

FAGRAPPOR T HYDROLOGI FOR E6 MOELV - ROTERUD

Nasjonal PlanID:
Ringsaker kommune: 2019060936
Gjøvik kommune: 05020437

Prosjekt nr.:	113201
Oppdragsgiver:	Nye Veier AS
Dokumentnummer:	NV34E6MR-VAA-RAP-0006

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	26.01.24	GUBE/COWI	ERMN/CAFN/COWI	OLER/COWI

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
00	Planforslag til behandling hos planmyndighet

Forord

E6 på stekningen fra Moelv til Roterud er en del av hovedveiforbindelsen nord-sør i Norge, mellom Svinesund i sør og Kirkenes i nord. Nye Veier har ansvar for planlegging, bygging og drift av denne veistrekningen.



Oversiktskart som viser området det ble varslet oppstart for. Kilde: COWI AS

På vegne av Nye Veier har COWI AS utarbeidet fagrapport hydrologi i forbindelse med detaljreguleringsplan for E6 Moelv – Roterud. Fagrapport hydrologi er utarbeidet etter krav fra/i henhold til plan- og bygningsloven og inngår som en del av grunnlaget for utarbeidelse av E6 Moelv – Roterud.

Kontaktinformasjon:

Prosjektleder Nye Veier AS Harald Monsen 91811628 harald.monsen@nyeveier.no

Fagansvarlig for hydrologi COWI AS Gunnar Berg gube@cowi.com

26. januar 2024 / Oslo

Dato/Sted

Gunnar Berg

Gunnar Berg

Innhold

1	Sammendrag	6
2	Innledning	8
	2.1 Bakgrunn	8
	2.2 Kort beskrivelse av tiltaket	9
3	Bakgrunn for fagrapport hydrologi	11
4	Planområde	12
5	Krav til flomberegninger-vegnormal N200	13
	5.1 Krav til dimensjonerende flom	13
6	Flomberegninger	15
	6.1 Feltbeskrivelse Vismunda.....	15
	6.2 Feltbeskrivelse Moelva	16
	6.3 Flomfrekvensanalyser	16
	6.4 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA -2018).....	20
	6.5 Valgte metoder og resulterende dimensjonerende vannføringer	21
7	Hydraulisk modellering i Vismunda og Moelva	25
	7.1 Vismunda.....	25
	7.2 Moelva	32
8	Referanseliste	36

1 Sammendrag

Denne fagrapporten for hydrologi fremstiller flomberegninger og hydrauliske beregninger i forbindelse med at det skal bygges nye bru over elvene Vismunda og Moelva. For å kunne vurdere kapasitet og riktig høydesetting av bruene, er det beregnet dimensjonerende flomvannstander ved å benytte den hydrauliske modellen HEC-RAS 6.3.

Ny bru over Vismunda vil få en betydelig økt lysåpning, mens ny bru over Moelva får en liten økning i lysåpningen i forhold til eksisterende bru.

Modelleringen av flom i Vismunda er utført for to mulige situasjoner, da det er noe usikkert hvordan fremtidig flomsituasjon blir. Elveløpet oppstrøms brua har i dag en flomvoll med for lav høyde (ut fra usikkert terrenggrunnlag), slik at flomvannet herfra renner over og mot E6. Uten fremtidige tiltak på flomvollen/kontroll av høyder vil det være en risiko for oversvømmelse av ny E6. En utbedring av flomvollen bør utredes nærmere i senere detaljprosjektering.

For dimensjonering av prosjektert ny bru ved Vismunda er det forutsatt at alt vann i Vismunda går i hovedløpet og under brua. Beregningene viser at ny bru over Vismunda har tilstrekkelig kapasitet til 200-årsflom, inkludert et klimapåslag på 20 %.

Ny E6-bru ved Moelva er prosjektert med noe økt lysåpning i forhold til dagens situasjon. Beregningene viser at ny bru over Moelva har tilstrekkelig kapasitet til 200-års flom inkludert et klimapåslag på 20 %.

Flomvannstanden ved bruene i Vismunda og Moelva er påvirket av vannstanden i Mjøsa. En flom med returperiode på 200 år, også kalt 200-årsflom opptrer i gjennomsnitt hvert 200 år. Hvert år er sannsynligheten 1/200, det vil si 0,5 %. Dette utelukker ikke at man kan få to eller flere 200-årsflommer i en kortere tidsperiode, men sannsynligheten er liten.

Flommer i Mjøsa og vassdragene Vismunda og Moelva skapes av ulike væertyper (snøsmelting /regn) og flommer vil sjeldent opptre samtidig. En samtidig 200-års flom i Mjøsa og vassdragene er lite sannsynlig, og vil være en hendelse som har en returperiode på mer enn 200 år (dvs. en mer sjelden hendelse). Det er likevel valgt å benytte en konservativ situasjon med 200-årsflom i Mjøsa på kote 127,3 (inkludert 30 cm usikkerhet). Beregningene hensyntar derfor en samtidig flom i Mjøsa med flom i Vismunda og Moelva. Flomvannstanden ved brua i Moelva påvirkes mest av vannstanden i Mjøsa.

Analysene for Vismunda viser at eksisterende flomvoll mulig er for lav og hvor flomvann kan renne over mot E6. Reguleringsplanen sikrer derfor at denne må utbedres eller flomvollens høyde kontrolleres da benyttet høydegrunnlag er usikkert.

Vannhastigheten ved Moelva og Vismunda er høye under flom, og medfører en risiko for erosjon. Ved senere detaljprosjektering må dette hensyntas med tilstrekkelig erosjonssikring i områdene.

Elvebunnens topografi er ikke oppmålt, og det er en usikkerhet i forhold til kapasiteten i elveløpet. I tillegg er terrengmodellen mangelfull der det er mye vegetasjon langs elvebredden. På grunn av mangelfull terrenginformasjon anbefales en oppmåling av elveløpene og nye beregninger ved senere detaljprosjektering.

Med forutsetning om at flomvollen langs Vismunda utbedres eller kontrolleres med hensyn til høyder vil ny E6 ha minst to felt over 200-årsflom. Dette vil gjelde for en samtidighetsberegning for flom i Mjøsa og elvene Vismunda og Moelva.

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

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

E6 på stekningen fra Moelv til Roterud er en del av hovedveiforbindelsen mellom Kirkenes til Svinesund. Nye Veier har denne veistrekningen i sin portefølje og har nå prioritert å starte opp planarbeidet.



Figur 2-1: Plangrense ved varsel om oppstart av E6 Moelv – Roterud. Kilde: COWI AS

E6 mellom Moelv og Roterud er i dag en tofelts vei. Det er i alt to kryss på strekningen. Trafikkmengden er på ca. 12 000 - 16 300 kjøretøy/døgn. Kjøretiden fra Moelv til Roterud er i dag beregnet til 9 minutter og 18 sekunder. Strekningen fra Moelv til Roterud er en del av kommunedelplanene for E6 Moelv – Biri og E6 Biri – Vingrom, vedtatt i 2013 og 2015.

Planområdet består blant annet av Moelv by på østsiden av Mjøsa og Biri tettsted langs Mjøsas vestsida. Friluftsområder, båthavn og småhusbebyggelse er karakteristiske trekk for Moelv. På strekningen mellom Moelv og Roterud preges området av jordbruksarealer, spredt småhusbebyggelse og infrastruktur. Ved Biri tettsted er eksisterende næringsbebyggelse, småhusbebyggelse og Biri travbane dominerende.

Planområdet omfatter både permanente og midlertidige arealer for en fremtidig E6. De permanente arealene består blant annet av areal for ny E6, men også tilgrensende tiltak på lokal- og sideveier. De midlertidige arealene i planområdet dekker behovene for rigg- og anleggsområder, inkludert tilkomstveier til disse og mulig omlegging av trafikk i anleggsperioden.

Strekningen vil bli planlagt som nasjonal hovedvei, i tråd med Statens vegvesens håndbok N100.

2.2 Kort beskrivelse av tiltaket

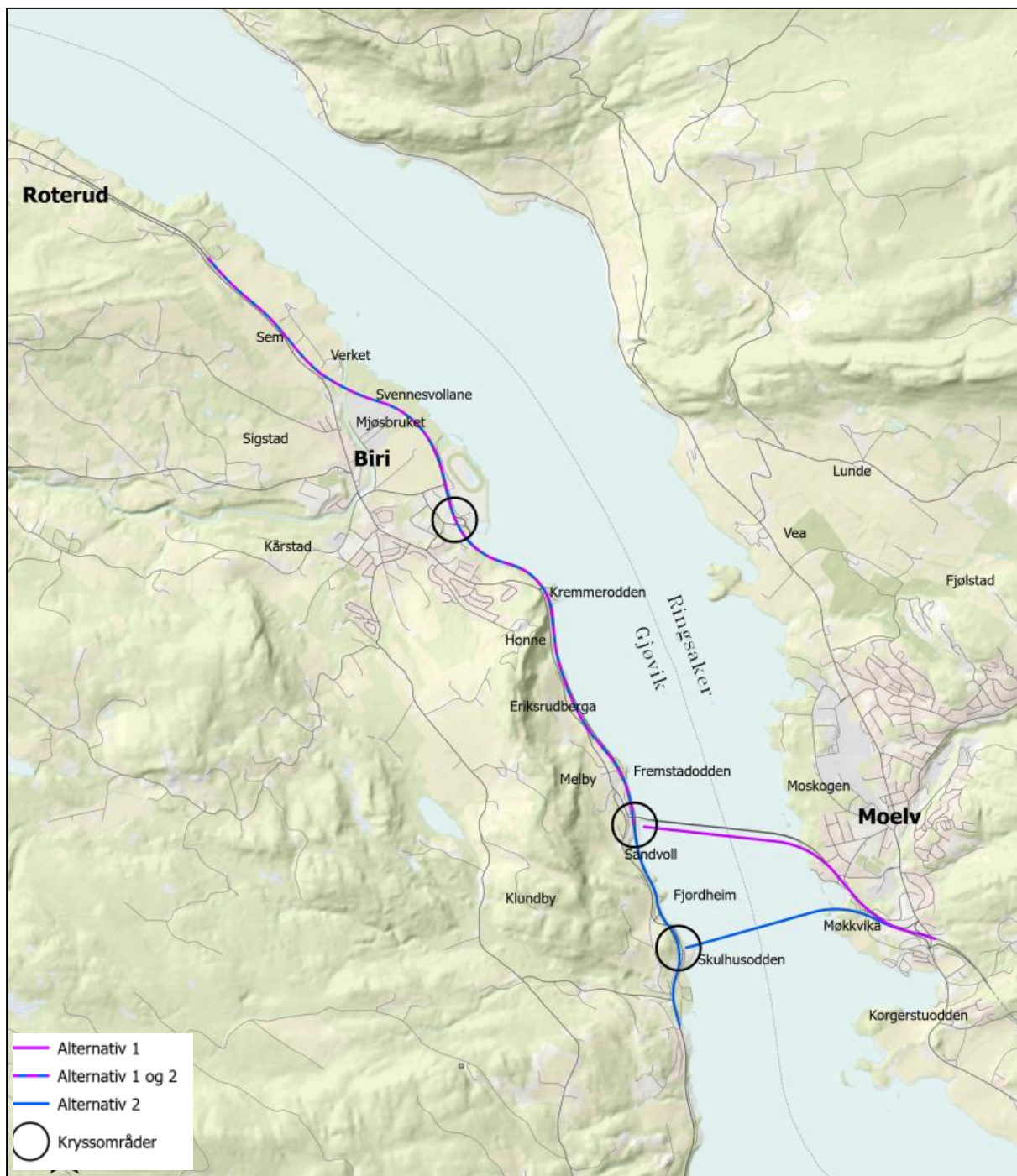
Detaljregulering for E6 Moelv-Roterud gjelder ny firefelts motorvei fra Moelvkrysset i Ringsaker kommune til Roterud gård i Gjøvik kommune. Strekningen er på ca. 11 km og det planlegges for fartsgrense 100 km/t.

