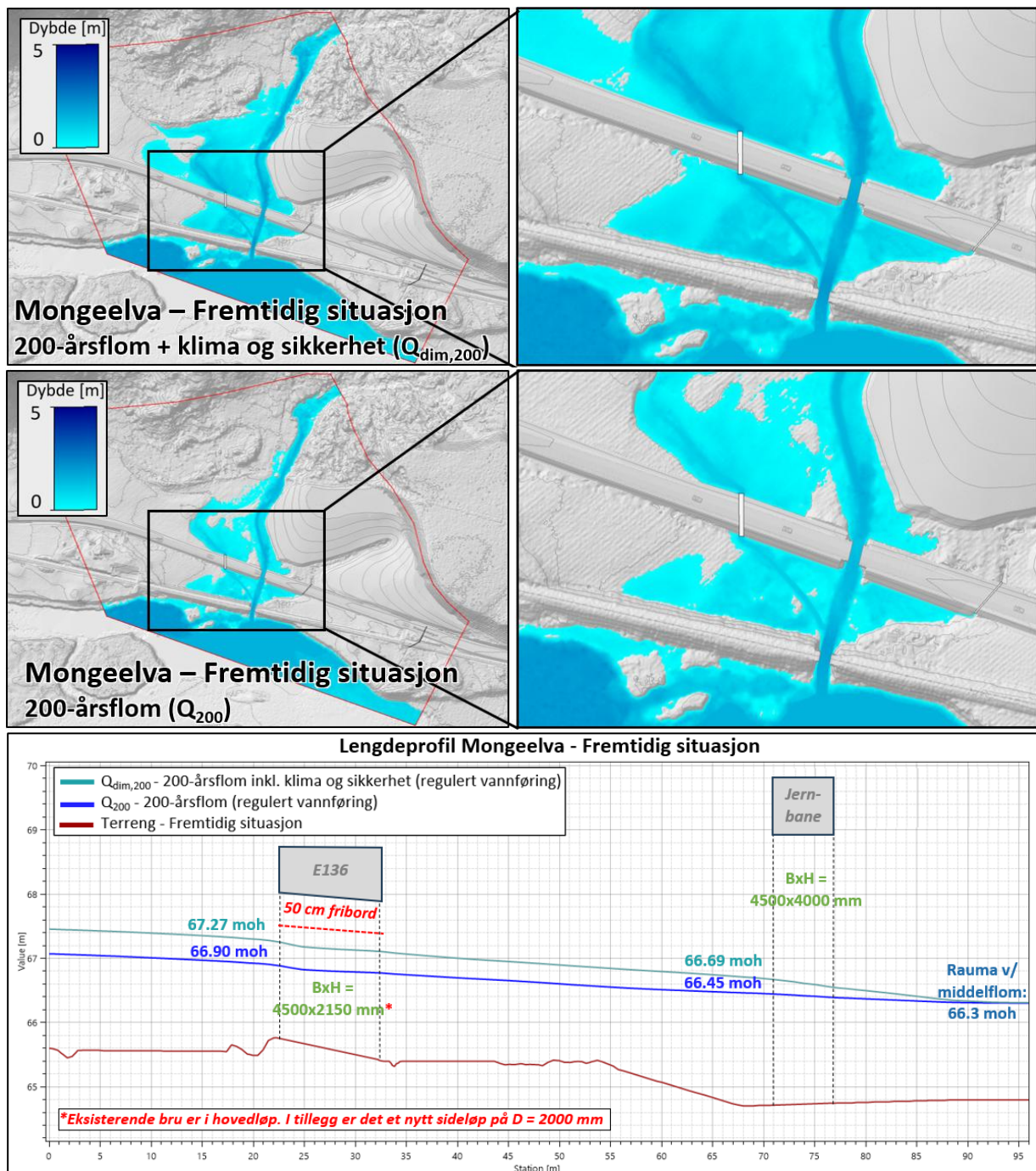
Figur 7-8 Resultater fra hydraulisk beregning for fremtidig situasjon i Kverngrova.

Mongeelva

Resultater for fremtidig situasjon i Mongeelva, er vist i Figur 7-9. Det bemerkes at planlagt deponi langs elva og veien også er lagt inn i den hydrauliske modellen.

Dagens veibru er et fredet kulturminne, og kan derfor ikke skiftes ut. Det er derfor planlagt å oppdimensjonere sideløpet vest for brua (til Ø2000), slik at denne avlaster brua og senker vannstanden. Følgelig oppnås krav til fribord under brudekke ved $Q_{\text{dim},200}$. Veien heves også noe ved sideløpet, slik at krav til overdekning over ny kulvert oppnås.

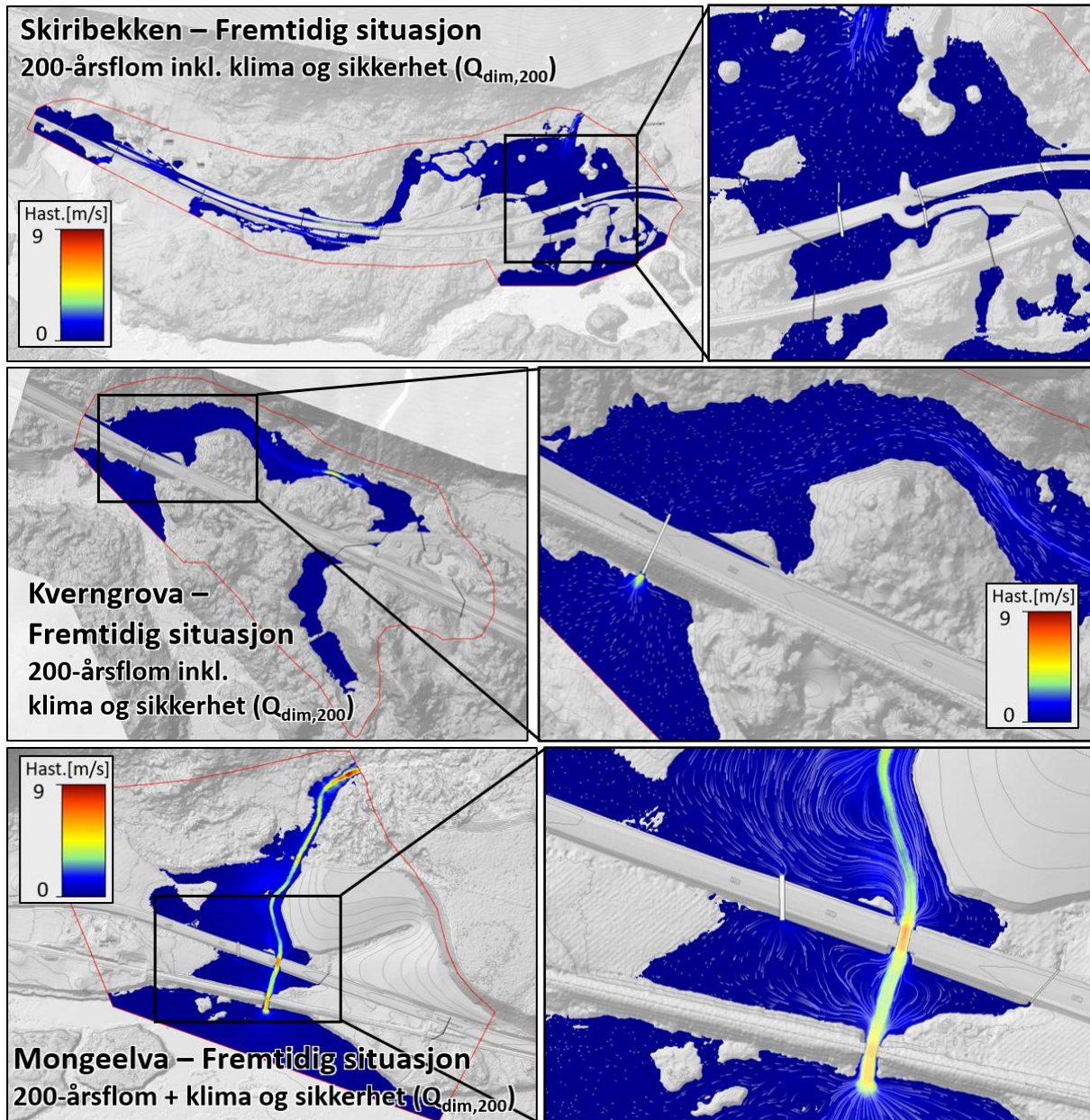
SVVs flomkrav oppnås altså for Mongeelva, samtidig som man ivaretar kulturminner.



Figur 7-9 Resultater fra hydraulisk beregning for fremtidig flomsituasjon i Mongeelva med regulert flomvannføring.

7.4 Erosjonssikring

Det er gjort en vurdering av behov for sikring i sidevassdragene for å skape tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon. Vurderingen er basert på stedlige forhold, hvilke tiltak som planlegges, samt modellerte vannhastigheter – se Figur 7-10.



Figur 7-10 Hastighetsplott fra hydraulisk modellering av fremtidig situasjon for $Q_{dim,200}$ i sidevassdrag.

I Skiribekken er vannhastighetene beskjedne, og dersom jernbanestikkrennen ikke byttes ut er vannet tilnærmet stillestående. Det er derfor ikke forventet at det er behov for særlige sikringstiltak, kun lettere erosjonsbeskyttelse der eksisterende bekkeløp berøres ved ny kryssing med E136. Vanlig maskinkult i størrelsesordenen 22/180 mm vil trolig være tilstrekkelig, og bør legges med en tykkelse på minimum 300 mm.

Dersom jernbanestikkrennen i Skiribekken oppdimensjoneres, vil erosjonspotensialet trolig bli større som følge av mindre oppstuvning og mer strømmende vann. I så fall anbefales det at det gjøres nye vurderinger for å avklare nødvendig sikringsomfang.

