



## Fagrappport hydrologi og VA

---

Flomfarevurdering og vannhåndtering -  
reguleringsplan E6 Skogheim – Fossum

PlanID: 2020001

Dokument ID: E6UV-VAA-RAP-001

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	28.09.20		TUPH	BNOR	MAMG
02	22.10.21	Endret planforslag	TUPH	BNOR	MAMG

### Kontaktpersoner til planarbeidet:

Nye Veier v/Arild Mathisen, tlf. 47752696

Nye Veier v/Jan Olav Sivertsen, tlf. 91546871

Informasjon om planarbeidet kan ses ved å gå inn på følgende hjemmesider:

Nye Veier AS: [www.nyeveier.no](http://www.nyeveier.no)

Rennebu kommune: [www.rennebu.kommune.no](http://www.rennebu.kommune.no)

### Forord

Nye Veier AS har utarbeidet forslag til detaljregulering for en delstrekning av ny E6 i Midtre Gauldal kommune i Trøndelag fylke. Planområdet strekker seg fra Skogheim til Fossum i Vindåsliene. Reguleringsplanen skal danne grunnlag for bygging av parsell av ny E6. Planforslaget er tilpasset pågående utbygging av E6 sør for planområdet, samt tilpasset del av E6 som er ferdigstilt gjennom Sokndal sentrum og over Vindåslibrua.

Nye Veier AS er tiltakshaver og konsulentfirmaet Rambøll er engasjert for å utarbeide planforslaget og konsekvensutredningen. Konsekvensutredningen er et vedlegg til planbeskrivelsen.

Nye Veier AS  
Tangen 76  
4608 Kristiansand  
Tlf.: +47 479 72 727  
[www.nyeveier.no](http://www.nyeveier.no)

Organisasjonsnummer: 915 488 099

## SAMMENDRAG

I forbindelse med arbeidet med reguleringsplan ny E6 Skogheim – Fossum, har Rambøll Norge AS fått i oppdrag fra Nye Veier å vurdere de hydrologiske forhold og konsekvenser generelt, og vannhåndtering spesielt.

Denne utredningen beskriver eksisterende forhold, plan for ny vei med hovedfokus på **beskrivelse av planlagte vannhåndteringstiltak og konsekvenser dette får i forhold til dagens avrenningssituasjon, samt tiltakets konsekvens for naturverdier og allmenne interesser.**

Innholdet i utredningen følger dokumentasjonskrav for reguleringsplan gitt i Statens vegvesen håndbok N200 for vannhåndtering (overvann og drenering) med unntak av kartlegging av forurensningskilder og vandringshindringer samt endring i grunnvannsnivå som ivaretas av andre fag. Videre følger den NVEs retningslinjer for flom og skredfare i arealplaner (2/2011).

Det viktigste målet med utredning av vannhåndtering er å sikre at etablering av ny hovedvei ikke medfører skader eller ulemper i vassdragene for allmenne eller private interesser, jf. Vannressursloven, vannforskriften og Laks og innlandsfiskeloven. Videre skal alle relevante myndighetskrav følges, herunder lover, forskrifter og Statens vegvesens håndbøker. De mest sentrale myndighetskrav knyttet til veibygging og vannhåndtering er gitt i Statens vegvesens håndbok N200, og for bruer N400. Videre er NVEs veileder for «*Flaum og skredfare i arealplaner*» sentral. Flomfare er utredet for alle elve- og bekkekryssinger.

Som bærende prinsipp skal hovedavrenningsforholdene ikke endres, eller flomfaren økes i området, eller nedstrøms (herunder kapasitetsproblemer), som følge av tiltakene. Dette medfører at bekker/elver med årssikker vannføring i utgangspunktet skal krysse ny vei der de ligger i dag, og ikke samles i større bekker som kan gi ulemper for blant annet nedstrøms kryssinger/bekkeløp. Etablering av ny vei vil imidlertid øke andelen tette flater, og dermed kunne øke den maksimale avrenning lokalt i en flomsituasjon. For nedbørfelt/avrenningsfelt over en viss størrelse (ca. 0,5 km<sup>2</sup>) vil dette kun ha konsekvenser lokalt ved utslippssted (krever erosjonssikring), men ikke for beregnet dimensjonerende flomtopp i elv/bekk som har langt større tilrennings-/konsentrasjons-tid.

For mindre nedbørfelt/vannveier vil imidlertid avrenning fra ny vei også kunne øke dimensjonerende flomtopp. Dersom dette medfører økt flomfare for nedstrøms kryssinger eller områder, skal overvann fra ny vei fordrøyes før påslipp. Det er ikke identifisert bekkekryssinger i planområdet som medfører økt flomfare på grunn av ny vei.