I tiltaket inngår to kryss. Et kryss mellom E6 x rv. 4 og et kryss i Biri. Prosjektet skal etablere ny bru over Mjøsa for E6-trafikken, dagens bru skal beholdes og benyttes til gang- og sykkeltrafikk og saktegående trafikk som moped og traktor.

Det fremmes to planforslag for ny E6, omtalt som Alternativ 1 og Alternativ 2. Hovedforskjellen mellom alternativene er traseen for kryssing av Mjøsa og plassering av krysset mellom E6 og rv. 4. Fra Fremstadodden og nordover er alternativene like.

Alternativ 1 følger i stor grad dagens E6 gjennom Moelv, går over på ny bru like sør for eksisterende bru. Det etableres et nytt trompetkryss mellom E6 x rv. 4 på Sandvoll, i området hvor dagens rundkjøring er. Fra Fremstadodden til Roterud planlegges det for ny vei i eksisterende E6-trasé. Krysset på Biri planlegges som et planskilt kryss i samme område som eksisterende kryss.

Alternativ 2 krysser Mjøsa mellom Møkkvika badeplass og Skulhusodden. På Skulhusodden etableres nytt kryss mellom E6 x rv. 4. Fra Skulhusodden til Fremstadodden planlegges ny E6 i eksisterende trasé. Fra Fremstadodden til Roterud er Alternativ 1 og Alternativ 2 like.



Figur 2-2: Alternativ 1 og Alternativ 2 krysser Mjøsa på ulike steder. Nord for Fremstadodden er alternativene like. Kryssplassering er illustrert med en sirkel. Kilde: COWI AS.

3 Bakgrunn for fagrapport hydrologi

Denne fagrapporten er en del av faggrunnlaget for reguleringsplan. Fagrapporten er utarbeidet for å ivareta dokumentasjonskrav for overvann og drenering gitt i Vegnormal N200 [1]. Dokumentasjonskravene er vist i Tabell 3-1. Denne fagrapporten omhandler spesielt vurderinger av flomvannstander og dimensjonering av bruer i Moelva og Vismunda. Analysene består av flomberegninger og hydrauliske beregninger i programmet Hecras. Erosjon og massetransportforhold er vurdert på et overordnet nivå.

Tabell 3-1 Oversikt over dokumentasjonskrav. Kilde: vegnormal N200

Tema	Konsekvens- utredning	Reguleringsplan	Prosjektering
Kartlegging av feltgrenser, vannveier og flomveier i nedbørfeltene	(X)	X	D
Vurdering av flomvannstand og vegens høyde	X	X	D
Kartlegging av avrenningsforhold	(X)	X	D
Kartlegging av erosjon- og massetransportsforhold i aktuelle vannveier	(X)	X	D
Kartlegge vandringsveger for fauna	(X)	X	D
Kartlegge forurensningskilder som kan påvirke drikkevann, vassdrag, grunnvann og andre sårbare resipienter	(X)	X	D
Kartlegging av eksisterende drenering i området		X	D
Arealbehov ved endring i elve- og bekkereguleringer (i samarbeid med vassdrags- og miljømyndighetene)		P	D
Avledning av vann fra veg- og skråningsareal		P	D
Hindre/begrense endring i grunnvannsnivå		P	D
Vurdere endringer i normalprofilen, f.eks. ved nedføring mellom veger, ramper, G/S-veger			D
Planlegging, dimensjonering og detaljprosjektering av tiltak			P
(X) = Kartlegging av beskrevet forhold anbefales X = Kartlegging av beskrevet forhold skal gjennomføres P = Prinsippløsning skal foreligge D = Detaljløsning som viser arealbruk og utforming av løsninger, skal foreligge			

4 Planområde

Analysert strekning for hydrologi- og flomberegninger er vist i Figur 4-1. Det rødmarkerte området viser varslingsområdet for prosjektet, men nedbørfeltene til de berørte vassdragene vil naturlig nok ha en større utstrekning. Det er utført flomberegninger og hydrauliske beregninger for de større vassdragene Moelva og Vismunda. Mindre bekker som håndteres av stikkrenner og kulverter er håndtert i VA- og overvannsrapport [9].



Figur 4-1 Planområde (rødmarkert) Kilde: COWI AS

5 Krav til flomberegninger-vegnormal N200

Flomberegninger og hydrauliske beregninger er utført i henhold til vegnormal N200 [1] og veileder for flomberegning, NVE 2022 [2], for å finne dimensjonerende flomvannstander og dimensjonering av nye bruer.

5.1 Krav til dimensjonerende flom

Valg av dimensjonerende flom, sikkerhetsfaktor og klimafaktor er gitt i vegnormal N200 [1].

5.1.1 Sikkerhetsklasse for vei

Etter krav i vegnormal N200 [1] skal returperiode for flomhendelser bestemmes ut fra veiens trafikkmengde (ÅDT) og omkjøringsmuligheter. For ny E6 vil trafikkmengde være høyere enn 4000 ÅDT slik at den havner i sikkerhetsklasse V3, med en returperiode for flomhendelse på 200 år som vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Sikkerhetsklasser for vei påvirket av flom Kilde: vegnormal N200.

Sikkerhets- klasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse			
		Med omkjøringsmulighet		Uten omkjøringsmulighet	
		Tverr- drenering	Langsgående drenering	Tverr- drenering	Langs- gående drenering
V1	0 – 500	50 år	50 år	100 år	50 år
V2	500 – 4000	100 år	50 år	200 år	100 år
V3	> 4000	200 år	100 år	200 år	100 år

5.1.2 Klimafaktor

Etter krav i vegnormal N200 [1] skal den dimensjonerende vannføringen ta høyde både for klimaendringer og usikkerhet i beregningen. Klimafaktoren F_k ble bestemt ut fra Tabell 5-2. Tabellen er basert på klimaprofilene for norske fylker, utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter, (2015 - 2017), og tilpasset kravene i vegnormal N200 [1]. Planområdet ligger i de eldre fylkesinndelingene Oppland og Hedmark hvor klimafaktoren er 1,2 (20 % påslag) for store nedbørfelt.

Tabell 5-2 Klimafaktor F_k Kilde: vegnormal N200.

Fylke	F_k	
	Små nedbørfelt	Store nedbørfelt
Oslo og Akershus	1.3	1.3
Buskerud	1.4	1.3
Vest-Agder	1.3	1.2
Aust-Agder	1.3	1.2
Finnmark	1.3	1.2
Hordaland	1.4	1.4
Møre og Romsdal	1.4	1.4
Nord-Trøndelag	1.3	1.3
Nordland	1.4	1.4
Oppland	1.2	1.2
Hedmark	1.4	1.2
Rogaland	1.3	1.3
Sogn og Fjordane	1.4	1.4
Sør-Trøndelag	1.2	1.2
Telemark	1.2	1.2
Troms	1.3	1.3
Østfold	1.4	1.2
Vestfold	1.2	1.2

5.1.3 Sikkerhetsfaktor

I vegnormal N200 [1] kreves en sikkerhetsfaktor (F_u) for usikkerheter ved de hydrologiske beregningene som vist i Tabell 5-3. Faktoren er avhengig av veiens sikkerhetsklasse. Den nye E6 er plassert i sikkerhetsklasse V3 med en sikkerhetsfaktor på 1,2.

Tabell 5-3 Sikkerhetsfaktor for håndtering av usikkerhet ved hydrologiske beregninger. Kilde: vegnormal N200.

Sikkerhetsklasse	F_u
V1 eller F1	1.0
V2 eller F2	1.1
V3 eller F3	1.2

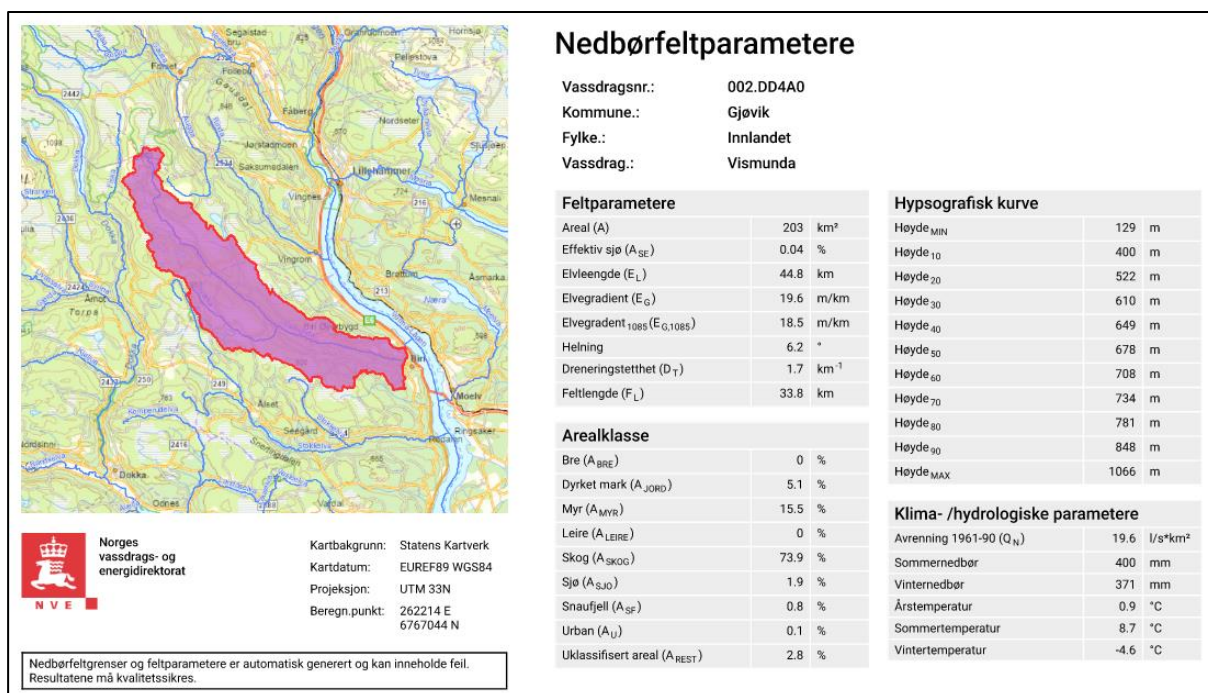
6 Flomberegninger

Det er beregnet dimensjonerende flommer for Moelva og Vismunda. Det er benyttet to ulike metoder for flomberegningene. Det er benyttet flomfrekvensanalyser på vannføringsdata og regional flomberegning (RFFA -2018). Resultater fra de ulike metodene er sammenlignet med hverandre og valg av metode er basert på datagrunnlaget, feltstørrelser og faglig skjønn.

Det er tidligere utarbeidet en flomberegning for Vismunda av Sweco i 2021 [5]. Denne rapporten er gjennomgått for å vurdere om det er grunnlag for å benytte andre flomverdier.