I Kverngrova blir situasjonen tilnærmet lik som den er i dag. Her er det grove masser og eksponert fjell i bekkeløpet som står godt imot erosjon. Det ansees følgelig som *ikke* nødvendig med erosjonssikring ved Kverngrova, utover forhøyet innløpsmur for å hindre indre erosjon i veifyllingen.

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. Det er derfor ikke ansett som nødvendig med ny erosjonssikring ved brua, med mindre det er geotekniske forhold som tilsier at dette bør undersøkes nærmere.

Ved den nye kulverten i det vestlige sideløpet til Mongeelva, økes vannhastighetene som følge av oppdimensjoneringen. De er imidlertid beskjedne, og erosjonspotensialet ansees som begrenset. Lettere erosjonsbeskyttelse (maskinkult 22/180mm, min. tykkelse 300 mm) er trolig tilstrekkelig både oppstrøms og nedstrøms den nye kulverten.

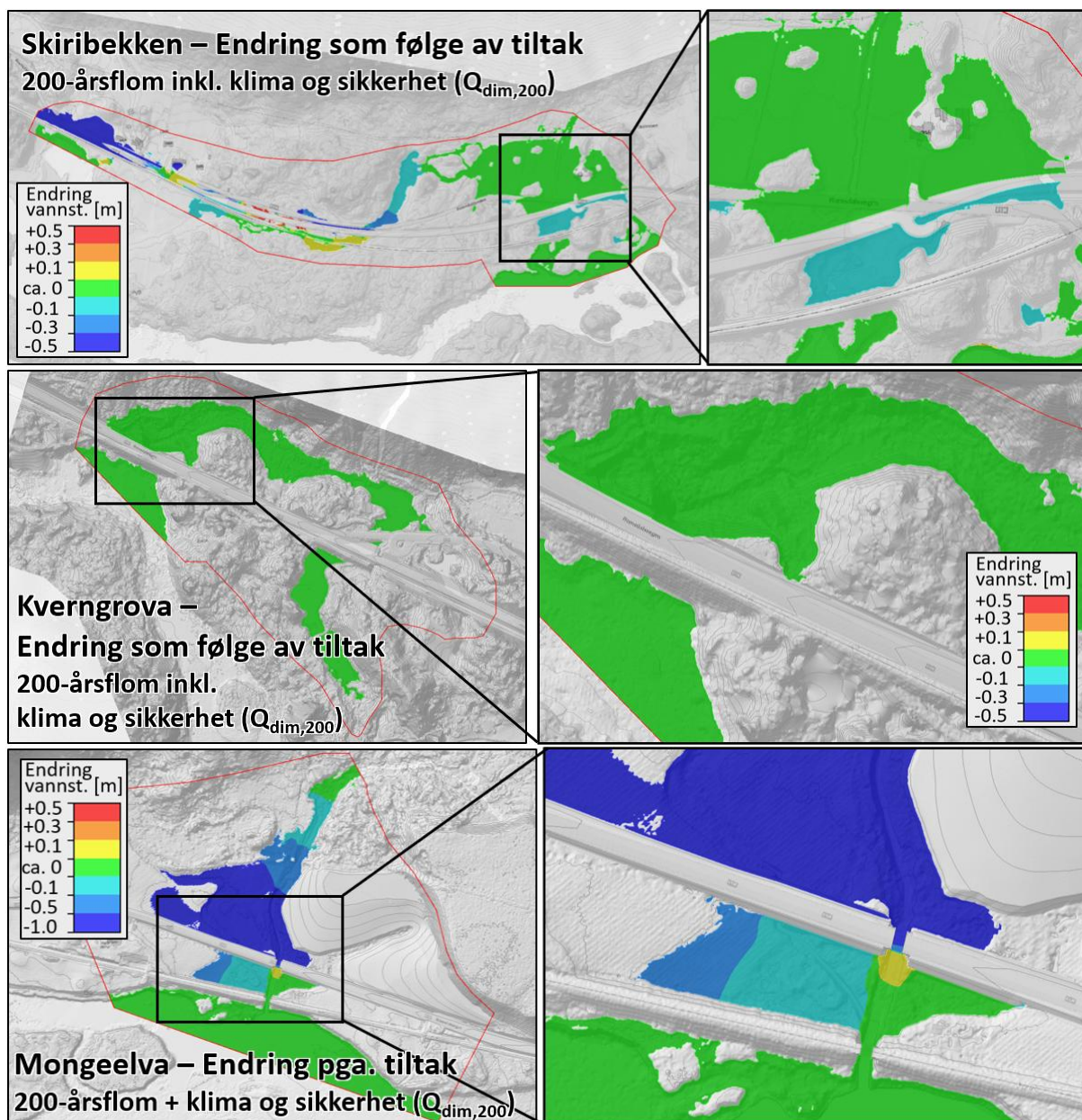
7.5 Konsekvensvurdering

For å vurdere konsekvensene av tiltakene som utføres ifm. ny E136 på flomsituasjonen i sidevassdrag, er det sammenlignet modellerte vannstander for dagens og fremtidig situasjon under dimensjonerende 200-årsflom – se Figur 7-11.

I Skiribekken blir fremtidig flomsituasjon omtrentlig tilsvarende som dagens (forutsatt at jernbanestikkrennen ikke oppdimensjoneres). Nye vanngjennomløp vest for bekken fører imidlertid bort en del av flomvannet på avveie mot Skiri, noe som reduserer flomvannstandene på nord-siden av veien, da spesielt ved bebyggelsen på Skiri. Det skjer en liten økning i vannstand i enkelte områder ved jernbanen, men denne er tilnærmet neglisjerbar (maks. +3 cm). Det skjer også en økning i vannstand (moh.) i veigrøfter som følge av ny geometri, men det bemerkes at vanddybden (m) i grøftene er tilsvarende eller mindre enn det som er i dag. Flomfaren for berørte tredjeparter ansees altså ikke som økt, derimot noe redusert for bebyggelsen på Skiri.

I Kverngrova skal det ikke gjøres spesielle flomtiltak, og i områder hvor det planlegges større endringer på veien innenfor flomsonen er vannet saktegående. Dette gjør at tiltakene ikke fører til endrede vannstander i vassdraget. Altså forblir flomfaren lik.

I Mongeelva blir vannstanden på oppstrøms side av brua betraktelig redusert. Det planlagte deponiet langs elva kunne ha ført til økte vannstander i området (som følge av at flomsletter snevres inn), men det nye sideløpet avbøter eventuelle effekter av deponiet. Altså ansees flomfaren i området å bli redusert.



Figur 7-11 Endringer i vannstand i sidevassdrag under dimensjonerende 200-årsflom (inkl. $F_k = 1.4$ og $F_u = 1.1$) som følge av tiltak ifm. etablering av ny E136.

8 Kapasitetsvurdering vanngjennomløp

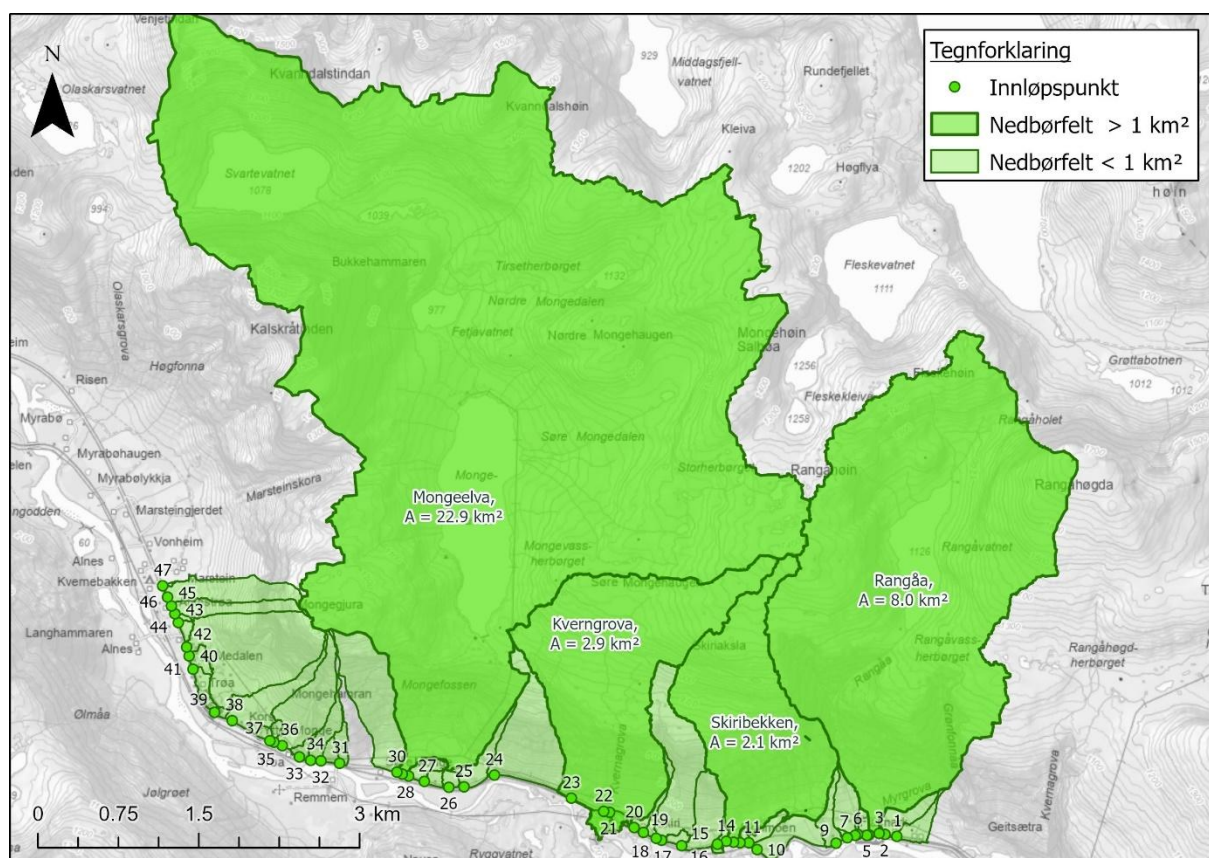
8.1 Oppsummering av tidligere beregninger

Plan AAVs (2025) kapasitetsvurdering av vanngjennomløp på strekningen E136 Flatmark-Marstein ble utført i henhold til gjeldende versjon av N200 (2024). Det ble beregnet kapasitet i eksisterende løp som ligger under veien, og gitt forslag til dimensjon på nye løp basert på veilinjer som i stor grad ligner endelig løsning.