For hele planområdet er det tatt utgangspunkt i aktsomhetskart for flom fra NVE, samt alle registrerte vannveier og vannflater (FKB vanntema og ELVIS), samt eksisterende stikkrenner. Dernest er det utført en detaljert avrenningsanalyse for hele planområdet, før og etter tiltak. Det er også utført 1D/2D flomanalyse/vannlinjeberegninger for den største elva Ila, samt for bekkekryssinger ved profil 31900 Råa, 33670 Dørhammerberga/Bjørset, 35470 kryssing ved Vindåslibrua og ved Fossemsbrua.

Det er identifisert 9 kryssinger av ny E6, hvorav 2 av dem er kryssing av Ila (Vindåslibruabrua og Fossemsbrua). For alle bekker/elver er nedbørfeltene størrelse beregnet både ved bruk av NVEs NEVINA og Scalgo, samt kvalitetssikret ved gjennomgang av øvrige tilgjengelige data for vassdragene.

Nye E6 vil kunne lage en barriere for alle eksisterende vannveier. For å hindre dette, og sikre tilfredsstillende kapasiteter for alle kryssinger, er det utført analyser og beregninger av dimensjonerende 200-årsflom + klima- og sikkerhetsfaktor for alle elver/bekker og vannveier, samt forslag til stikkrenne/kulvert-dimensjoner med kapasitet til å ta unna 200-årsflom+klima. Det er benyttet flere metoder for beregning av flommer tilpasset nedbørfeltenes størrelse og karakteristika.

Ved Råa (p31900) skal planlagt E6 gå nær og parallelt med jernbanen. Dermed kommer planlagt fylling nær fyllingsfoten til jernbanen. **For å redusere flomfaren for eksisterende kulvert under jernbanen med utslipp til Ila, samt tilrettelegge for mulig fremtidig utskiftning/drift og vedlikehold, må bekken gå åpen et stykke mellom vei- og jernbanefylling.** Dagens jernbanekulvert har kapasitet til å ta unna en 200-årsflom i bekken, men får en liten oppstuvning på ca. 20 cm oppstrøms. Samme oppstuvning beregnes ved 200-årsflom i Ila. For å unngå økt fremtidig belastning må eksisterende vannveier i området ned til jernbanen beholdes, det vil si at **nedbørfeltet for Råa ned til jernbanen ikke skal økes etter utbygging.** Høyeste vann-nivå i jernbanekulvert er bestemt av 200-årsflom i Ila.

Basert på en helhetlig og tverrfaglig vurdering ved Dørhammerberga/Bjørset vil eksisterende bekk bli lagt noe om mot øst for å optimalisere løsningen sikre at den forblir åpen og under planlagt bru. Bekken skal også krysse under lokalvei oppstrøms via stikkrenne og under traktorvei nedstrøms via bokskulvert før samløp til Ila.

I bratte fjellskjæringer er det behov for utsprenging av fang-grøft for å unngå nedfall av stein og is. For bekkeløp må bekkens kastlengde også hensyntas, samt liten strekning for energidreping samt få kontroll på strømmingen før innløp stikkrenne. Fang-grøft-bredde er typisk 3,5 meter for 5 meter høye skjæringer. Forutsatt at stikkrenne starter ca 2,5 meter fra veikant, **anbefales det en ytterligere utsprenging av smal nedføringsrenne for bekker på minimum 3 meter og opp mot 10 meter avhengig av kastlengde.** Valg avhenger av størrelse på bekk samt kastlengde oppstrøms. Dette er gjeldende for Vindåsliin og bekk ved tunnelinnslag øst/P35180. **I detaljfasen må nødvendig breddeutvidelse av fjellskjæring for nedføringsrenne bekk velges basert på reel kastlengde (oppstrøms høyde på skjæring samt hastighet/vinkel) samt tilpasses størrelse på bekk.**

Vindåslibrua som krysser Ila skal utvides med ett kjørefelt mot øst. Dette betyr at eksisterende landkar vil utvides noe innover mot elveløpet samt en ekstra pilar. Vannlinjeberegningene viser imidlertid at utvidelsen av brua vil ha marginal effekt på 200-års-flomnivå, og det er tilfredsstillende klaring under bru. Beregnet vannhastighet ved dimensjonerende flom er imidlertid høy, hvilket krever god hydraulisk utforming og erosjonssikring av elveløp og konstruksjoner. **I detaljfasen må det utføres supplerende innmålinger av elvebunn og konstruksjoner (som bygget) og tilhørende vannlinje og hastighetsberegninger,** som grunnlag for endelig dimensjonering og design av flom- og erosjonssikring.