6.1 Feltbeskrivelse Vismunda

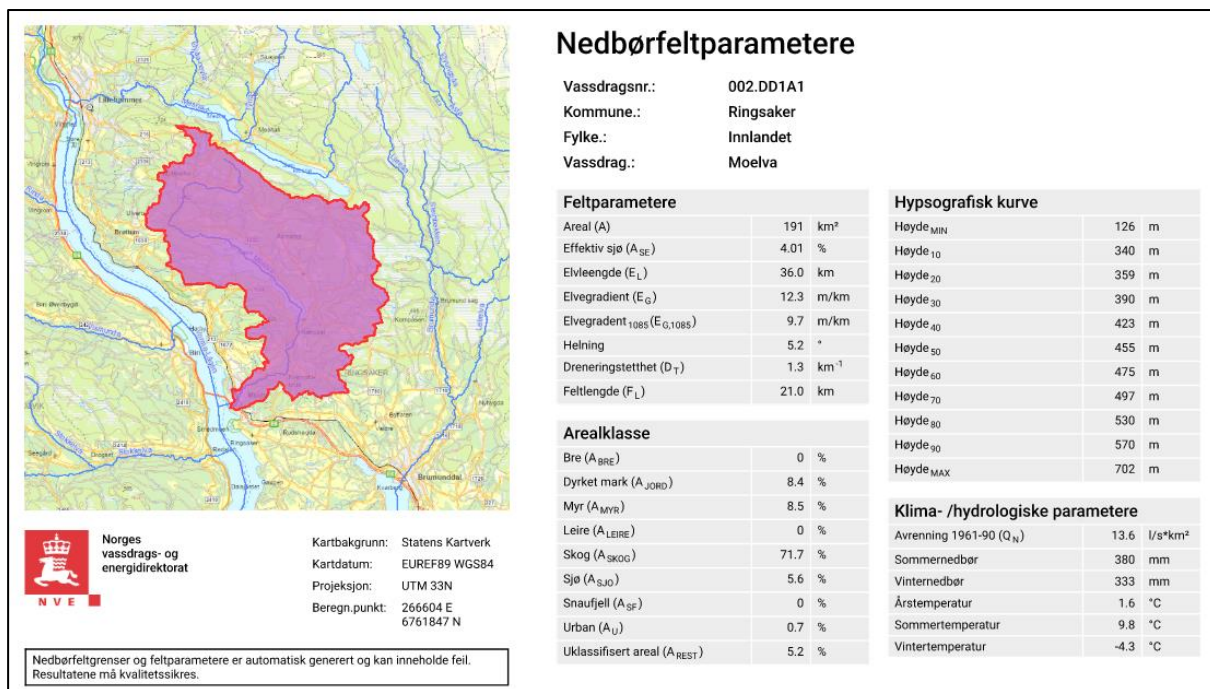
Vismunda ligger på vestsiden av Mjøsa og har et nedbørfelt på ca. 203 km². Nedbørfelt og feltparametere er utarbeidet ved bruk av NVE-programmet NEVINA og er vist i Figur 6-1 .



Figur 6-1 Nedbørfelt og feltparametere for Vismunda. Kilde: nevina.nve.no.

6.2 Feltbeskrivelse Moelva

Moelva ligger på østsiden av Mjøsa og har et nedbørfelt på ca. 191 km². Nedbørfelt og feltparametere er utarbeidet ved bruk av NVE-programmet NEVINA og er vist i *Figur 6-2*.



Figur 6-2 Nedbørfelt og feltparametere for Moelva. Kilde: nevina.nve.no.

6.3 Flomfrekvensanalyser

Flomfrekvensanalyser er statistiske analyser av data fra målestasjoner. Målestasjoner registrerer vannstander som deretter blir utledet til vannføringer ved bruk av en vannføringskurve. Vannføringskurven er utarbeidet av flere vannføringsmålinger og viser sammenhengen mellom vannstand og vannføring. Større vannføringer enn det som er målt ved stasjonen blir bestemt ved ekstrapolasjon av vannføringskurven, noe som medfører en betydelig usikkerhet i flomfrekvensanalysen.

6.3.1 Målestasjoner

Det ligger flere aktuelle målestasjoner i området som kan benyttes som representative stasjoner for Vismunda og Moelva. Geografisk beliggenhet av de ulike stasjonenes nedbørfelter er vist i *Figur 6-3*. Flomfrekvensanalyser basert på døgnmidler er vist i Tabell 6-1. Flomfrekvensanalyser basert på kulminasjonsdata (timesdata) er vist i Tabell 6-2. Data som ligger i døgnmiddel-databasen hos NVE har gjennomgått en større kvalitetskontroll sammenlignet med data med finere oppløsning.

Analysen for døgndata er utført i NVE's flomanalyseprogram med data fra døgnmiddelflomtabelen. Det er benyttet fordelingsfunksjon GEV (full lokal +regional).

Analysen for kulminasjonsdata er utført i NVE's flomanalyseprogram med data fra Hykval (virtuelt isreduerte data). Det er benyttet fordelingsfunksjon Gumbel med unntak av stasjonene 2.415 Espedalsvatn og 2.439 Kvarstadseter, hvor det er benyttet fordelingsfunksjon GEV.

Det er relativt stor variasjon i feltparametere for stasjonene og resultatet av analysene gir en betydelig variasjon i flomstørrelser.

Stasjon 2.463 Vismunda ligger i Vismunda noe oppstrøms for Vismunda bru. Grunnlaget for flomfrekvensanalyser for vassdraget er derfor i utgangspunktet svært godt. Det er imidlertid i Sweco rapporten [5] nevnt at kurvekvaliteten ved stor flom er svært usikker. Det er vurdert til at lavere vannføringer (Q_M) er pålitelige. Kurvekvaliteten er av NVE definert som middels på stor vannføring.

Stasjon 2.28 Aulestad ligger noe lenger nord for Vismunda og drenerer til Gausa. Feltet er betydelig større enn Vismunda og Moelva og kurvekvaliteten for store vannføringer vurderes som usikker på grunn av få målinger under større flommer. Kurvekvaliteten er av NVE definert som dårlig på stor vannføring.

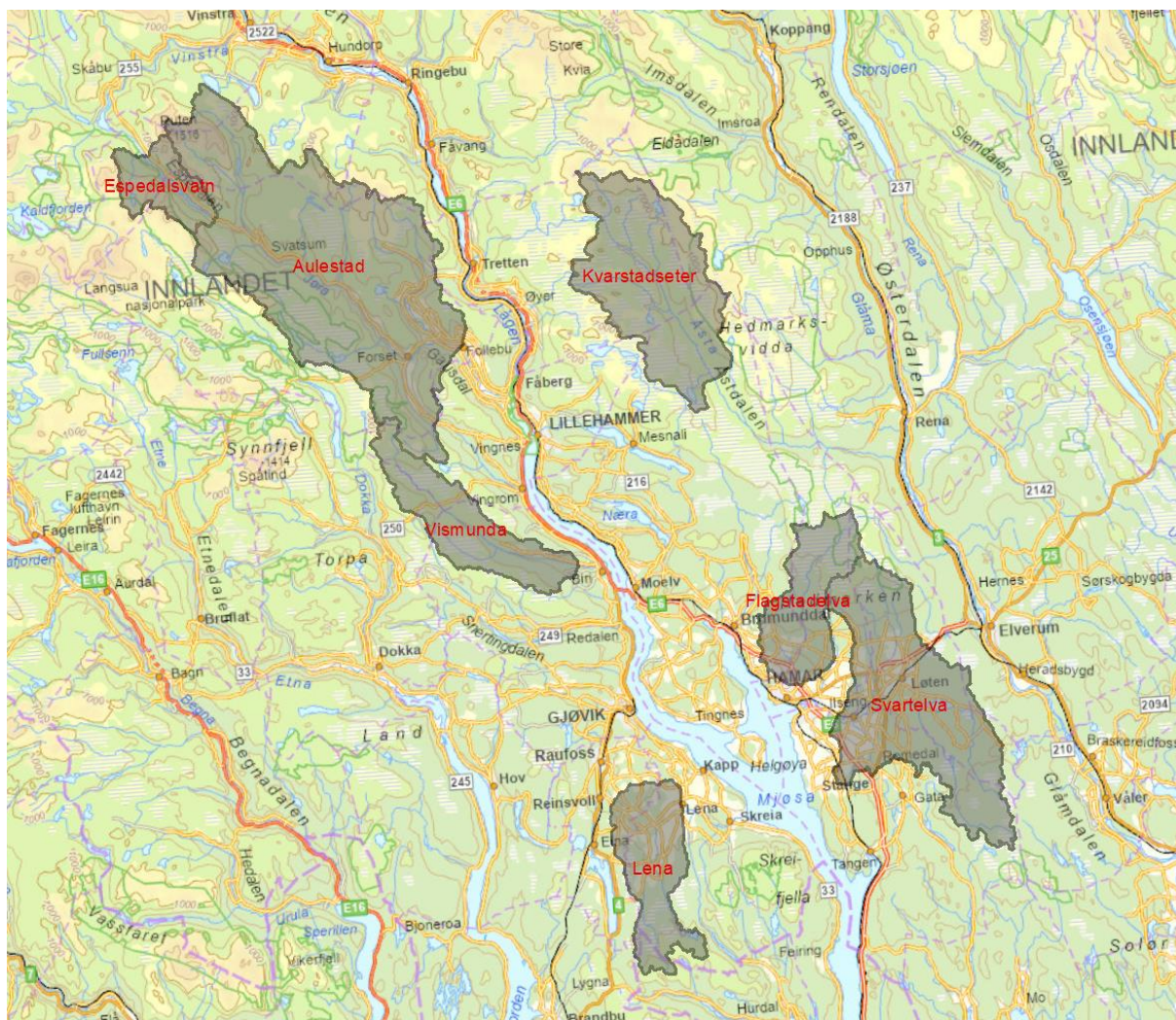
Stasjon 2.415 Espedalsvatn ligger nord for Aulestad og drenerer til Vinstra. Feltet har en tilsvarende høy effektiv sjøprosent som Moelva og ca. halve feltstørrelsen. Kurvekvaliteten for store vannføringer vurderes som usikker på grunn av få målinger under større flommer. Kurvekvaliteten er av NVE definert som middels på stor vannføring.

Stasjon 2.439 Kvarstadseter ligger like øst for Lillehammer og drenerer til Åsta (Østerdalen/Glomma). Kurvekvaliteten for store vannføringer vurderes som usikker på grunn av få målinger under større flommer. Kurvekvaliteten er av NVE definert som middels på stor vannføring.

Stasjon 2.464. Svartelva ligger øst for Hamar og drenerer mot Åkersvika. Feltet er omtrent dobbelt så stort som Vismunda og Moelva. Kurvekvaliteten er av NVE definert som middels på stor vannføring.

Stasjon 2.465 Flagstadelva ligger like nord for Hamar og drenerer til Åkersvika. Feltet er omtrent like stort som både Vismunda og Moelva. Kurvekvaliteten er av NVE definert som dårlig på stor vannføring.

Som følge av usikkerheter i kurvekvaliteten på store vannføringer for alle stasjonene er det valgt å legge mest vekt på analysene for døgnmiddelflommer.



Figur 6-3 Benyttede felt for flomfrekvensanalyser. Kilde: NVE/målestasjon.

Tabell 6-1 Flomfrekvensanalyser basert på døgnmidler. Kilde: NVE/Hydra.

Stasjon	Døgnmidler				
	Eff.sjøprosent %	Areal km ²	1961-90 (l/s/*km2)	Spesifikk avrenning Q _m l/s*km2	Spesifikk avrenning Q ₂₀₀ l/s*km2
2.463 Vismunda	0.03	191	20	264	719
2.28 Aulestad	0.04	866	17	203	547
2.415 Espedalsvatn	4.8	95	23	180	496
2.439 Kvarstadseter	0.05	377	29	265	635
2.634 Lena	0.03	183	13	144	359
2.464 Svartelva	0.19	458	8	127	332
2.465 Flagstadelva	0.04	172	11	224	506

Tabell 6-2 Flomfrekvensanalyser basert på kulminasjonsverdier (timesdata). Kilde: NVE/Hydra.