Det er flere vanngjennomløp på strekningen. Med bakgrunn i at den tidligere vurderingen ansees som gyldig i forhold til gjeldende krav, anbefalinger og datagrunnlag, er det valgt å ikke presentere detaljert grunnlag og resultater for alle vanngjennomløpene i denne hovedrapporten. For dette vises det til eget støtte-notat. En generell beskrivelse av metodikk som ligger bak, samt hovedresultater, er gitt i påfølgende kapitler.

8.1.1 Flomberegninger

Nedbørfelt til eksisterende vanngjennomløp under E136 Flatmark-Marstein er vist i Figur 8-1. Med unntak av sidevassdragene som er omtalt tidligere (se kapittel 7), havner alle feltene under kategorien mikrofelt ($< 1 \text{ km}^2$). Nedbørfeltene består for det meste av skog, men enkelte har også en betydelig andel snaufjell og dyrkamark. Videre er det noe varierende helning på feltene, men de aller fleste er svært bratt.



Figur 8-1 Kart som viser nedbørfelt til eksisterende vanngjennomløp på E136 Flatmark-Marstein, generert i SCALGO Live. Merk at vanngjennomløp nr. 1 til 5 (inkl. Rangåa) ikke lengre er omfattet av prosjektet E136 Flatmark-Marstein.

Beregning av 200-årsflom i mikrofeltene ble utført med regional flomfrekvensanalyse for små felt (RFFA-NIFS) og den rasjonelle metoden. I den rasjonelle metoden ble ekstremnedbørstatistikk fra stasjonen Åndalsnes – Kamshaugen (SN61340) benyttet. Endelig estimat ble valgt basert på en vurdering av egnethet av metodene i forhold til feltegenskaper (hovedsakelig feltareal).

Klimafaktor ble satt til $F_k = 1.4$ i henhold til N200. Det hydrologiske datagrunnlaget ble ansett som begrenset, og derfor plassert i **klasse 5**. Med sikkerhetsklasse V3 for vei, gir dette en sikkerhetsfaktor på $F_s = 1.4$.

Flomberegningene ga nokså stor variasjon i vannmengder som opptrer ved dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{dim,200}$). I de minste feltene er vannføringen under 100 l/s, mens i feltene med litt størrelse er vannføringen over 1 m³/s.

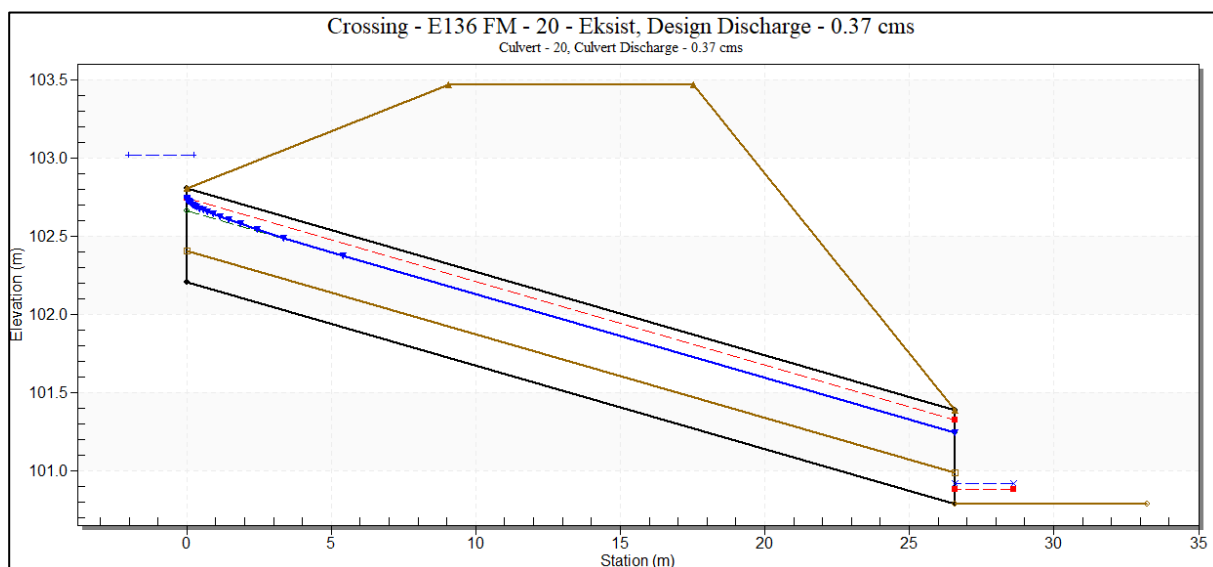
8.1.2 Hydrauliske beregninger

Kapasitetsvurderingen er basert på hydrauliske beregninger med programmet HY-8. Fra programmet ble det beregnet og dokumentert kapasitet, innløpsdybde og type kontroll (inn- eller utløpskontroll) i vanngjennomløpene under dimensjonerende flom $Q_{dim,200}$.

Inngangsdata til beregningene er informasjon om selve vanngjennomløpet (material, form, dimensjon, lengde og høyder). For eksisterende stikkrenner/kulverter ble dette innhentet fra Vegkart/NVDB. I tillegg gis informasjon om nedstrøms vannvei (lengdehelning og bredde) og vegbane (bredde og høyde), noe som ble estimert fra en terrengmodell basert på laserdata.

Det ble lagt til grunn kapasitetskrav for stikkrenner og kulverter *uten* tett innløpskonstruksjon ($y_{dim} \leq D_{innløp}$; fritt innløp). Det betyr at vannstanden ikke skal oversige innløpshøyden. Videre er det hensyntatt delvis gjentetting. Det er antatt at alle vanngjennomløp med $D < 1000$ mm er gjentettet tilsvarende 1/3 av innløpshøyden, mens for løp med $D > 1000$ mm er det forutsatt 1/4 gjentetting.

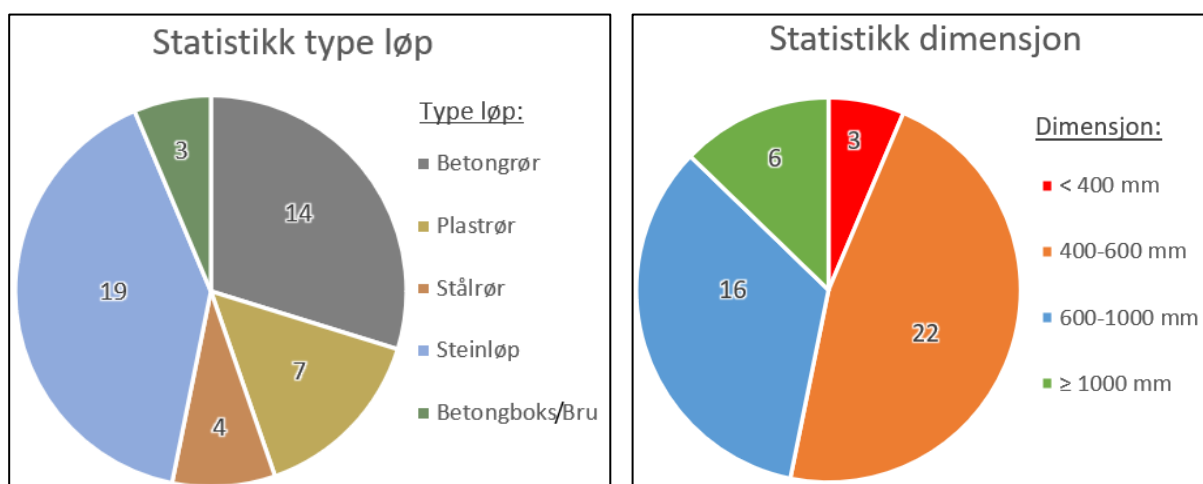
Et eksempel på resultat fra HY-8 i form av lengdeprofil er vist i Figur 8-2.



Figur 8-2 Eksempel på lengdeprofil fra HY-8 som viser beregnet vannlinje under dimensjonerende 200-årsflom.

8.2 Beskrivelse av eksisterende vanngjennomløp

Statistikk for utforming på eksisterende vanngjennomløp er illustrert i Figur 8-3. Man kan se at det er svært varierende utforming og materiale, men at de fleste er enten rektangulære steinløp eller betongrør. Videre er det kun rundt halvparten av vanngjennomløpene som oppfyller krav til minimumdimensjon for vei ($D_{\min} = 600$ mm).



Figur 8-3 Sektordiagram som viser statistikk for eksisterende vanngjennomløp. Tall i sektorene er antall løp som faller inn under den gitte kategorien/klassifiseringen.

Hydrauliske beregninger viser at det kun er rundt 20% av de eksisterende vanngjennomløpene som oppfyller SVVs kapasitetskrav, det vil si et fritt innløp ved delvis gjentetning. Flere har også såpass dårlig kapasitet, at man kan forvente flomvann på avveie enten over veien eller til omkringliggende områder. Videre er litt over halvparten av vanngjennomløpene utløpskontrollert.