Det planlegges ny bru rett nedstrøms Fossemsbrua, hvor det også er en fredet eldre kraftstasjon på nordsiden av elvebredden. Flomsoneberegninger viser at kraftstasjonsbygget ligger så lavt ned mot elva at deler av bygget kommer innenfor dagens flomsone.

For ny bru rett nedstrøms Fossemsbrua er det to alternativer som er vurdert:

- 1) Bru med to pilarer hvorav den ene er plassert tett på elva.
- 2) Bru med mindre spenn og uten pilarer.

Basert på resultater fra vannlinjeberegninger vil begge bru-alternativene tilfredsstillende myndighetskrav for flomsikkerhet, men alternativet uten pilarer gir minst/ingen

påvirkning av flomforholdene. Alternativet med pilar gir litt høyere oppstuvning rett oppstrøms ny bru, men påvirker ikke flomforholdene hverken for eksisterende bru oppstrøms eller videre nedstrøms. Vannlinjeberegningene viser videre at det for 200-årshendelsen ikke er store endringer mellom dagens og fremtidig situasjon ved Fossemsbrua. Som forventet blir det en liten oppstuvning foran og under ny bru (med pilarer), som forplanter seg noe nedstrøms, blant annet ned mot kraftstasjonsbygget. Videre er det en marginal heving av vannstand helt nederst, da ny veifylling som ligger i eksisterende flomsone vil redusere det totale tilgjengelige flomtværssnitt noe. **Siden ny bru vil kunne heve 200-årsflomnivået noe forbi kraftverksbygget må det i detaljfasen gjennomføres en risikoanalyse i forhold til om eksisterende byggverk og byggegrunn er sikker. Hvis ikke må særskilte flom- og erosjonssikringstiltak utføres.** Videre må det i detaljfasen beregnes og designes nødvendig erosjonssikring av elveløp og nye brukonstruksjoner, samt særlig hensyntagen til eksisterende kryssende og overliggende rør-gate (frem til kraftstasjon).

For deponiområdet Bjørset er det gitt en overordnet oversikt over anbefalinger på løsning for vannhåndtering fra deponiet. Detaljer rundt deponiet samt rensing blir vurdert nærmere i detaljfasen i forbindelse med søknad om utslippstillatelse.

Det planlegges én tunnel for ny sidevei på ca. 830 m som går på fall/synk mot øst. Det er 4 ulike vanntyper som er aktuelle ved vannhåndtering av tunnel:

- Dagsonevann/overvann som har avrenning fra omkringliggende areal og inn til tunnelåpningen (minimaliseres).
- Tunnelvann fra tunneldriving i anleggsfasen.
- Drensvann er rent vann som lekker inn i tunnelen, inkludert grunnvann, og samles opp i underbygningen.
- Vaskevann fra tunnel, dvs. vann fra vask av selve tunnelen (veibane, vegger, tak, skilt etc.).

Aktuelt tiltak for rensing av forurenset vann i tunnel kan være å anlegge lukkede sedimenteringsbasseng og oljeutskiller før utslipp til resipient. Valg av tiltak og dimensjonering av denne vurderes nærmere i detaljprosjekteringen, og håndteres som del av utslippssøknaden.

Det er ikke kommunale vann- og avløpsanlegg i planområdet. Dette er bekreftet av Midtre Gauldal kommune. Eventuell forurensing av private vannverk er ivaretatt ved egen fagrappport.

**Dersom anbefalte tiltak knyttet til vannhåndtering beskrevet i denne fagrapport følges, mener vi at gjeldende myndighetskrav er innfridd. Tiltakene er planlagt slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser**

## Innhold

Sammendrag.....	3
1. Innledning og mål.....	11
1.1 Dagens situasjon .....	11
1.2 Beskrivelse av tiltaket.....	11
1.3 Planprogrammets krav/målsetting.....	12
1.4 Forutsetninger og avgrensninger av oppgaven.....	13
2. Myndighetskrav og metoder.....	14
2.1 Krav.....	14
<b>2.1.1 Krav til dokumentasjon .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 Krav til dimensjonerende flom .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.3 Krav til fri høyde over vassdrag for bruer/store kulverter (N400).....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.4 Behov for erosjonssikring .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.5 Krav til rensing av forurenset overvann fra vei .....</b>	<b>16</b>
2.2 Metoder .....	18
<b>2.2.1 Flomberegninger .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.2 Beregning av nødvendig stikkrenner/kulvert dimensjon .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3 Beregning av vannlinjer og flomsoneer .....</b>	<b>19</b>
3 Datagrunnlag.....	20
4 Planområde .....	21