Kulminasjon					
Stasjon	Eff.sjøprosent %	Areal km ²	1961-90 (l/s/*km2)	Spesifikk avrenning Qm l/s*km2	Spesifikk avrenning Q200 l/s*km2
2.463 Vismunda	0.03	191	20	350	845
2.28 Aulestad	0.04	866	17	270	801
2.415 Espedalsvatn	4.8	95	23	200	727
2.439 Kvarstadseter	0.05	377	29	296	868
2.634 Lena	0.03	183	13	167	427
2.464 Svartelva	0.19	458	8	174	450
2.465 Flagstadelva	0.04	172	11	310	728

6.3.2 Kulminasjonsfaktor

Ved bruk av resultater fra døgnmiddelflomanalysen vil det være nødvendig å finne kulminasjonsfaktoren Q_{mom}/Q_{mid} , og det er vurdert til at analysen på døgnmidler gir mest troverdige resultater for Vismunda og Moelva.

Kulminasjonsfaktoren kan finnes ved å sammenligne døgnmidler og kulminasjonsvannføringer for de aktuelle målestasjoner, og benytte samme verdier for Vismunda og Moelva.

En gjennomgang av døgnmiddeldata og kulminasjonsdata for stasjon 2.463 Vismunda ga en variasjon i forholdstallet mellom 1,66-2,57 med et middel på 1,92.

En gjennomgang av døgnmiddeldata og kulminasjonsdata for 5 år for stasjon 2.465 Flagstadelva ga en variasjon i forholdstallet mellom 1,15-1,24 med et middel på 1,2.

Forholdstallet kan også estimeres ut fra eldre formelverk NVE, 1997 [7];

$$Q_{mom}/Q_{mid}=2.29-0,29*\text{LOG } A-0,27*ASE^{0,5}$$

Formel for høstflom gir et forholdstall for Vismunda på 1,57 og Moelva på 1,09.

Formelverket fra RFFA -2018 gir kulminasjonsfaktoren direkte og for Vismunda ble denne estimert til 1,2 og for Moelva til 1,03.

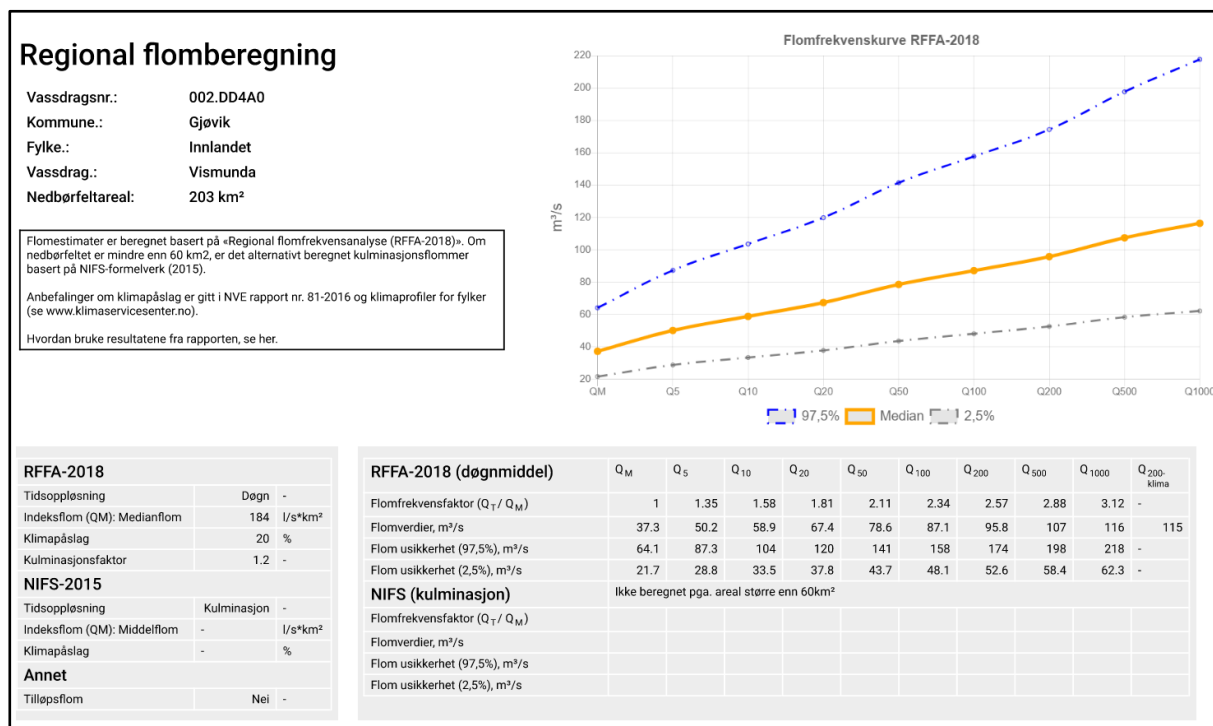
6.4 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA -2018)

En flomberegning er utført med formelverket (RFFA-2018) ved bruk av NEVINA-verktøyet. Formelverket er beskrevet i NVE rapport 10/2020 [6].

6.4.1 Vismunda RFFA -2018

Beregnete flomstørrelser er vist i *Figur 6-4*. Medianflommen (døgn) er beregnet til 184 l/s*km². Beregnet 200-års flom (døgn) blir på 472 l/s*km² med kulminasjon på 566 l/s*km² (kulminasjonsfaktor 1,2).

Formelverket synes å gi noe lave flomverdier sammenlignet med observasjoner i området. Medianflommen synes å være underestimert samtidig som kulminasjonsfaktoren på 1,2 virker å være lav. Dette medfører lave estimerte flomstørrelser. Vekstkurven (flomfrekvensfaktor QT/QM) er imidlertid vurdert til å være representativ og sammenfaller godt med flomfrekvensanalysene.



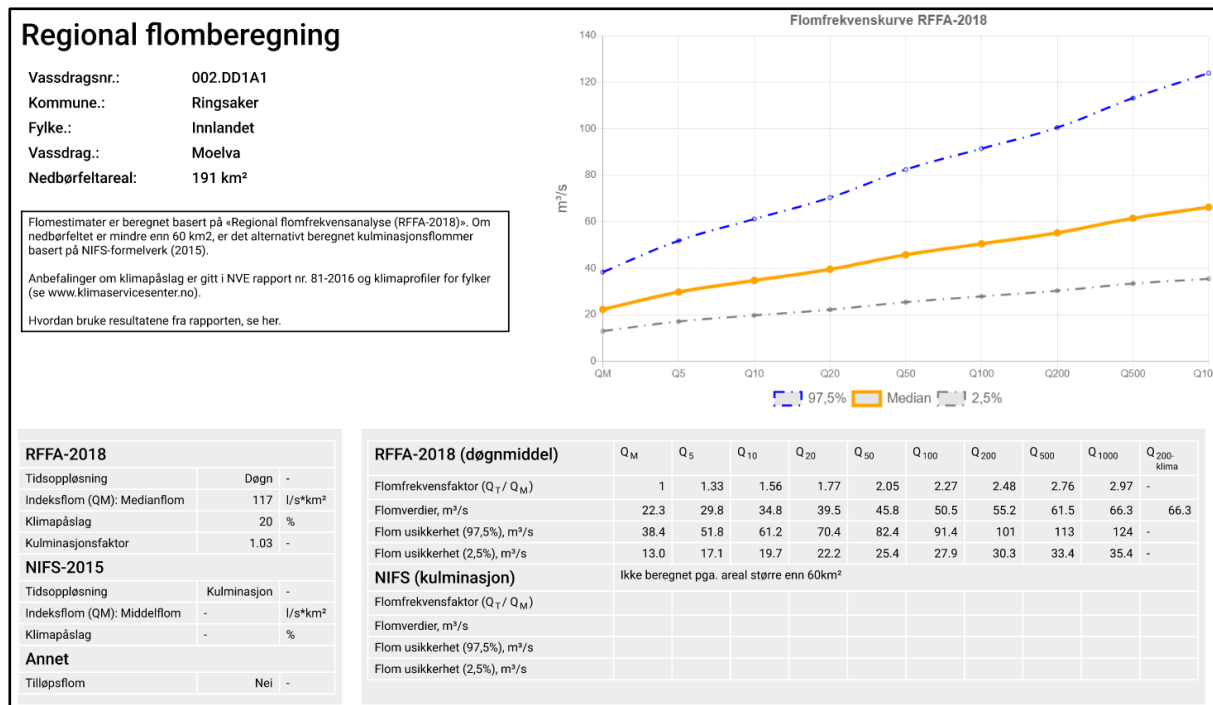
Figur 6-4 Flomberegning fra NEVINA (RFFA-2018). Kilde: nevina.nve.no.

6.4.2 Moelva RFFA -2018

Beregnete flomstørrelser er vist i *Figur 6-5*. Medianflommen (døgn) er beregnet til 117 l/s*km². Beregnet 200-års flom (døgn) blir på 289 l/s*km² med kulminasjon på 298 l/s*km² (kulminasjonsfaktor 1,03).

Formelverket synes å gi noe lave flomverdier sammenlignet med observasjoner i området. Medianflommen synes å være underestimert samtidig som kulminasjonsfaktoren på 1,03 virker å være lav. Dette medfører lave estimerte

flomstørrelser. Vekstkurven (flomfrekvensfaktor QT/QM) er imidlertid vurdert til å være representativ og sammenfaller godt med flomfrekvensanalysene.



Figur 6-5 Flomberegning for Moelva fra NEVINA (RFFA-2018). Kilde: nevina.nve.no.

6.5 Valgte metoder og resulterende dimensjonerende vannføringer

6.5.1 Vismunda

Tidligere flomberegning for Vismunda utarbeidet av Sweco [5] resulterte i en Q_m på 97 m³/s og Q₂₀₀ på 303 m³/s. Det er ikke funnet grunn til å endre disse estimatene. Det ble benyttet en døgnmiddelflom fra målestasjon 2.463 Vismunda på 252 l/s*km². Flomfrekvensfaktoren Q₂₀₀/Q_M fra FFA-2018 på 2,57 ble benyttet. Det er rimelig å anta at observert middelflom i vassdraget er troverdig mens flomfrekvensfaktoren er mer usikker på grunn av usikkerheter i vannføringskurven. Kulminasjonsfaktoren på 1,9 som ble benyttet vurderes til å være noe høy. Kulminasjonsfaktoren fra RFFA-2018 på 1,2 synes å være lav. Valg av flomstørrelse vurderes derfor til å være noe konservativt.

Dimensjonerende flomstørrelse (Q₂₀₀) blir; $252 \text{ l/s*km}^2 * 2,57 * 1,9 = 1230 \text{ l/s*km}^2 / 250 \text{ m}^3/\text{s}$.

Benyttet flomvannføring til dimensjonering inkludert klimafaktor og sikkerhetsfaktor blir; $250 \text{ m}^3/\text{s} * 1,2 * 1,2 = 360 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.5.2 Moelva

Resultatet fra RFFA-2018 vurderes til å gi for lave flomstørrelser sammenlignet med flomfrekvensanalysene. Det er valgt å benytte døgnmiddelflommen fra stasjon 2.465 Flagstadelva på 224 l/s*km^2 sammen med flomfrekvensfaktoren Q_{200}/Q_M fra RFFA2018 på 2,48. Kulminasjonsfaktoren fra RFFA-2018 på 1,03 er vurdert til å være noe lav og det er valgt å benytte en faktor på 1,1.