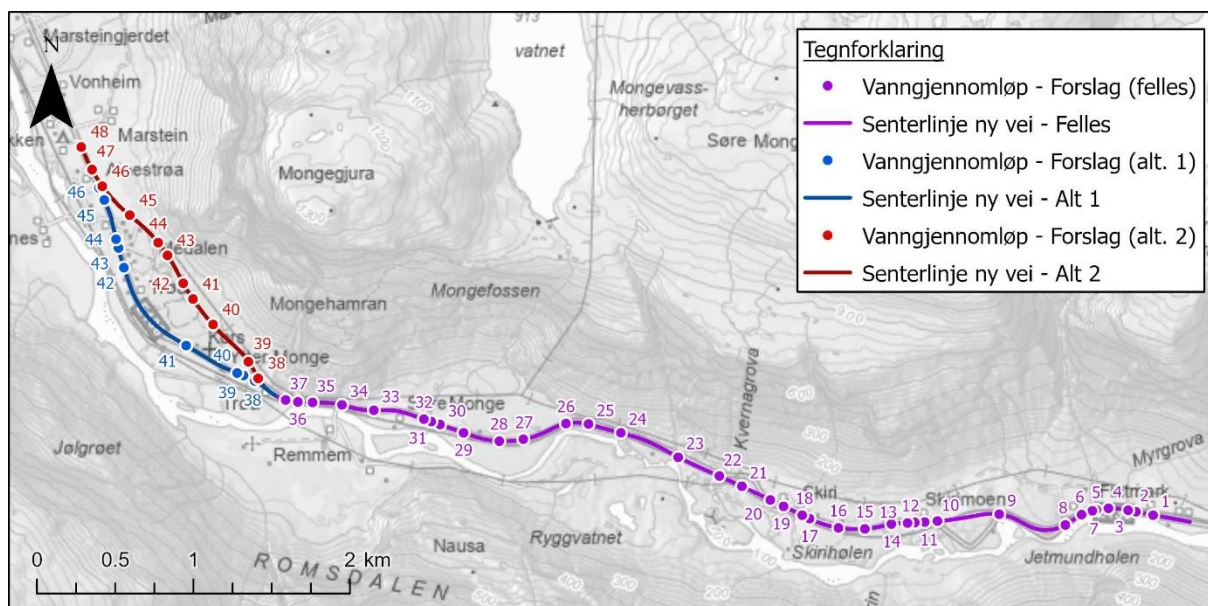
Under befaringer ble det observert at flere av vanngjennomløpene ligger høyt i veibanen. En kontroll av overdekning ved innløpet på de eksisterende løpene, viser at det er under halvparten som oppfyller kravet (≥ 0.5 m). Dette økes hvis man ser på høyder midt på vanngjennomløpet, men det er fortsatt flere som ikke oppfyller krav.

8.3 Forslag for nye vanngjennomløp

Det er foreslått bytte ut *alle* eksisterende vanngjennomløp med nye betongrør, med unntak av ved enkelte sidevassdrag hvor dagens løp er fredet (se kapittel 7). Dette er med bakgrunn i at de aller fleste har for liten kapasitet, og at flere er i dårlig teknisk stand. Det kan vurderes i senere faser å gjenbruke eksisterende løp som har noenlunde OK kapasitet og teknisk tilstand. Det bemerkes dog at breddeutvidelsen av veien vil trolig hindre fullstendig gjenbruk av dagens stikkrenner, og at gjenbruk vil da kreve en forlengelse av dagens løp. Erfaringsmessig er det vanskelig å få til tette overganger, spesielt hvis de to løpene har forskjellig material, tverrsnittsform og/eller dimensjon. Glipper i overgangen mellom eksisterende og nye løp kan føre til indre erosjon og utvasking av veifyllingen,

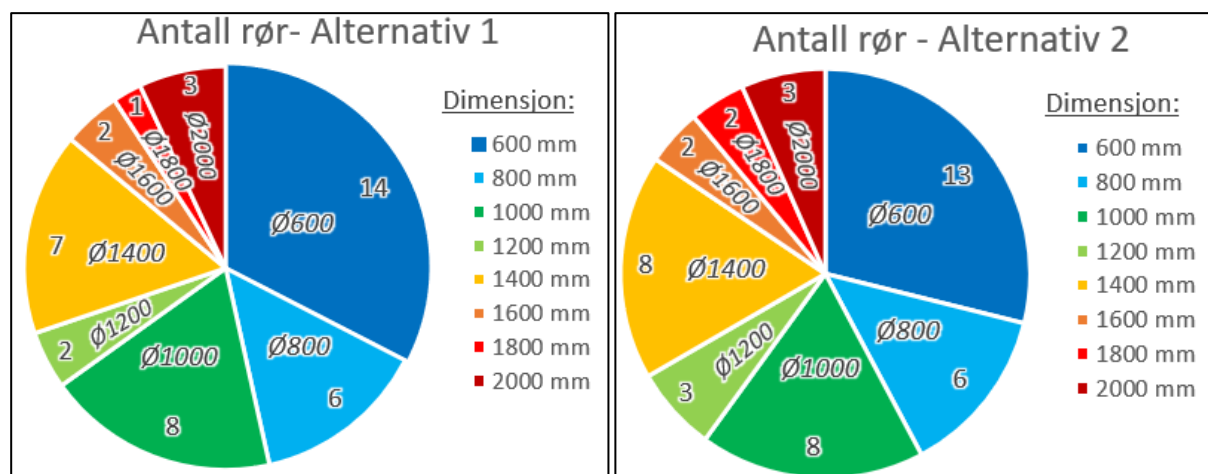
med påfølgende konsekvenser for bæreevnen til veien. I slike tilfeller anbefales det derfor å fullstendig skifte ut dagens løp, selv om det har tilstrekkelig kapasitet og tilstand.

De nye vanngjennomløpene er i stor grad plassert der dagens løp ligger – se Figur 8-4. Enkelte er tillagt der dette ansees som fornuftig, hovedsakelig hvor større flomveier treffer veien og det i dag mangler stikkrenne eller kulvert. For alternativ 2 (som har en helt ny veilinje ved Trøan) er det plassert vanngjennomløp der veien krysser dreneringslinjer med større oppstrøms areal.



Figur 8-4 Kart som viser lokasjon og nummerering på foreslåtte stikkrenner/kulverter på ny veilinje for E136 Flatmark-Marstein. Merk at veilinje i kartet er noe utdatert, men plasseringer kan i stor grad overføres.

Dimensjoner på nye vanngjennomløp er valg slik at de oppfyller SVVs krav til kapasitet og minimumsdimensjoner. En oversikt over antall løp (betongrør) med forskjellige dimensjoner er vist i Figur 8-5.



Figur 8-5 Sektordiagram som viser statistikk for foreslått dimensjon på nye vanngjennomløp. Merk at mengdebeskrivelsen er basert på en noe utdatert veilinje, men gir et bilde av hvilke dimensjoner som kreves.

I beregningene er det gjort visse antagelser for lenger og høyder basert på ny veigeometri, noe som må detaljprosjektertes i senere faser. Det er da viktig å få til gode fallforhold og høyder i veigrøftene, slik at de foreslåtte vanngjennomløpene fungerer som tiltenkt. Sammen med oppdimensjoneringen, vil dette bidra til at flere av vanngjennomløpene blir innløpskontrollert. Det er også viktig å gi tilstrekkelig plass til de foreslåtte løpene med hensyn til overdekning. En foreløpig gjennomgang indikerer at det kan bli problemer med å oppnå tilstrekkelig overdekning enkelte steder, spesielt der man må betydelig opp i dimensjon i forhold til dagens løp. I slike tilfeller kan det ses på muligheter for å bruke flere parallelle løp med mindre dimensjon.

8.4 Erosjonssikring

Det vil trolig være behov for erosjonssikring ved enkelte av vanngjennomløpene, hovedsakelig ved utløp hvor vannhastighetene er størst.

For stikkrenner (diameter < 1 meter) er dette vanligvis ikke nødvendig, men for kulverter (diameter ≥ 1 meter) vil det trolig være behov for lettere eller tyngre steinsetting. I senere faser kan behov for erosjonssikring av kulvertutløp vurderes etter Tabell 8-1.

Tabell 8-1 Verdier for hastigheter og anbefalt sikringsmetode av kulvertutløp, fra Sikringshåndboka (NVE, 2024).

Erosjonssikring av kulvertutløp	
Utløpshastighet	Beskrivelse av sikringstiltak
< 2 m/s	Vanligvis ingen tiltak nødvendig, evt. lettere erosjonsbeskyttelse avhengig av forholdene.
2-3 m/s	Normal plastring eller steinsetting
3-4 m/s	Tyngre steinsetting
>4 m/s	Spesielle energidrepere og sikring med betong eller stein

9 Konklusjoner og anbefalinger

Flomvurderinger av vassdrag ved E136 Flatmark-Marstein viser at dagens veistrekning er stedvis utsatt for flom. Dimensjonerende flomhendelse for veistrekningen, i henhold til krav i Statens vegvesens vegnormaler, er 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor.

Mellom Flatmark og Skiri ligger veien under dimensjonerende flomnivå i Rauma, og stedvis tett på elva. Her blir de laveste punktene oversvømt ved rundt en 100-årsflom. På resten av strekningen ligger veien høyere, og er ikke utsatt for flom i hovedelva. I sidevassdragene Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva får man problemer med oversvømmelser under dimensjonerende flomhendelse. Situasjonen er mest kritisk ved Skiribekken, hvor eksisterende stikkrenner i bekken har svært begrenset kapasitet. Dagens kulvert i Kverngrova og bru i Mongeelva håndterer rundt en 200-årsflom.

Det er landet på en vei-løsning som i stor grad følger dagens trasé, med noe utretting av kurvatur. Dagens vei ligger i et nasjonalt verdifullt område, spesielt for landskap, naturmangfold, kulturminner og vannmiljø. I tillegg ligger veien tett inntil jernbanen, med Rauma på motsatt side. Summen av dette gir begrenset handlingsrom og et trangt anleggsområde. Prosjektet søker å oppnå god veigeometri og standard, samtidig som tiltaket skal være minst mulig inngripende.

Med bakgrunn i dette er det valgt å redusere flomkravet til 200-årsflom uten påslag for klima og sikkerhet i enkelte vassdrag og strekninger – se Tabell 9-1. Det bemerkes at det er gjort tiltak for å oppnå SVVs flomkrav der dette er hensiktsmessig. Ved å stedvis redusere flomkravene vil veien fremdeles ha forbedret sikkerhet mot flom sammenlignet med dagens situasjon, samtidig som miljøfag ivaretas i større grad. Videre viser beregninger at de planlagte tiltakene ikke vil øke flomfaren for berørte parter i området.