4.1	Planområde med vannveier og flom aktsomhetsområder .....	21
<b>4.1.2</b>	<b>Aktsomhetskart elve- og bekkeflom</b> .....	22
<b>4.1.3</b>	<b>Avrenningsanalyse for eksisterende situasjon</b> .....	23
4.2	Eksisterende drenering i området.....	25
5	Kryssing av vannveier .....	28
5.1	Oversikt.....	28
5.2	Kryssing 1 – Bekk 4 (ID. fra vannmiljø) ved Råa (p31900) .....	30
<b>5.2.1</b>	<b>Eksisterende situasjon</b> .....	30
<b>5.2.2</b>	<b>Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering</b> .....	34
<b>5.2.3</b>	<b>Konsekvenser for avrenningssituasjon</b> .....	40
5.3	Kryssing 2 – Bekk 28 (ID. fra Vannmiljø) ved Dørhammerberga/Bjørset (p33670) ..	40
<b>5.3.1</b>	<b>Eksisterende situasjon</b> .....	40
<b>5.3.2</b>	<b>Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering</b> .....	43
<b>5.3.3</b>	<b>Konsekvenser for avrenningssituasjon</b> .....	48
5.4	Kryssing 3 – Tunnelinnslag vest (tunnelinnløp).....	49
<b>5.4.1</b>	<b>Eksisterende situasjon</b> .....	49
<b>5.4.2</b>	<b>Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering</b> .....	50
<b>5.4.3</b>	<b>Konsekvenser for avrenningssituasjon</b> .....	51
5.5	Kryssing 4 og 5 – Bekk ved Vindåsliin (p34770) og Vindåslibekken (p34850) (bekkid. 29 fra Vannmiljø) .....	53
<b>5.5.1</b>	<b>Eksisterende situasjon</b> .....	53
<b>5.5.2</b>	<b>Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering</b> .....	54
<b>5.5.3</b>	<b>Konsekvenser for avrenningssituasjon</b> .....	57
5.6	Kryssing 6 – Bekk 3 (ID. fra Vannmiljø) ved tunnelinnslag øst (p35180).....	58
<b>5.6.1</b>	<b>Eksisterende situasjon</b> .....	58
<b>5.6.2</b>	<b>Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering</b> .....	59
<b>5.6.3</b>	<b>Konsekvenser for avrenningssituasjon</b> .....	64
5.7	Kryssing 7 og 8 – Oppgradering av Vindåslibruabrua (p35470) (bekk 1 ID. fra Vannmiljø) og Kryssing av ny sidevei (bekk 2 ID. fra Vannmiljø).....	65
<b>5.7.1</b>	<b>Eksisterende situasjon</b> .....	65
<b>5.7.2</b>	<b>Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering</b> .....	67
<b>5.7.3</b>	<b>Konsekvenser for avrenningssituasjon</b> .....	74



5.8 Kryssing 9 – Ila-elv ved Fossemsbrua (bekk 1 ID. fra Vannmiljø) .....	76
<b>5.8.1 Eksisterende situasjon</b> .....	76
<b>5.8.2 Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering</b> .....	80
6 Konsekvenser for Bane NOR nedstrøms ny E6 .....	89
6.1 Vannveier og kryssing .....	89
6.2 Grunnvann .....	93
7 Veianlegg nær eller langs elva Ila .....	95
7.1 Veiprofil 33670 Dørhammerberga/Bjørset .....	95
<b>7.1.1 Eksisterende situasjon</b> .....	95
<b>7.1. Ny situasjon</b> .....	96
7.2 Veiprofil ca. 35000 .....	97
<b>7.2.1 Eksisterende situasjon</b> .....	97
<b>7.2.2 Ny situasjon</b> .....	98
7.3 Profil 35320 og fram til Vindåslibrua .....	99
<b>7.3.1 Eksisterende situasjon</b> .....	99
<b>7.3.2 Ny situasjon</b> .....	100
7.4 Langs ny lokalvei .....	101
<b>7.4.1 Eksisterende situasjon</b> .....	101
<b>7.4.2 Ny situasjon</b> .....	103
8 Massedeponi .....	104
8.1 Massedeponi BAA12 Bjørset .....	104
<b>8.1.1 Planlagt område</b> .....	105
<b>8.1.2 Planlagt bekkeomlegging</b> .....	106
8.2 Tiltak mot avrenning fra deponi - renseløsning .....	109
<b>8.2.1 Under anleggsfasen</b> .....	110
<b>8.2.2 Etter anleggsfasen</b> .....	113
9 Vannhåndtering og rensing av tunnel- og overvann .....	114
9.1 Generelt .....	114
9.2 Myndighetskrav .....	115
9.3 Tunnelvann .....	115
<b>9.3.1 Dagsonevann/overvann som har avrenning inn til tunnel</b> .....	115
<b>9.3.2 Tunneldrivevann</b> .....	116