Dimensjonerende flomstørrelse (Q_{200}) blir; $224 \text{ l/s*km}^2*2,48*1,1 = 612 \text{ l/s*km}^2 / \underline{105 \text{ m}^3/\text{s}}$.

Benyttet flomvannføring til dimensjonering inkludert klimafaktor og sikkerhetsfaktor blir; $105 \text{ m}^3/\text{s}*1,2*1,2= \underline{151 \text{ m}^3/\text{s}}$.

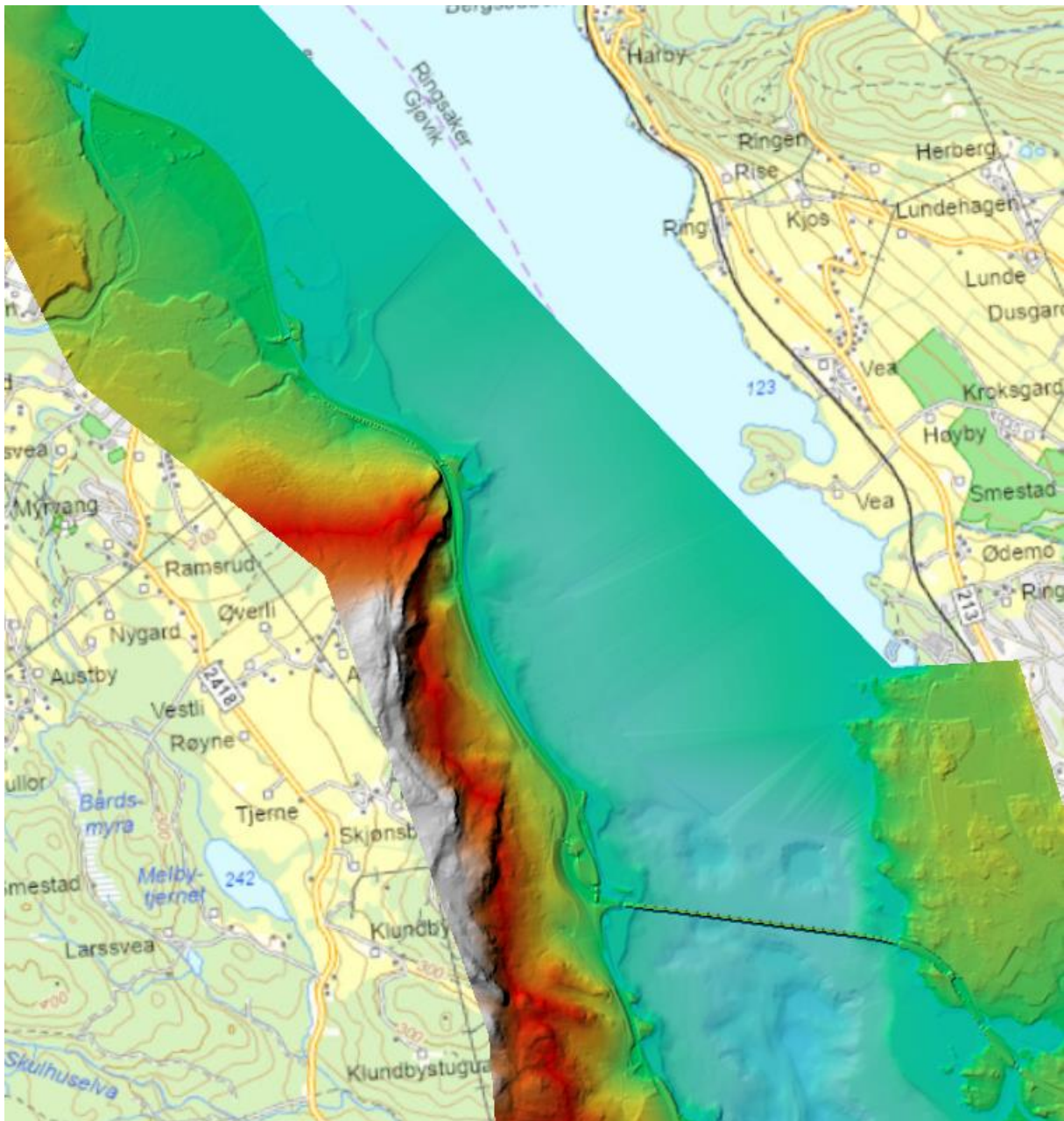
6.5.3 Flomvannstander Mjøsa

Flomberegning for Mjøsa med flomvannstander er vist i Tabell 6-3 og er utarbeidet av NVE i 2022 [10]. **Det er anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm på de beregnede vannstandene. Som en konservativ forutsetning i beregninger for 200-års flomvannstander i Vismunda og Moelva er det det benyttet en samtidig 200-årsflom i Mjøsa på kote 127,3 (inkludert 30 cm sikkerhetsmargin)**

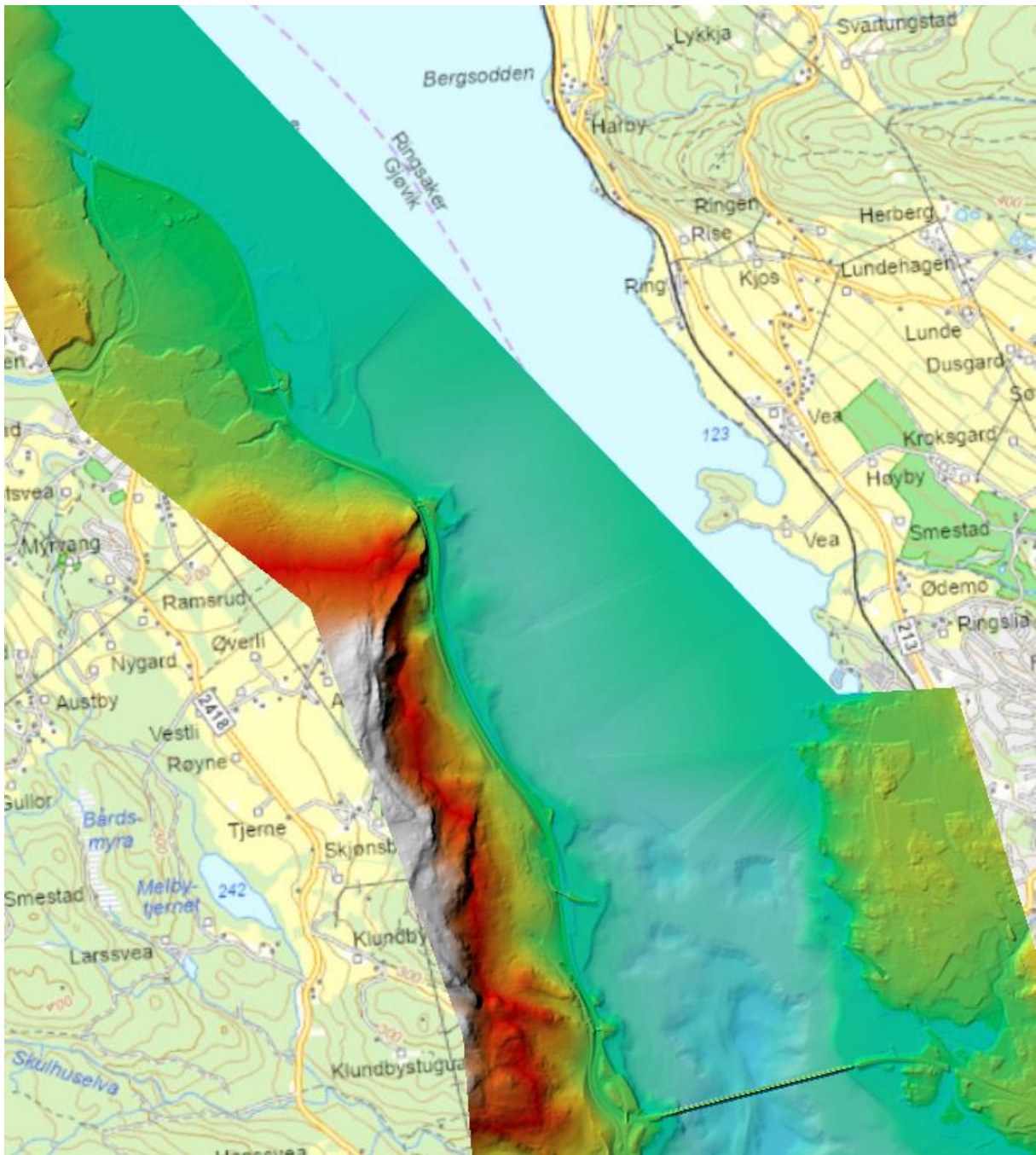
Tabell 6-3 Flomvannstander i Mjøsa (NVE,2022).

	H_M moh.	H_5 moh.	H_{10} moh.	H_{20} moh.	H_{50} moh.	H_{100} moh.	$H_{200}/$ moh.	H_{1000} moh.
Mjøsa, 2021	123,74	124,1	124,4	124,8	125,7	126,3	127,0	128,9

Flomsone i Mjøsa ved 200-årsflom (kote 127,3) inkludert sikkerhetsmargin er vist for de ulike veialternativene i *Figur 6-6* og *Figur 6-7*.



Figur 6-6 Flomsone ved veialternativ 1 i Mjøsa for 200-årsflom inkludert sikkerhetsmargin (127,3). Kilde: COWI AS



Figur 6-7 Flomsone ved veialternativ 2 i Mjøsa for 200-årsflom inkludert sikkerhetsmargin (127,3). Kilde: COWI AS

7 Hydraulisk modellering i Vismunda og Moelva

Det er benyttet den hydrauliske modellen HECRAS til beregninger av vannstander og vannhastigheter i Vismunda og Moelva. Beregningene danner grunnlag for dimensjonering av bruene og ny vei. Beregningene er basert på terrengmodell med oppløsning på 0,5*0,5m. Terrengmodellene som er utarbeidet fra flyscannede laserdata (LIDAR) gir generelt en god beskrivelse av terrenget på land, men elvebunnen blir ikke kartlagt på en god måte. Beregningene må derfor anses som noe grove og det finnes heller ingen data for kalibrering av modellene. Det er benyttet en 2-dimensjonal - beregning med Manning's n på 0,04 for begge vassdragene.

Vannstanden i Mjøsa vil ha stor betydning for beregningene og det er valgt å benytte en konservativ situasjon. Det er benyttet en samtidig 200-års flom i Vismunda/Moelva med 200-årsflom i Mjøsa (inkl. 30 cm sikkerhetsmargin). Dette er en hendelse som vil ha en betydelig høyere returperiode enn 200 år. Beregningene må av denne grunn anses som konservative.