Tabell 9-1 Oversikt over oppnåelse av SVVs flomkrav i vegnormaler for E136 Flatmark-Marstein, og hvilken flomhendelse som er ivaretatt under visse forutsetninger.

Vassdrag	Veiojekt	SVV flomkrav		Ivaretatt flomhendelse*
Rauma, Flatmark-Skiri	Veibane	N100	Fravik	Q ₂₀₀ uten fribord
Rauma, Skiri-Marstein	Veibane	N100	Oppnådd	Q _{dim,200} med fribord
Skiribekken	Veibane	N100	Fravik	Q ₂₀₀ uten fribord
	Kulvert	N200	Oppnådd	Q _{dim,200} med tett innløpssikring
Kverngrova	Veibane	N100	Fravik	Q ₂₀₀ med fribord
	Kulvert	N200	Fravik	Q ₂₀₀ med tett innløpssikring
Mongeelva	Veibane	N100	Oppnådd	Q _{dim,200} med fribord
	Bru	N400	Oppnådd	Q _{dim,200} med fribord

*Q₂₀₀ = 200-årsflom uten påslag, Q_{dim,200} = 200-årsflom inkl. klimafaktor F_k og sikkerhetsfaktor F_s iht. N200.

Kartlegging av eksisterende stikkrenner og kulverter på strekningen viser at de færreste oppfyller SVVs krav til kapasitet og/eller minimumsdimensjoner, og at flere er i dårlig teknisk tilstand. Det er derfor foreslått å bytte ut alle eksisterende vanngjennomløp med nye betongrør (med unntak av de som er fredede kulturminner). I tillegg bør det plasseres ut helt nye løp ved større flomveier der det i dag mangler stikkrenne/kulvert.

Det skal også erosjonssikres der dette er hensiktsmessig. Dette omfatter primært Raumas elveskråning ved Nordre Flatmark og Jetmundhølen, samt utløp på nye kulverter av større dimensjon.

10 Referanseliste

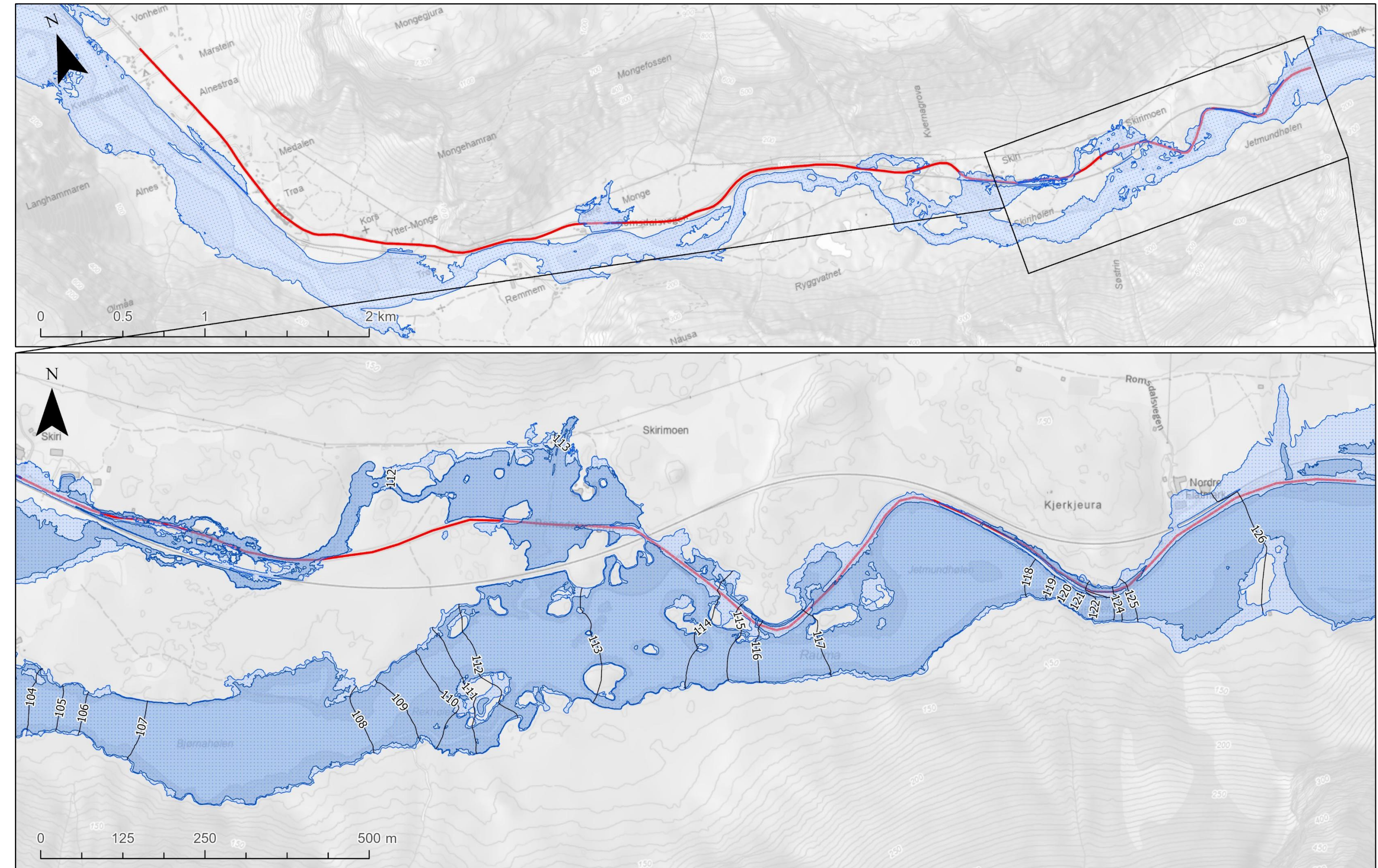
- **Bane NOR** (2022). *Teknisk regelverk*. Digital versjon.
- **Edvardsen, S., Øydvin, E.K. og Larsen, C.K.** (2005). *Flomsonekart Delprosjekt Rauma*. NVE rapport 6/2005.
- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*.
- **Multiconsult** (2021). *Rapport - Flomsonekartlegging E136 Flatmark-Marstein*. Dokument ID: 10211466-RiVass-RAP-01. Versjon 2, datert 22.06.2021.
- **Multiconsult** (2021). *Notat – Flomsone for 50-årsflom*. Dokument ID: 10211466-RiVass-NOT-01. Versjon 0, datert 31.05.2021.
- **Multiconsult** (2023). *Flomberegning Dam Mongevatn*. Dokument ID: 10252046-RiVass-RAP-004. Versjon 1, datert 19.12.2023.
- **NVE** (2022). *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. NVE veileder 3/2022.
- **NVE** (2024). *Sikringshåndboka*. Digital utgave.
- **NVE** (2025). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2025.
- **Plan AAV** (2024). *Notat – Flomvurdering E136 Gjerdet-Flatmark*. Dokument ID: VAA-NOT-0004. Versjon 00, datert 05.03.2024.
- **Plan AAV** (2024). *Notat – Flomvurdering Rauma, E136 Flatmark-Skiri*. Dokument ID: VAA-NOT-0005. Versjon 01, datert 08.05.2024.
- **Plan AAV** (2024). *Notat - Erosjonsvurdering Rauma, E136 Flatmark-Skiri*. Dokument ID: VAA-NOT-0006. Versjon 00, datert 19.11.2024.
- **Plan AAV** (2025). *Notat – Vurdering hydrogeologi ved Skirimoen*. Dokument ID: VAA-NOT-0007. Versjon 01, datert 29.09.2024.
- **Plan AAV** (2025). *Notat – Flomvurdering sidevassdrag, E136 Flatmark-Marstein*. Dokument ID: VAA-NOT-0008. Versjon 01, datert 30.01.2025.
- **Plan AAV** (2025). *Notat – Vurdering vanngjenomløp, E136 Flatmark-Marstein*. Dokument ID: VAA-NOT-0010. Versjon 00, datert 17.03.2025.
- **Plan- og bygningsloven** (2009). *Lov og planlegging og byggesaksbehandling* (LOV-2008-06-27-71). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- **SVV** (2023). *Veg- og gateutforming*. Vegnormal N100. Digital versjon.
- **SVV** (2024). *Vegbygging*. Vegnormal N200. Digital versjon.
- **SVV** (2025). *Bruprosjektering*. Vegnormal N400. Digital versjon.
- **Vannressursloven** (2001). *Lov om vassdrag og grunnvann* (LOV-2000-11-24-82). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-11-24-82>

11 Vedlegg

Det er utarbeidet sammenhengende flomsonekart for Rauma og de tre sidevassdragene Skiribekken, Kverngrova og Mongeelva på strekningen Flatmark-Marstein. Flomsonekart viser beregnet flomsone og vannstand (flomkoter) under dimensjonerende 200-årsflom (inkl. klima og sikkerhet), i tillegg til flomsone for 200-årsflom uten påslag. Kartene er utarbeidet for dagens situasjon, og fremtidig situasjon med planlagte tiltak.