<b>9.3.3 Drensvann</b> .....	118
<b>9.3.4 Rensing av vaskevann</b> .....	118
9.4 Dagsonearbeider og riggområder .....	118
<b>9.4.1 Planlegging av anleggsaktiviteter og vannhåndtering</b> .....	118
<b>9.4.2 Renseløsninger</b> .....	119
9.5 Overvann fra vei .....	120
10 Grunnvann .....	121
11 Eksisterende VA-anlegg .....	123
12 Referanser .....	124

## 1. INNLEDNING OG MÅL

### 1.1 *Dagens situasjon*

Planlagt trase for ny E6 følger Ila-vassdraget hovedsakelig på østsiden av elva, men krysser Ila ved Vindåslibrua i nord. I tillegg krysser oppgradering av Rv 6572 ved Fossemsbrua helt i nord.

Det er identifisert totalt 9 kryssinger av betydningsfulle vannveier (bekk eller elv). Det er henholdsvis 5 bekkkryssinger, 2 elvekryssinger samt 2 tunnellinislag som særlig må hensyntas med hensyn til naturfare og avrenningsforhold.

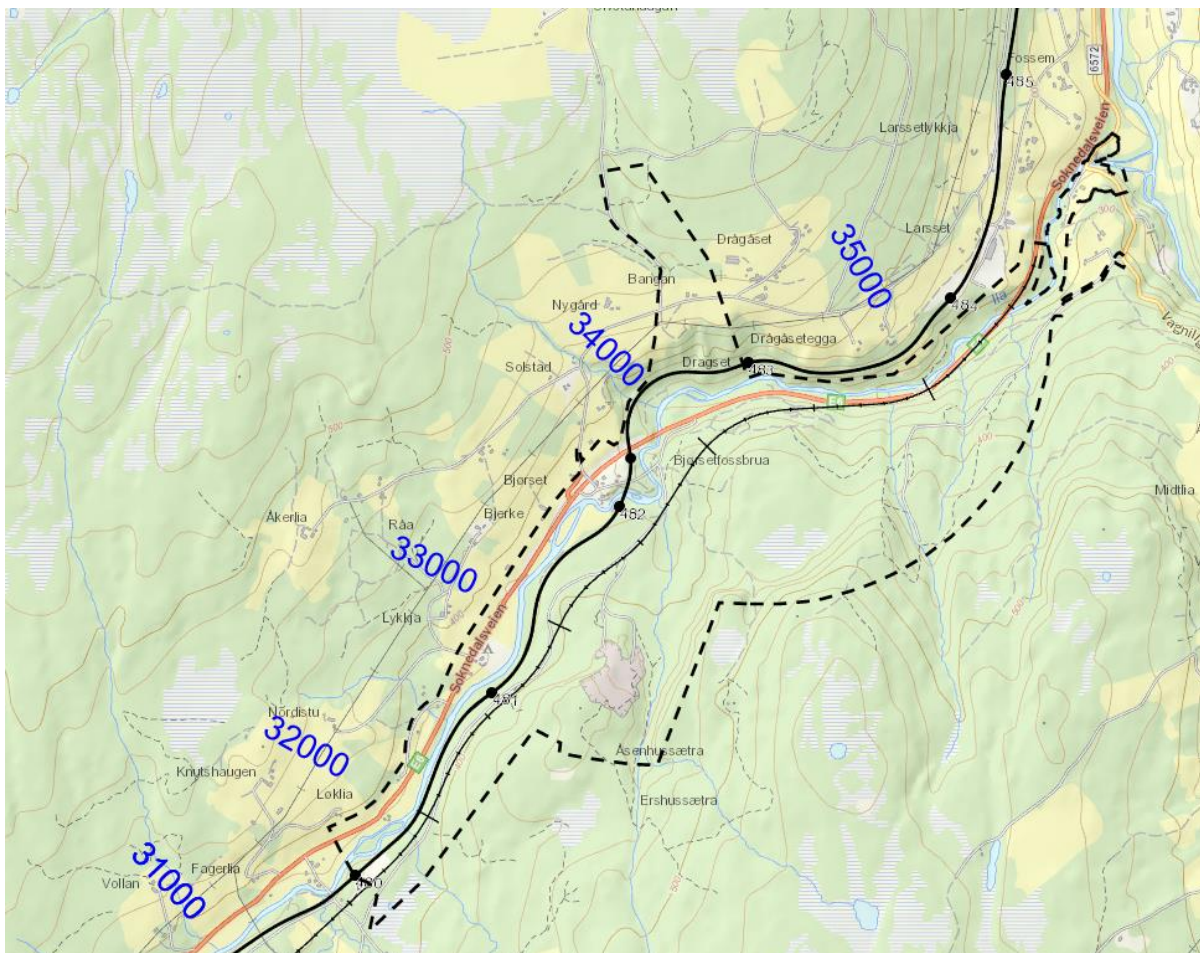
### 1.2 *Beskrivelse av tiltaket*

Planområdet omfatter et areal mellom Skogheim i sør og Fossum i nord, se avgrensning markert på figur 1. Innenfor plangrensen har strekning for ny E6 en total lengde på ca. 4 km. hvorav 3 km viker fra vedtatt reguleringsplan (planid: 2017006).