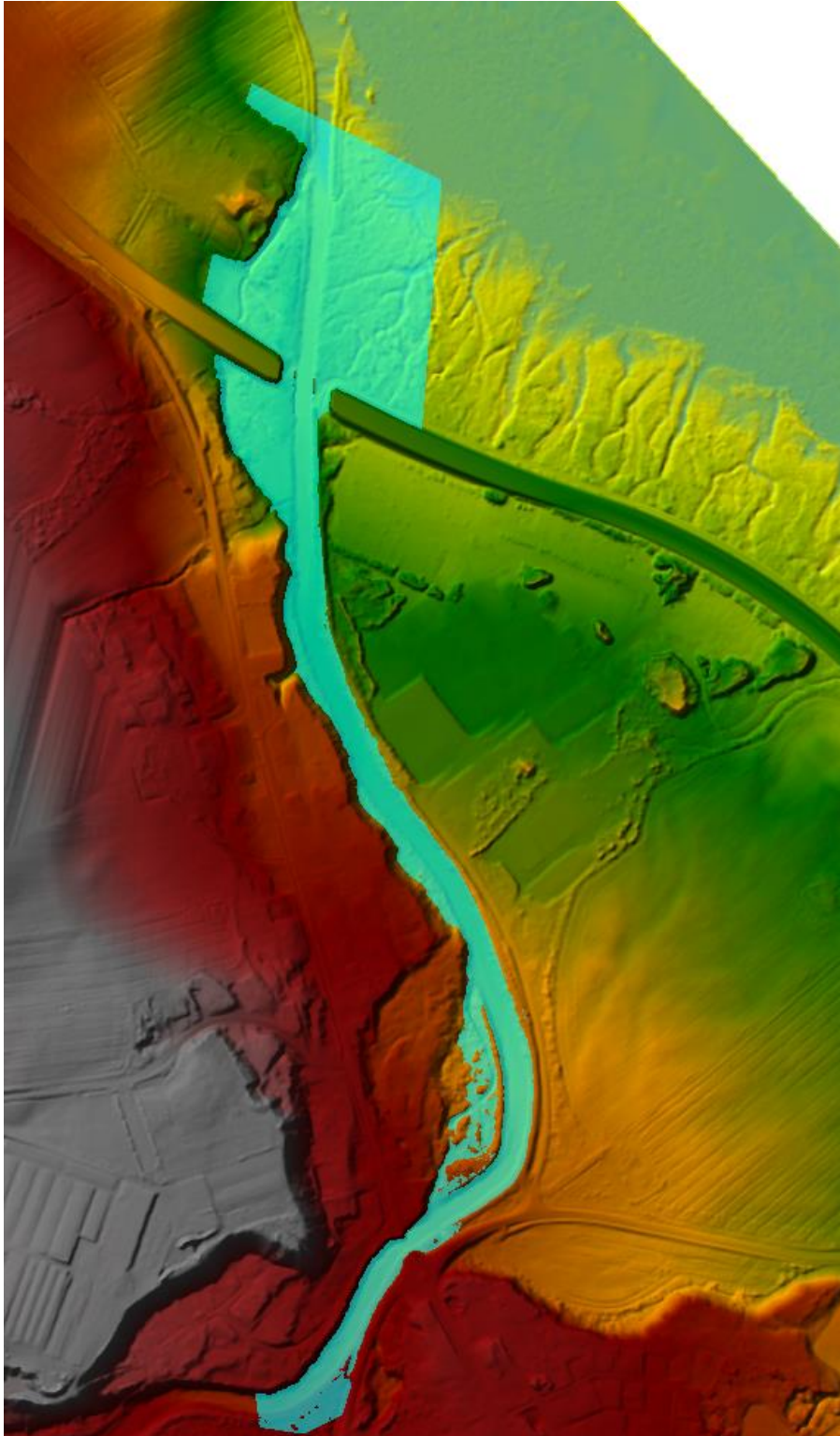
7.1 Vismunda

Ved kryssing med ny E6 over Vismunda er det planlagt en ny bru med betydelig større lysåpning enn eksisterende bru. Planlagt terreng under brua er ikke detaljprosjektert, og det bør utføres nye beregninger når dette foreligger samt en oppmåling av elveløpet oppstrøms og nedstrøms brua. Beregningene for eksisterende vei viser at store deler av E6 i dag ligger under kote 127,3. Ny E6 vil imidlertid heves slik at minst 2 felt ligger flomsikkert over kote 127,3.

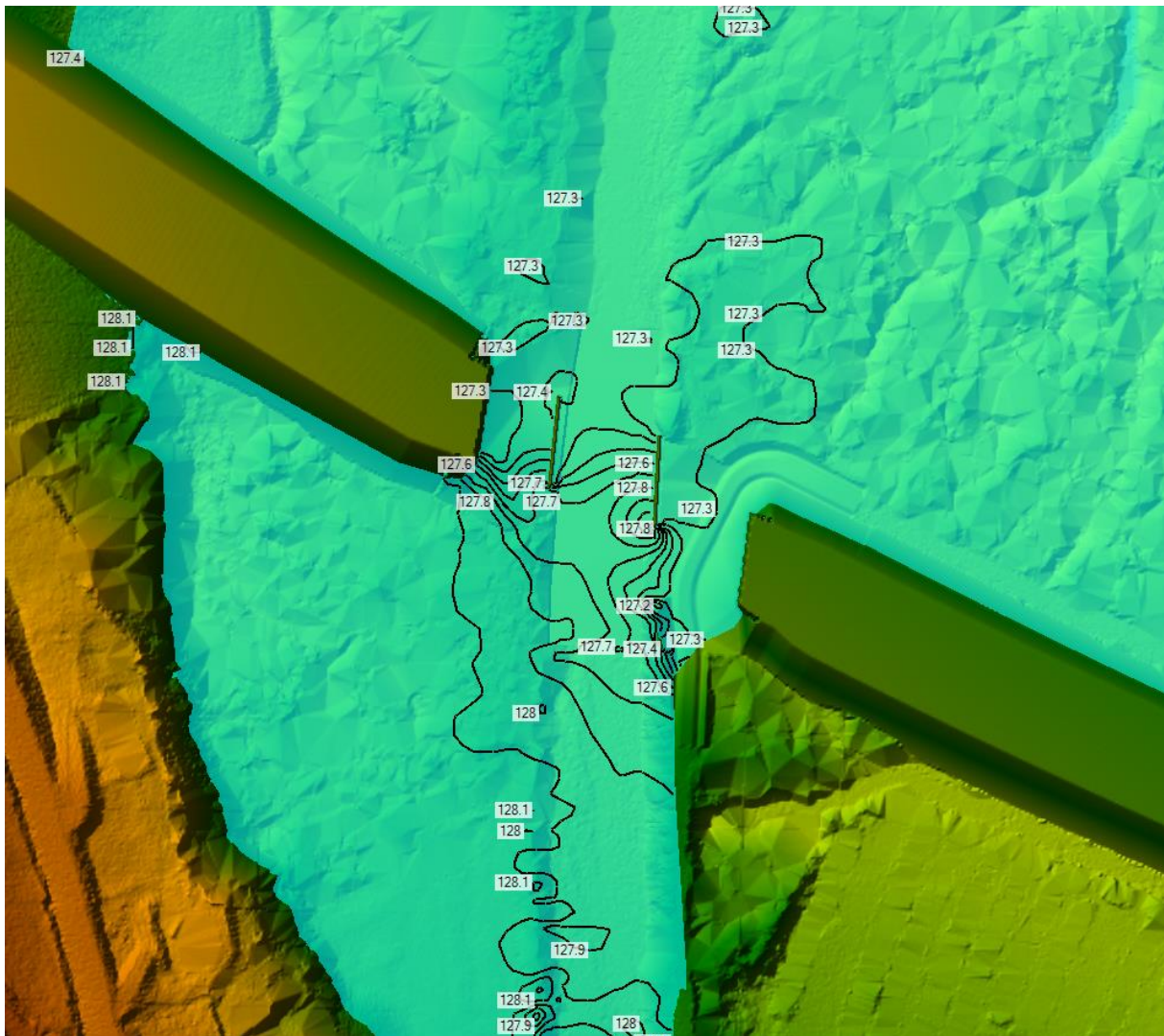
For dimensjonering av ny E6-bru er det forutsatt at alt flomvann ledes gjennom ny Vismunda bru som vist i *Figur 7-1* og *Figur 7-2*. Et tverrsnitt av brua med flomvannstand er vist i *Figur 7-3*. Høyeste flomvannstand rett oppstrøms bru blir da på kote 127,77. Med krav om 0,5 m fribord medfører dette en minimumshøyde for underkant bru på kote 128,27. Det er vurdert til at det ikke er behov for ytterligere sikkerhetsmargin på beregnede vannstander.

Det er en eldre flomvoll på østsiden, oppstrøms brua. Beregningene viser at denne muligens er for lav enkelte steder med 200-årsflom i Vismunda. Flomvann vil kunne renne over og mot E6 som vist i *Figur 7-4*. Høydegrunnlaget har stedvis stor usikkerhet langs flomvollen og den bør derfor måles opp nøyaktig. Det forutsettes at flomvollen utbedres eller at vollens høyder kontrollmåles for å sikre at vann ikke renner over mot E6. Beregningen har forutsatt en vannstand i Mjøsa på kote 124,1 (5-års flom) for å vise en mer reell situasjon hvor vann fra Mjøsa ikke renner inn i kulverter under E6 og fyller opp med vann på baksiden.

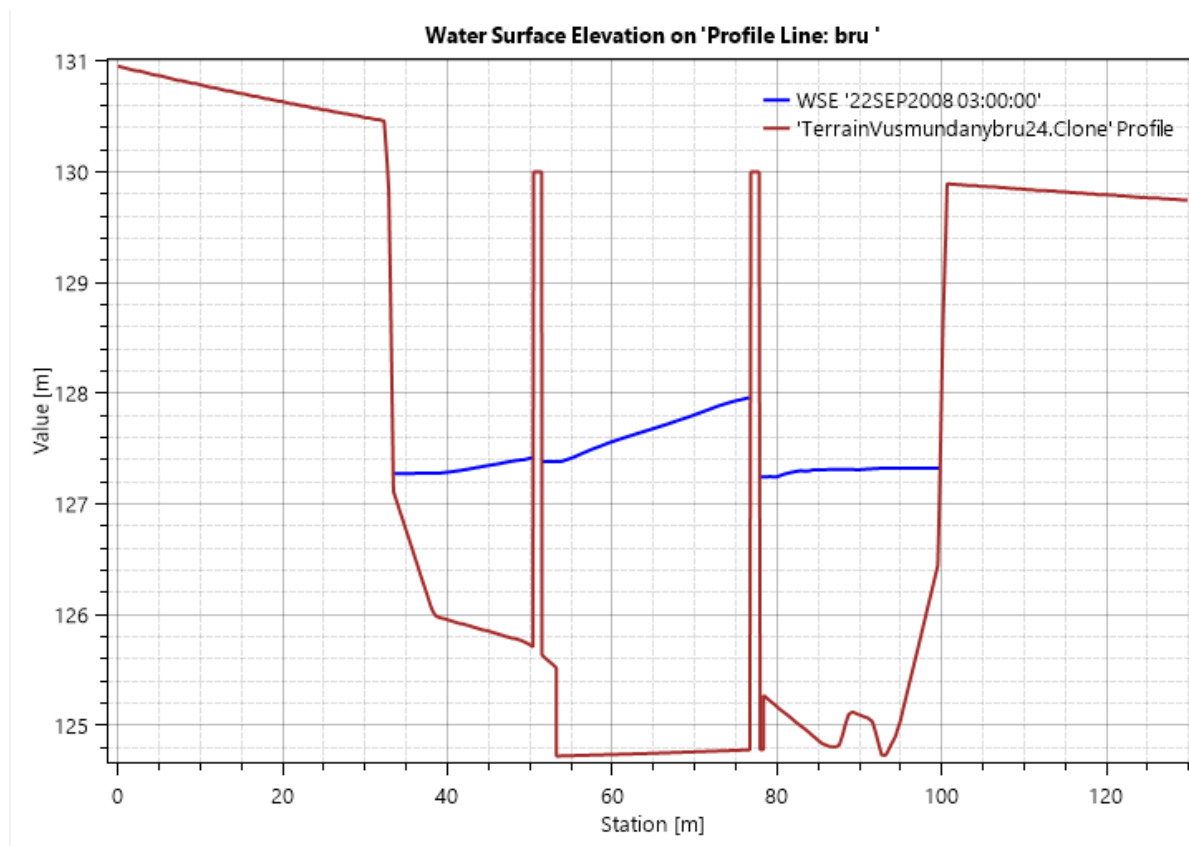
Bregnede vannhastigheter er valgt å vises ved en situasjon med lavere vannstand lik Q_5 i Mjøsa på kote 124,1. En lavere vannstand i Mjøsa medfører høyere vannhastigheter i Vismunda ved brua. Vannhastighetene er relativt høye i området og ligger for det meste mellom 4-5 m/s som vist i *Figur 7-5*. Erosjonsfaren vurderes til å være betydelig med slike vannhastigheter og må hensyntas under senere detaljprosjektering av ny bru.