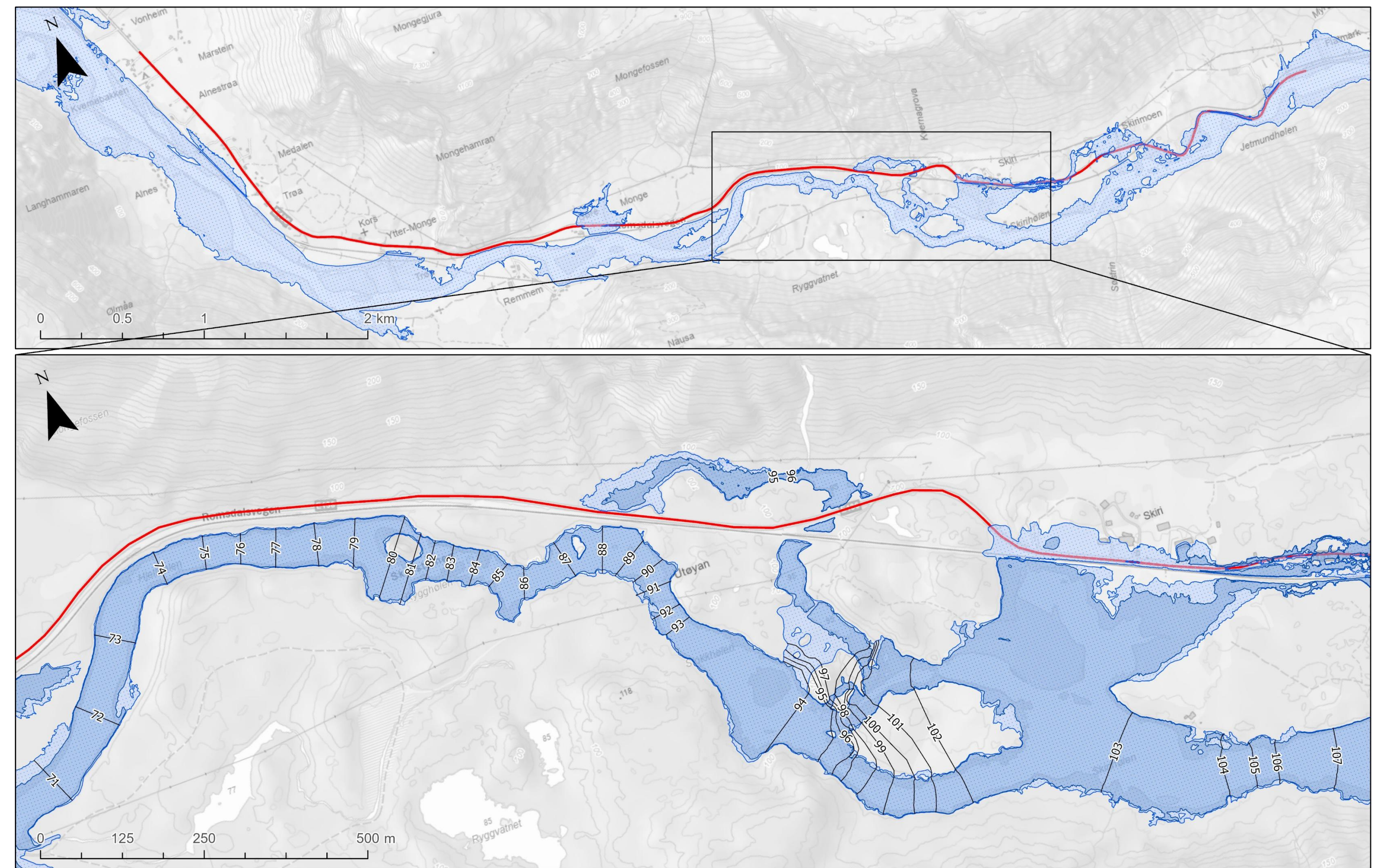
Vedlegg 1 Flomsonekart - Dagens situasjon

Vedlegg 2 Flomsonekart - Fremtidig situasjon

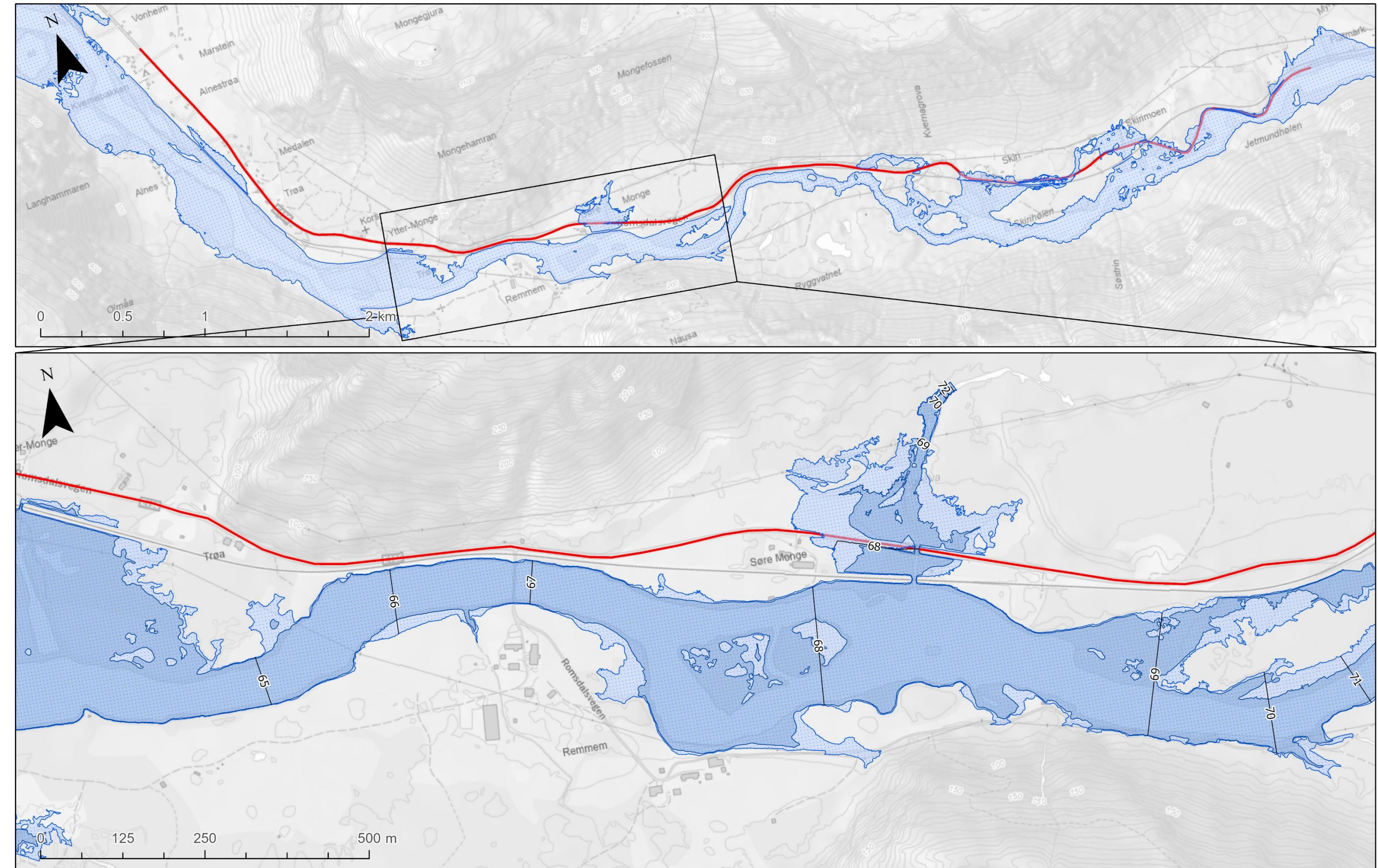


Flomsonekart E136 Flatmark-Marstein Dagens situasjon	Tegnforklaring — Flomkoter: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$) - Flomsone: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$) - Flomsone: 200-årsflom uten påslag (Q_{200})	Senterlinje vei: Dagens vei	Format: A3 Målestokk: 1:20,000/ 1:5,000 Koordinatsystem: UTM 32, NN2000 Koordinater senter kart: 32V 445414 6922295	Oppdragsgiver: Nye Veier Oppdragsnr.: 629042-06 Utarbeidet av: HMK Status: Leveranse Dato: 29.09.2025 
--	--	---	---	---

Vedlegg 1 – Flomsonekart - Dagens situasjon



Flomsonekart E136 Flatmark-Marstein Dagens situasjon	<u>Tegnforklaring</u> — Flomkoter: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$) Flomsone: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$) Flomsone: 200-årsflom uten påslag (Q_{200})	<u>Senterlinje vei:</u> Dagens vei Format: A3 Målestokk: 1:20,000/ 1:5,000 Koordinatsystem: UTM 32, NN2000 Koordinater senter kart: 32V 443722 6922659	Oppdragsgiver: Nye Veier Oppdragsnr.: 629042-06 Utarbeidet av: HMK Status: Leveranse Dato: 29.09.2025 asplan viak
--	---	--	---