Nye Veier legger til grunn dimensjoneringsklasse H3 og H5 med fysisk midtdeler og gjennomgående forbikjøringsfelt i begge retninger. Fartsgrensen vil være 90 km/t på H5 og 110 km/t på H3. Veien er avkjørselsfri, og det er ikke lagt opp til kryss på strekningen. Lokalveier og landbruksveier beholdes i størst mulig grad som i dag, men landbruksveier/driftsadkomster vil bli lagt om noen steder hvor ny E6 avskjærer eksisterende landbruksveier. Dagens E6 vil omklassifiseres til fylkesvei og hvor ny E6 overlapper dagens E6 vil lokalveien gå i tunnel, ca. 750 lang. Lokalveien går parallelt med E6 nordgående, og har mulig påkjøring på E6 i Sokndal.

Ved Bjørset går E6 i bru over lokalvei og åpent bekkeføre. Dette vil også være mulig for vilt som kryssingsmulighet både under E6 og jernbanen. Det etableres en miljøtunnel ved Gullvåg camping som vil fungere som viltovergang der hvor mesteparten av viltet trekker i dag. Overgangen vil kun gå over E6.

Vindåslibruen har i dag 3 felt og skal derfor utvides til en 4-feltsbru.



Figur 1-1. Figuren viser varslet plangrense i stiplet linje over kart som både viser dagens E6 i oransje linje, ny E6 med tynn svart strek og jernbanen i uthevet svart strek. Tallene i blå farge langs linjen er profilnr. på ny prosjektert vei. (Rambøll, 2021).

Endringen i forhold til gjeldende reguleringsplan er at tunnel for E6 utgår, og at lokalvegen heller legges i tunnel. E6 vil derfor i langt større grad eksponeres i dalføret langs Ila-vassdraget i dette planforslaget enn i gjeldende reguleringsplan.

### 1.3 Planprogrammets krav/målsetting

I forbindelse med arbeidet med reguleringsplan skal Rambøll vurdere vannhåndtering samt bekke- og elvekryssing for ny E6 Skogheim – Fossum i Midtre Gauldal kommune. Denne rapporten tar for seg flomfarevurderinger og vannhåndtering, herunder hydrologiske og hydrauliske vurderinger og beregninger for bekke- og elvekryssing i planområdet.

#### ***1.4 Forutsetninger og avgrensninger av oppgaven***

Planområdet er avgrenset til strekningen mellom Skogvang og Fossemsbrua.

Rambøll har vurdert konsekvenser og anbefalt nødvendige avbøtende tiltak for å sikre at dagens vannveier opprettholdes og at tiltaket ikke medfører ulemper nedstrøms.

## 2. MYNDIGHETSKRAV OG METODER

### 2.1 Krav

De viktigste myndighetskrav og veiledninger knyttet til vassdrag, flom og overvannshåndtering er:

- Vannressursloven med vannforskrift
- Statens vegvesens håndbøker; N200 «Vegbygging» og N400 «Bruprojektering».
- Plan- og bygningsloven med byggt teknisk forskrift (TEK 17)
- NVEs retningslinjer og veiledere
- Bane NORs tekniske regelverk (for eventuelt nedstrøms effekter).

For erstatning eller bygging av ny bru er det primært Statens vegvesens håndbøker som angir krav i forbindelse med brubygging. For naturfare generelt, og flomfare spesielt, må også tiltaket tilfredsstille krav i vassdragsloven og byggt teknisk forskrift (TEK 17).

#### 2.1.1 Krav til dokumentasjon

Statens vegvesens håndbok N200 «Vegbygging» setter krav til dokumentasjon på reguleringsplannivå, i samsvar med tabell 2-1.

Tabell 2-1. Oversikt over dokumentasjonskrav for reguleringsplannivå (Statens vegvesens, 2018).