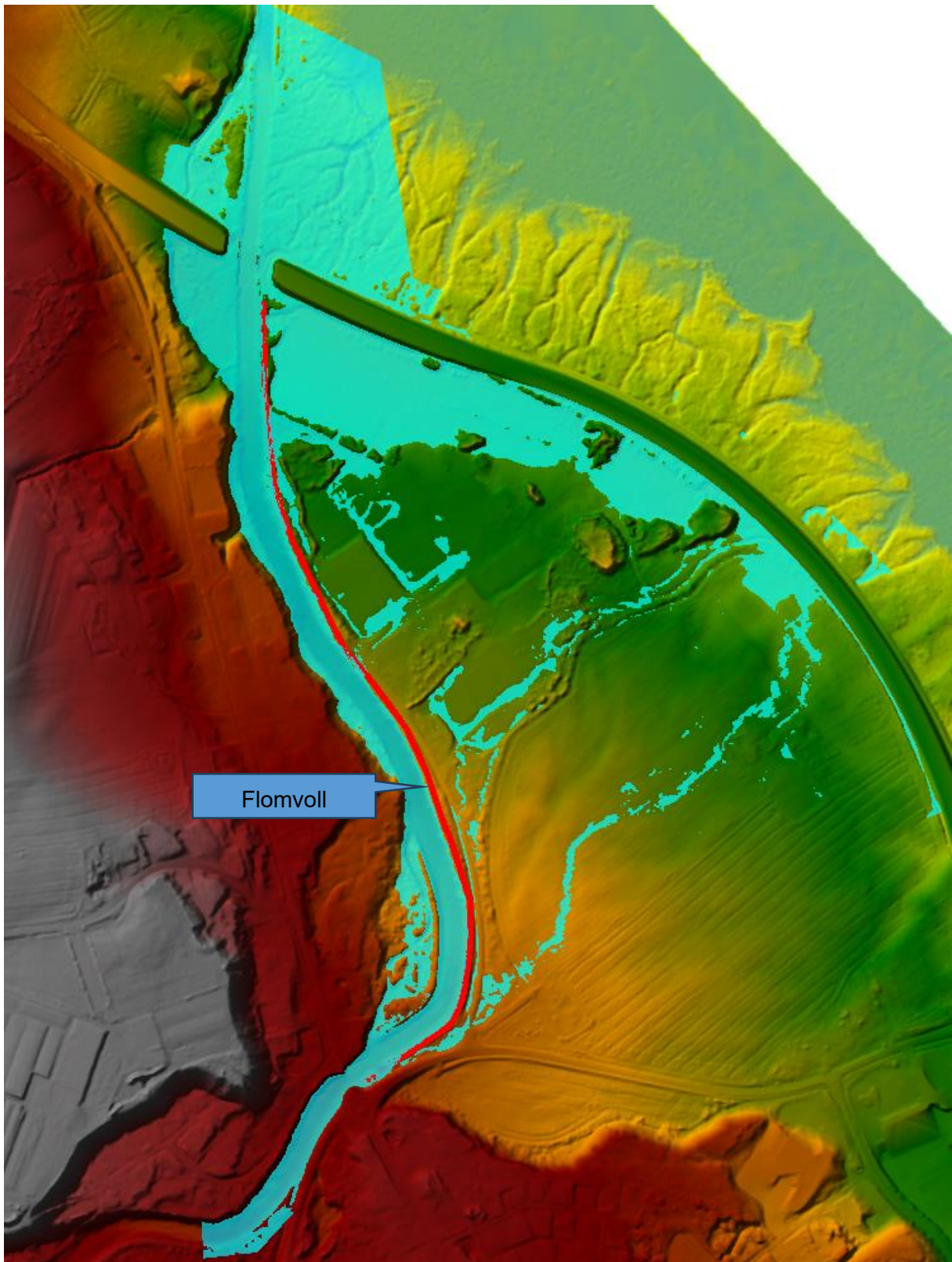
Figur 7-1 Flomsone i Vismunda med forutsetning om at flomvoll oppstrøms utbedres og samtidig 200-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (kote 127,3) Kilde: COWI AS



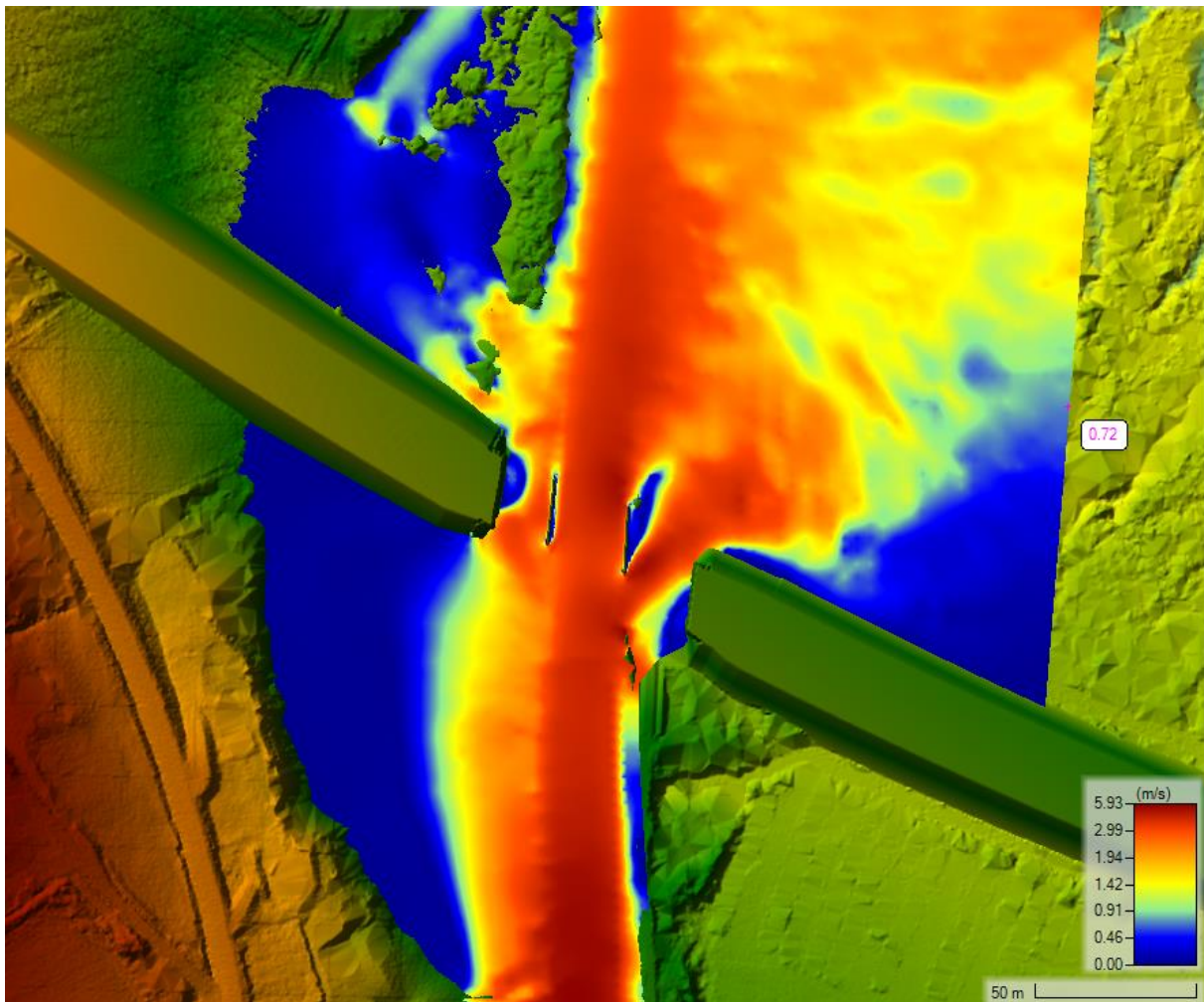
Figur 7-2 Flomsone i Vismunda ved ny bru med forutsetning om at flomvoll oppstrøms utbedres og samtidig 200-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (kote 127,3) Kilde: COWI AS



Figur 7-3 Flomvannstand ved Vismunda bru med forutsetning om at flomvoll oppstrøms utbedres og samtidig 200-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (kote 127,3) Kilde: COWI AS



Figur 7-4 Flomsone i Vismunda ved 200-årsflom med eksisterende flomvoll oppstrøms og samtidig 5-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (kote 124,1) Kilde: COWI AS



Figur 7-5 Beregnede vannhastigheter ved -200års flom med forutsetning om at flomvoll oppstrøms utbedres og samtidig 5-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (kote 124,1) Kilde: COWI AS