Flomsonekart
E136 Flatmark-Marstein
Dagens situasjon

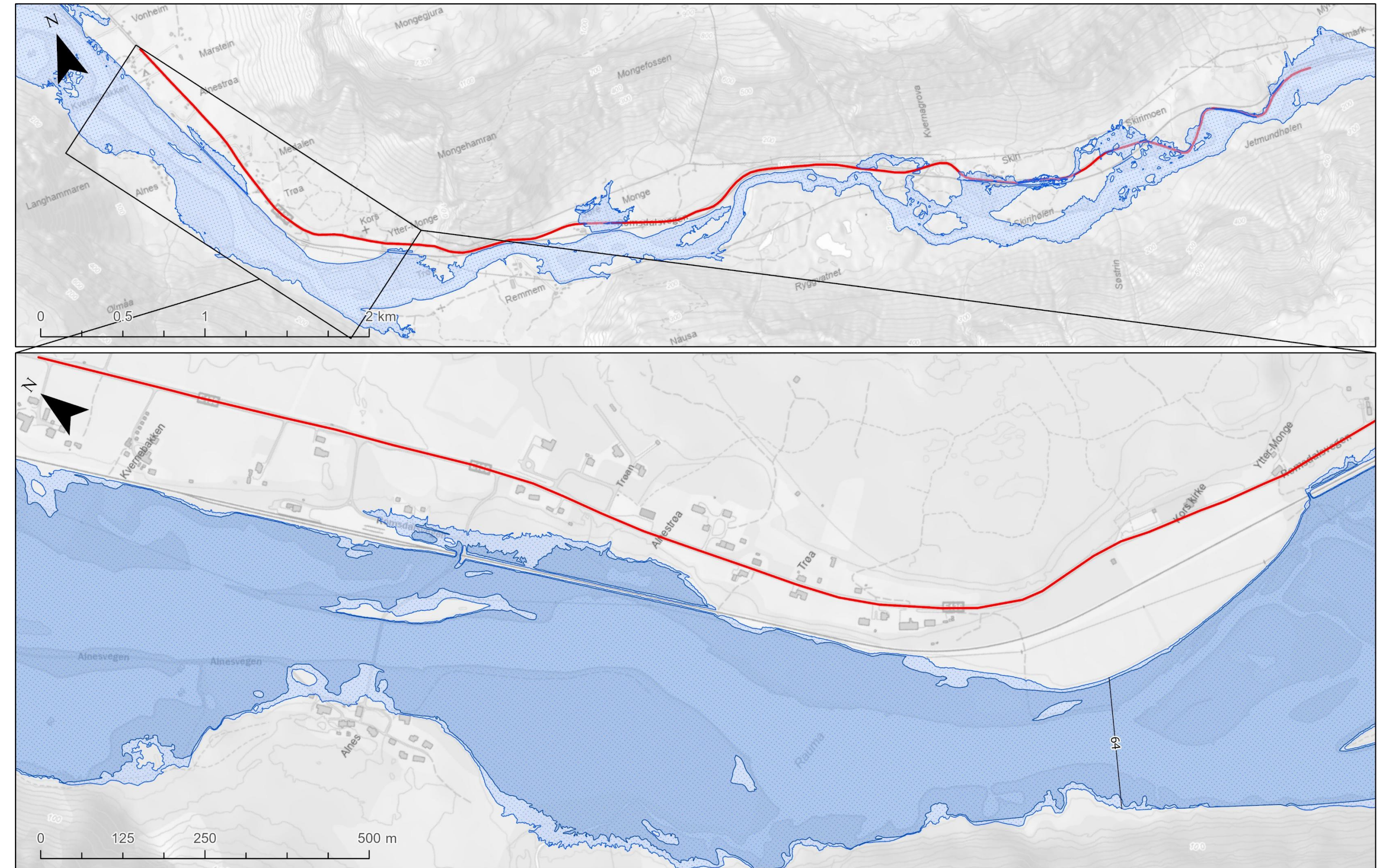
- Tegnforklaring**
- Flomkoter: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom uten påslag (Q_{200})

Senterlinje vei:
— Dagens vei

Format: A3
Målestokk: 1:20,000/ 1:5,000
Koordinatsystem: UTM 32, NN2000
Koordinater senter kart: 32V 441743 6923029

Oppdragsgiver: Nye Veier
Oppdragsnr.: 629042-06
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 29.09.2025





Flomsonekart
E136 Flatmark-Marstein
Dagens situasjon

- Tegnforklaring**
- Flomkoter: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom uten påslag (Q_{200})

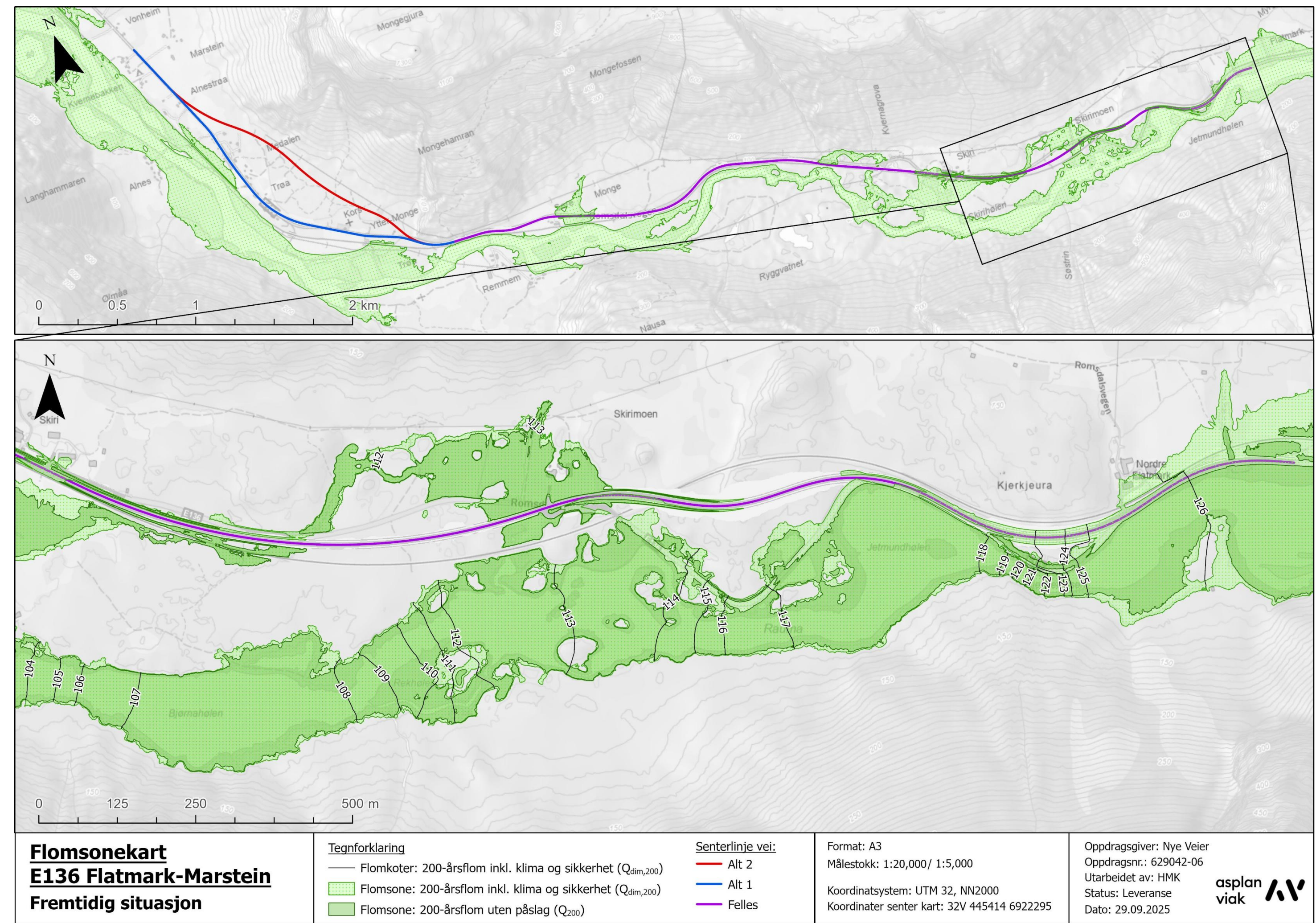
Senterlinje vei:
— Dagens vei

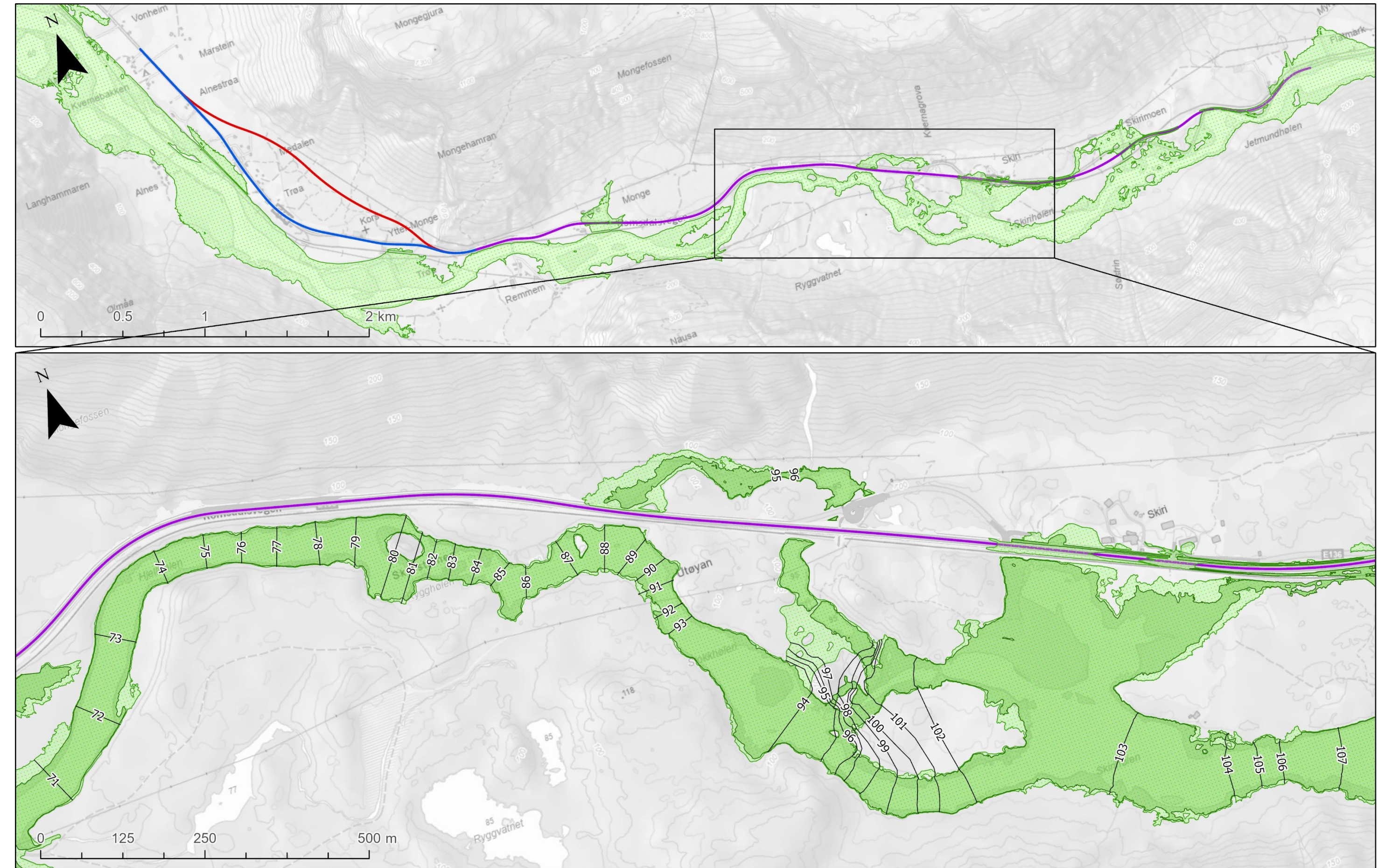
Format: A3
Målestokk: 1:20,000/ 1:5,000
Koordinatsystem: UTM 32, NN2000
Koordinater senter kart: 32V 440058 6924005