Tabell 402.1 Plan for overvannshåndtering og drenering på ulike plannivå

Tema	Konsekvens- utredning	Reguler- ingsplan	Prosjekt- ering
Kartlegging av feltgrenser, vannveger og flomveger i nedbørsfeltene	(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 vannveger	(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			

Denne fagrapporten omtaler alle forhold som skal gjennomføres i forbindelse med reguleringsplan unntatt 3 tema som ivaretas av andre fag. Kartlegging av vandringshindringer for fauna er ivaretatt av i KU natrumangfold, men der eventuelt fiskevandring skal hensyntas så ivaretas det av hydrologi/VA i detaljfasen ved å utforme vandringsvennlige løsninger for stikkrenner/kulverter. Eventuelle vandringsveier for småvilt ivaretas av Miljø.

### **2.1.2 Krav til dimensjonerende flom**

Basert på myndighetskravene, og spesielt håndbok N200 vedrørende valg av dimensjonerende flom for veibygging, settes dimensjonerende flom til følgende:

$Q_{DIM, \text{bekker}} = Q_{200} + 44 \% \text{ klima- og usikkerhetspåslag}$

$Q_{DIM, \text{mindre felt med konsentrasjonstid under 1 time}} = Q_{200} + 50 \% \text{ klimapåslag.}$

Dette er basert på et klimapåslag på 20 % (Sør-Trøndelag) og en sikkerhetsfaktor på 1,2 som gjelder for sikkerhetsklasse vei V3 (ÅDT >4000). Returperiode på 200 år er basert på sikkerhetsklasse V3. For små felt med konsentrasjonstid under 1 time følger vi gjeldende anbefaling fra Norsk klimaservicesenter på 50 % (<https://klimaservicesenter.no/kss/laermer/klimapaslag>).

Bane NORs tekniske regelverk har tilsvarende krav for sine anlegg hvor det legges til grunn 200 års gjentaksintervall med et påslag i form av et klimapåslag.

### **2.1.3 Krav til fri høyde over vassdrag for bruer/store kulverter (N400)**

Med bru menes også nedfylte konstruksjoner som kulverter og rør med spennvidde eller diameter på 2,5 meter eller mer. Det er planlagt tre bruer i planområdet (en utvides) og ingen kulverter større enn 2 m i diameter.

Fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minst 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-års flom.

### **2.1.4 Behov for erosjonssikring**

Behovet for erosjonssikring vurderes for følgende tilfeller:

- Langs vannveier og flomveier
- For alle hydrauliske tiltak
- For arealer tilknyttet vei og eventuell tredjepart i området

Det forutsettes erosjonssikring med stein. Dimensjonerende steinstørrelse for erosjonssikring skal ta hensyn til vannhastighet, steinmaterialets spesifikke tetthet og underlagets stabilitet.

Ved bruk av erosjonssikring med andre metoder skal sikringseffekten dokumenteres. Det skal erosjonssikres der erosjon kan medføre skade på veien eller tredjepart. Med erosjonssikring menes her sikringslag av stein og eventuelt filterlag over eksisterende underlag. Avslutning av sikring oppstrøms og nedstrøms skal utformes slik at det ikke oppstår erosjonsskader.

Under detaljfasen vil erosjonssikring av elve- og bekkekryssingene bli vurdert, blant annet basert på hastighets/dybdeberegninger og befaring/observasjoner. Når endelig løsning på kryssingene er bestemt og vannlinjeberegninger er utført, er det viktig å gjøre en grundig vurdering av erosjonssikringstiltak av konstruksjonene samt elver/bekker.

### **2.1.5 Krav til rensing av forurenset overvann fra vei**

I henhold til N200 tabell 403.2 vil veier med trafikk (ÅDT) mellom 3 000 – 30 000 ha middels – høy sannsynlighet for biologiske effekter i vannforekomsten, jf. Tabell 2-2. Vannforekomstens sårbarhet (lav, middels og høy) er avgjørende. Rensetiltak skal benyttes hvis vannforekomsten har middels eller høy sårbarhet. Dagens E6 har ÅDT over 5 000. Sårbarhetsanalysen utført av Rambøll Miljø (Møller Gabrielsen, 2020) viser at Ila og sidevassdragene har middels til høy sårbarhet. Veivann blir derfor ført til planlagte vei- og infiltrasjonsgrøfter (såkalt trinn 1-rensing) med terskler. Dette vil også utgjøre en ekstra barriere ved ulykker, for eksempel velt av tankbiler.



Tabell 2-2. Risiko for biologisk skade i vannforekomst og behov for rensertiltak. Kilde: N200.