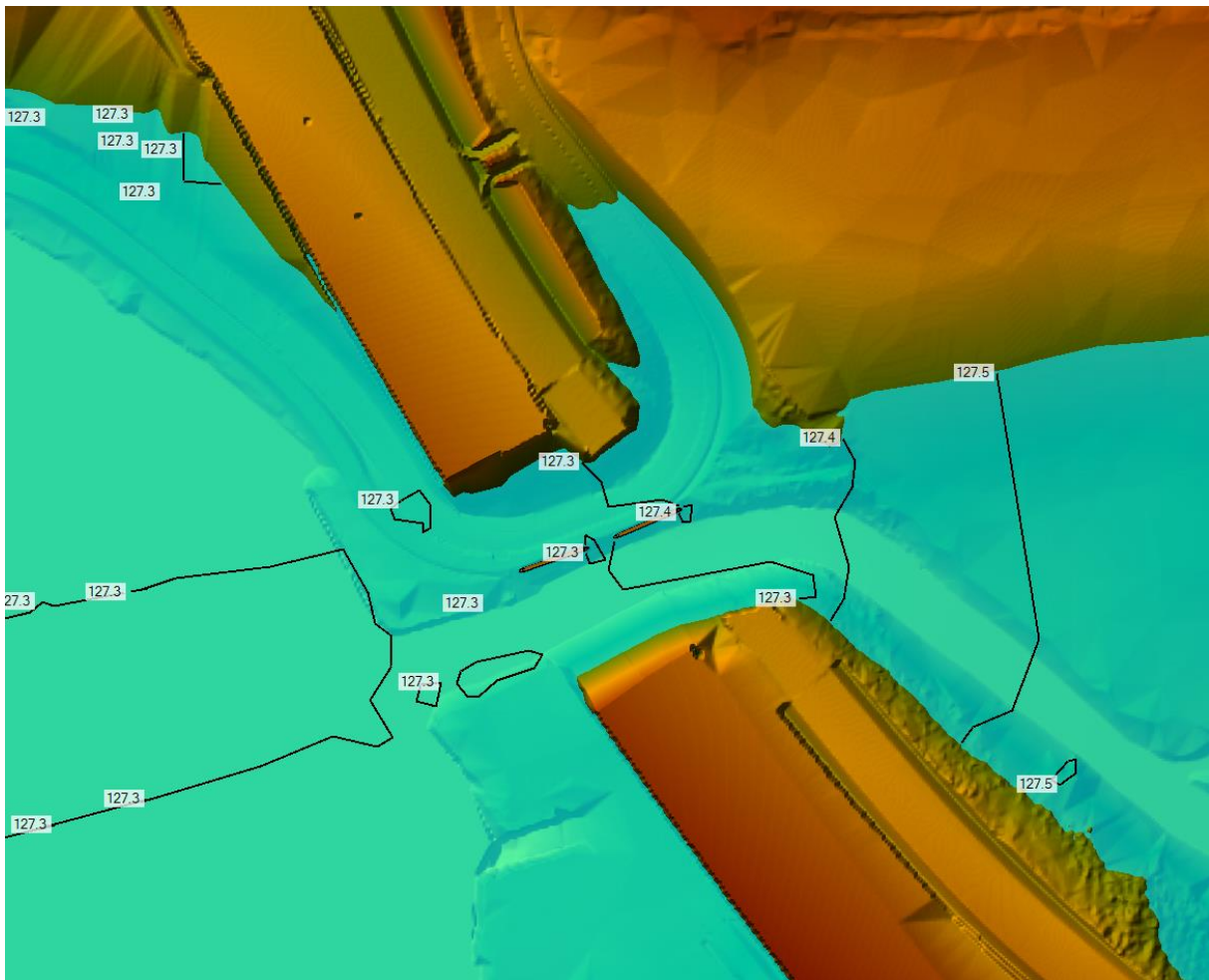
7.2 Moelva

Ved kryssing med ny E6 over Moelva er det planlagt en ny bru med noe større lysåpning enn eksisterende bru. Ny bru er planlagt like nedstrøms eksisterende bru. Planlagt terreng under brua er ikke detaljprosjektert/detaljert, og det bør utføres nye beregninger når dette foreligger sammen med en oppmåling av elveløpet oppstrøms og nedstrøms brua.

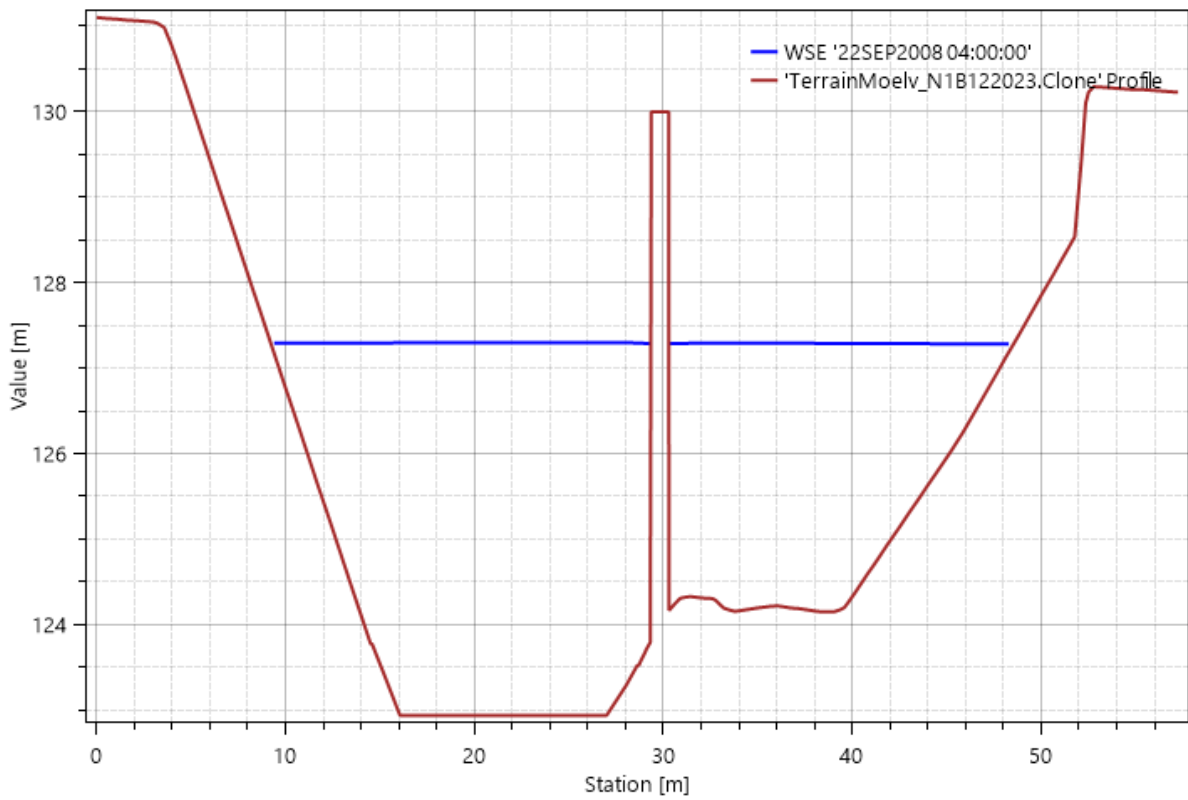
Det er benyttet en konservativ forutsetning om samtidig kulminasjon av flom i Moelva og Mjøsa. Høyeste flomvannstand rett oppstrøms ny bru blir på kote 127,33 mens vannstanden oppstrøms eksisterende bru blir på kote 127,42. Beregnet flomsone er vist i *Figur 7-6*. Et tverrsnitt av brua er vist i *Figur 7-7*. Med krav om 0,5 m fribord medfører dette en minimumshøyde for underkant ny bru på kote 127,83. Det er vurdert til at det ikke er behov for ytterligere sikkerhetsmargin på beregnede vannstander.

Det foreligger ikke data for kote på underkant av eksisterende bru og det er noe usikkert om flomvannstanden når brudekket. Ut fra ferdigbrutegning og dagens terreng er det antatt at underkant av bru ligger på ca. kote 128,28 og dermed flomsikkert.

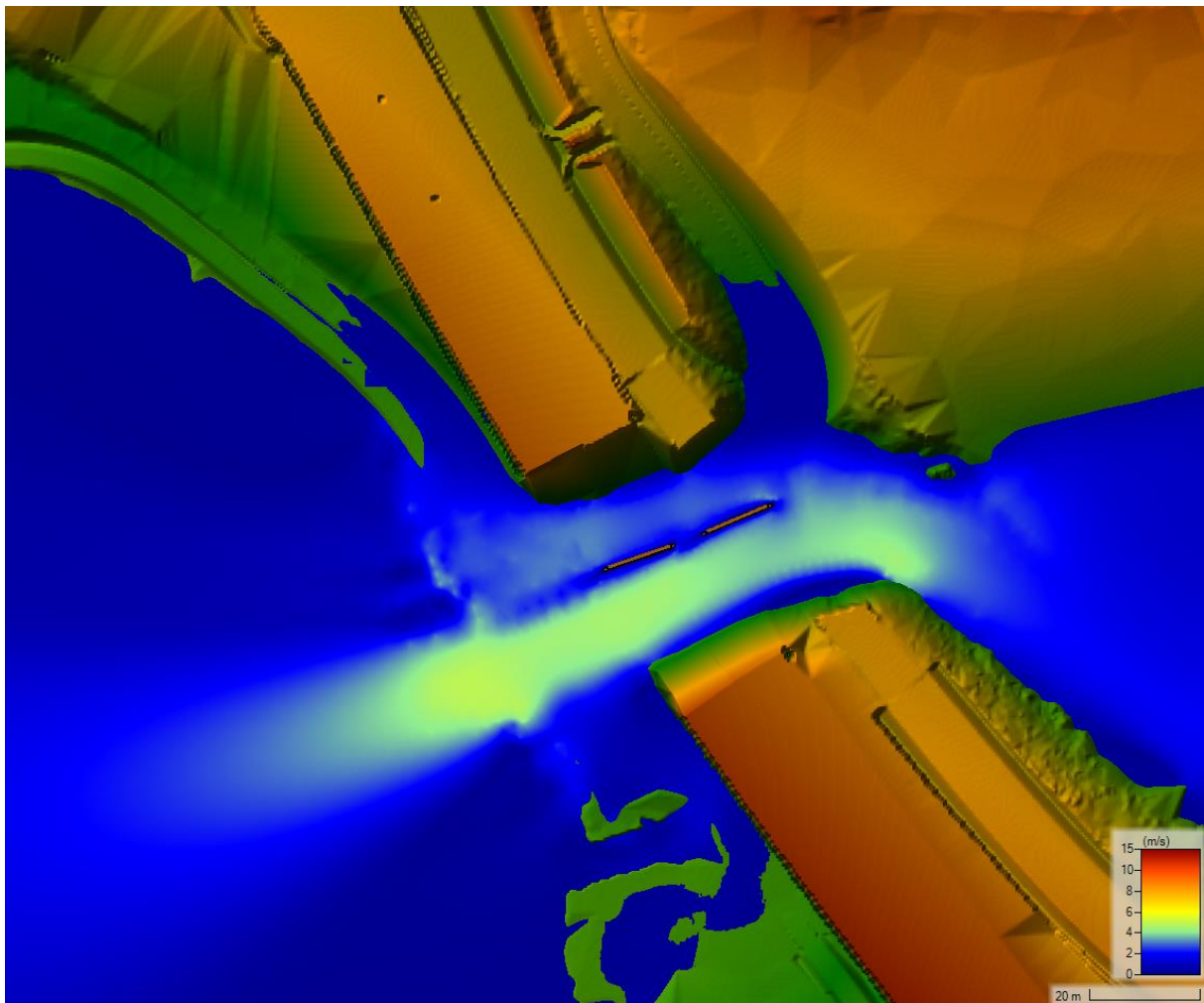
Beregnete vannhastigheter er valgt å vises ved en situasjon med lavere vannstand lik Q_5 i Mjøsa på kote 124,1. En lavere vannstand i Mjøsa medfører høyere vannhastigheter ved brua. Vannhastighetene er relativt høye i området og ligger for det meste mellom 4-5 m/s som vist i *Figur 7-8*. Erosjonsfaren vurderes til å være betydelig med slike vannhastigheter og må hensyntas under senere detaljprosjektering av ny bru.



Figur 7-6 Flomsone i Moelva og samtidig 200-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (kote 127,3) ved alternativ 1.
Kilde: COWI AS



Figur 7-7 Flomvannstand under Moelva bru og samtidig 200-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (127,3) ved alternativ 1. Kilde: COWI AS



Figur 7-8 Beregnede vannhastigheter ved 200års- flom og samtidig 5-års flom i Mjøsa inkludert usikkerhet (kote 124,1) ved alternativ 1. Kilde: COWI AS

8 Referanseliste

- [1] Statens Vegvesen – Vegnormal N200 Vegbygging (Digitale vegnormaler). Vegdirektoratet 2021.
 - [2] NVE–veileder for flomberegning, NVE veileder nr1/2022
 - [3] Statens Vegvesen – Håndbok V240, Vannhåndtering–Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering, Vegdirektoratet 2020.
 - [4] Statens Vegvesen – Håndbok N400, Bruprosjektering, (Digitale vegnormaler). Vegdirektoratet 2022.
 - [5] Sweco–Flomvurdering i Vismunda, Biri, 2021
 - [6] NVE– Lokal og regional flomfrekvensanalyse, Rapport 10/2020
 - [7] NVE–Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag,14/1997
 - [8] Direktoratet for Byggkvalitet – Byggteknisk forskrift (Tek 17) med veiledning, 2017
 - [9] NV34E6MR_VA_Drenering_RAP_Fagrapport VA_Drenering, 2024
 - [10] NVE–Flomberegning for Mjøsa/Vorma, NVE nr.4/2022.
-