Oppdragsgiver: Nye Veier
Oppdragsnr.: 629042-06
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 29.09.2025



Vedlegg 2 – Flomsonekart – Fremtidig situasjon





Flomsonekart
E136 Flatmark-Marstein
Fremtidig situasjon

- Tegnforklaring**
- Flomkoter: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom uten påslag (Q_{200})

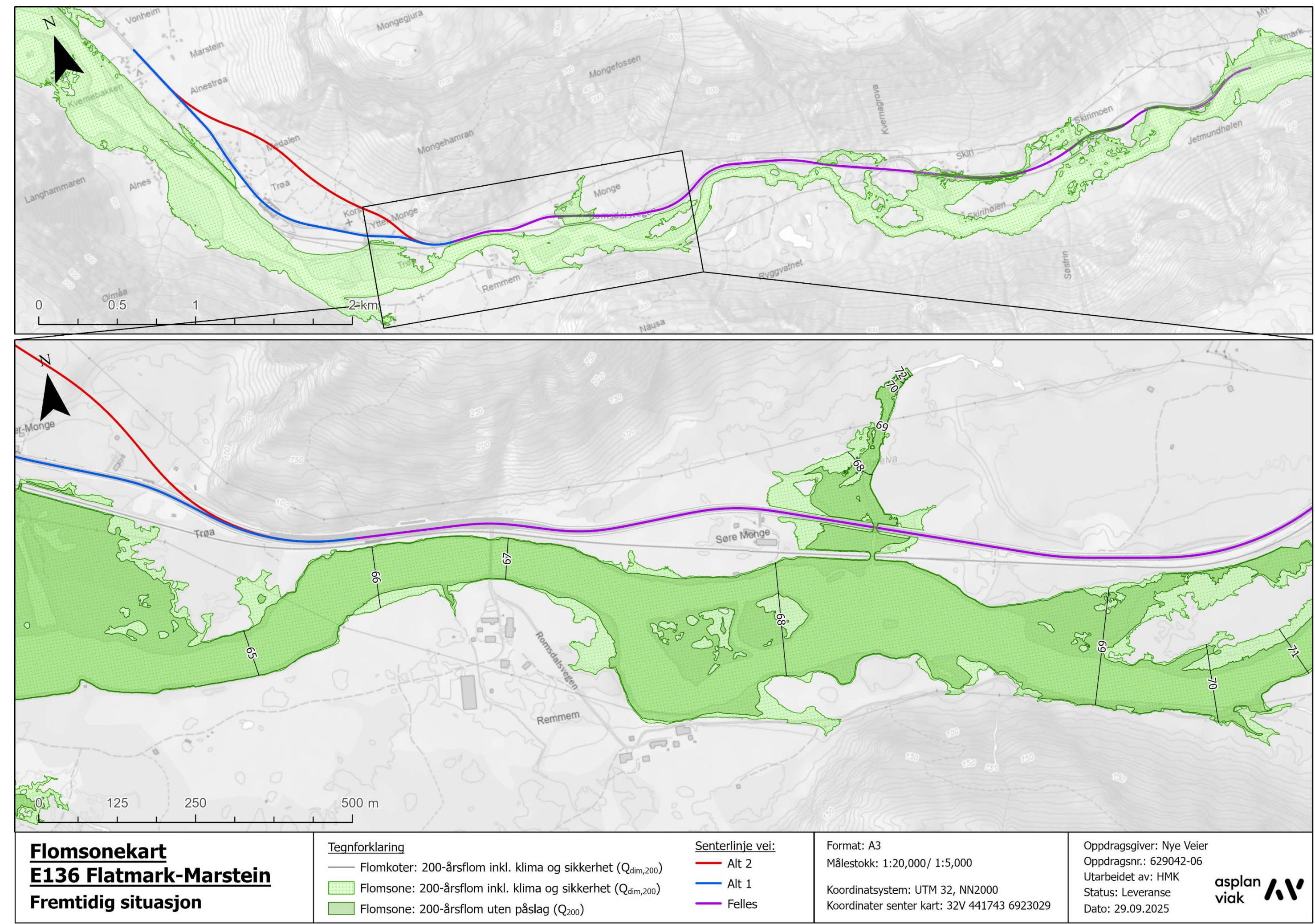
- Senterlinje vei:**
- Alt 2
 - Alt 1
 - Felles

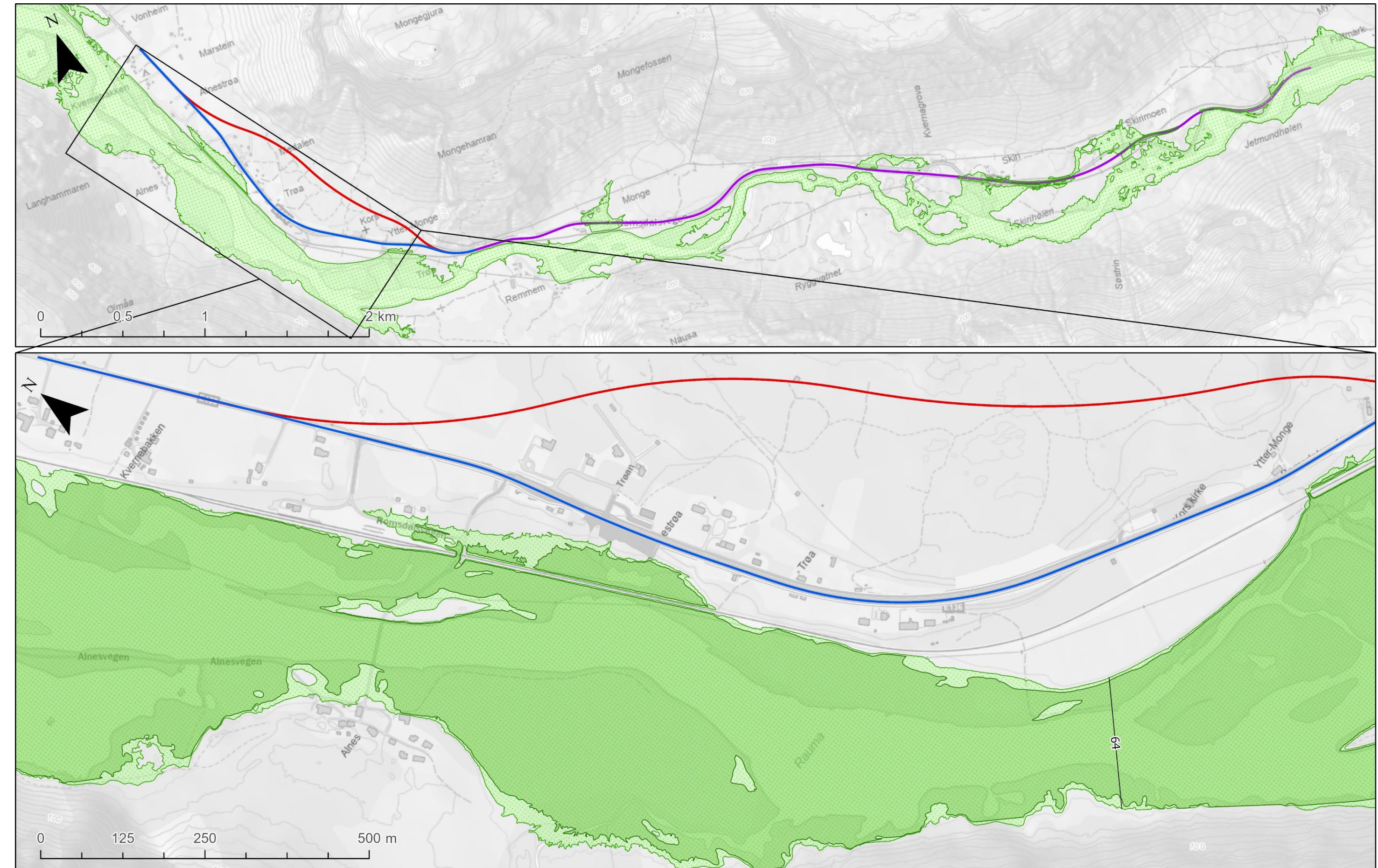
Format: A3
Målestokk: 1:20,000/ 1:5,000
Koordinatsystem: UTM 32, NN2000
Koordinater senter kart: 32V 443722 6922659

Oppdragsgiver: Nye Veier
Oppdragsnr.: 629042-06
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 29.09.2025



Vedlegg 2 – Flomsonekart – Fremtidig situasjon





Flomsonekart
E136 Flatmark-Marstein
Fremtidig situasjon

- Tegnforklaring**
- Flomkoter: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom inkl. klima og sikkerhet ($Q_{dim,200}$)
 - Flomsone: 200-årsflom uten påslag (Q_{200})

- Senterlinje vei:**
- Alt 2
 - Alt 1
 - Felles

Format: A3
Målestokk: 1:20,000/ 1:5,000
Koordinatsystem: UTM 32, NN2000
Koordinater senter kart: 32V 440058 6924005

Oppdragsgiver: Nye Veier
Oppdragsnr.: 629042-06
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 29.09.2025