Trafikk (ÅDT)	Biologisk påvirkning	Behov for rensertiltak
< 3 000	Lav sannsynlighet for biologiske effekter i vannforekomsten.	Ikke rensertiltak, avrenning over vegskulder og infiltrasjon i grunnen.
3 000 – 30 000	Middels – høy sannsynlighet for biologiske effekter i vannforekomsten. Vannforekomstens sårbarhet ( <i>lav, middels, høy</i> ) er avgjørende.	Rensertiltak skal benyttes hvis vannforekomsten har <i>middels</i> eller <i>høy</i> sårbarhet. Ved vannforekomster med <i>høy</i> sårbarhet og hvor ÅDT > 15 000 bør rensertiltaket minimum bestå av to trinn.
> 30 000	Høy sannsynlighet for biologiske effekter i vannforekomsten.	Rensertiltak skal benyttes, også ved utslipp til kystvann. Rensertiltak bør minimum bestå av to trinn.

## 2.2 Metoder

### 2.2.1 Flomberegninger

Metoder brukt i flomberegning er anbefalt i NVE-veilederen 7/2015 «*Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*». Statens vegvesens håndbok N200 «*Vegbygging*» er også lagt til grunn for flomberegningene.

#### Delnedbørfelt og avrenningsanalyser, samt aktsomhetskart for overvannsflo

For detaljerte avrennings- og flomanalyser er det benyttet verktøyet Scalgo Live. Scalgo benyttes blant annet for beregning av vann- og flomveier, samt risikokartlegging av overvannsflo.

#### Dimensjonering av overvannsmengder for delnedbørfelt under 0,5 km<sup>2</sup>

For små felt (under 0,5 km<sup>2</sup>) brukes det rasjonell formel ved beregning av dimensjonerende 200-årshendelse. Klimapåslag er 50 %.

IVF-kurve for Sunndalsøra er benyttet.

#### Dimensjonering av bekkeflo for delnedbørfelt mellom 0,5-50 km<sup>2</sup> (små vassdrag).

For felt mellom 0,5-50 km<sup>2</sup> er det benyttet både rasjonell formel, formelverk for små felt (NVE, 2015) og PQRUT ved beregning av dimensjonerende 200-årshendelse. Områder med stor andel myr er det valgt å bruke medianverdi i formelverk for små felt, da PQRUT ikke er representativt. Klimapåslag er 44 %.

#### Dimensjonerende elveflo for felt større enn 50 km<sup>2</sup> (store vassdrag).

Her benyttes data fra vannføringsmålere i samme eller nærliggende vassdrag hvis tilgjengelig, eventuelt regionale formler for flomberegninger (Regional flomfrekvensanalyse, RFFA-2018).

Basert på faglig skjønn og en samlet vurdering av alle de ulike beregningsmetoder, velges det estimatet som antas å være mest representativt for aktuelt felt.

### **2.2.2 Beregning av nødvendig stikkrenner/kulvert dimensjon**

Det er planlagt tiltak på vannveier. Der vannveiene krysser planlagt vei etableres det blant annet stikkrenne/kulvert med god innløpsutforming og med vingemur.

Nomogrammet Headwater depth for concrete pipe culverts with inlet control (for rørkulvert) og Headwater depth for box culverts with inlet control (for bokskulvert) ble brukt for dimensjonering og design av kulvertene. Valgt dimensjonerende kriterium er HW/D (vannstand/kulvertstørrelser) settes lik 1,0. Det vil si at oppstrøms vanddybde ikke skal bli større enn kulvertens/rørets høyde, samt at det da er en reservekapasitet på ca. 20 % før røret fylles.

Rørstørrelser er avrundet oppover til praktiske rørstørrelser som finnes i markedet.

For områder der veifyllingen har en betydelig høyde, kan det tillates oppstuvning slik at HW/D for eksempel settes lik 1,2 (vannet stuves opp 1,2 ganger rørets dimensjon). Røret vil da ikke lenger ha reservekapasitet. Hvis det benyttes høyere HW/D enn 1,0 skal det benyttes tett sikring opp til beregnet Hw + en sikkerhetsmargin på  $0,1 \cdot \text{diameter}$  til røret. Tett sikring beskriver tiltak som hindrer skader på fyllingen som følge av vanninntrengning eller erosjon.

### **2.2.3 Beregning av vannlinjer og flomsone**

Den hydrauliske bekkemodellen HEC-RAS 5.0.7 er benyttet for vannlinjeberegninger i elveløp og bru, samt for resulterende flomsone. HEC-RAS er en anerkjent 1D/2D programvare som beregner vannlinjer under ulike hydrauliske forhold og har spesielle funksjoner for å beregne effekt av blant annet bruer og kulverter.

Terreng-, bekke- og elveprofiler er basert på observasjoner under befaring og laserscan data (høydedata).

### 3 DATAGRUNNLAG

Grunnlagsdata som er benyttet er vist i tabell3-1.

Tabell 3-1. Grunnlagsdata benyttet i prosjektet.

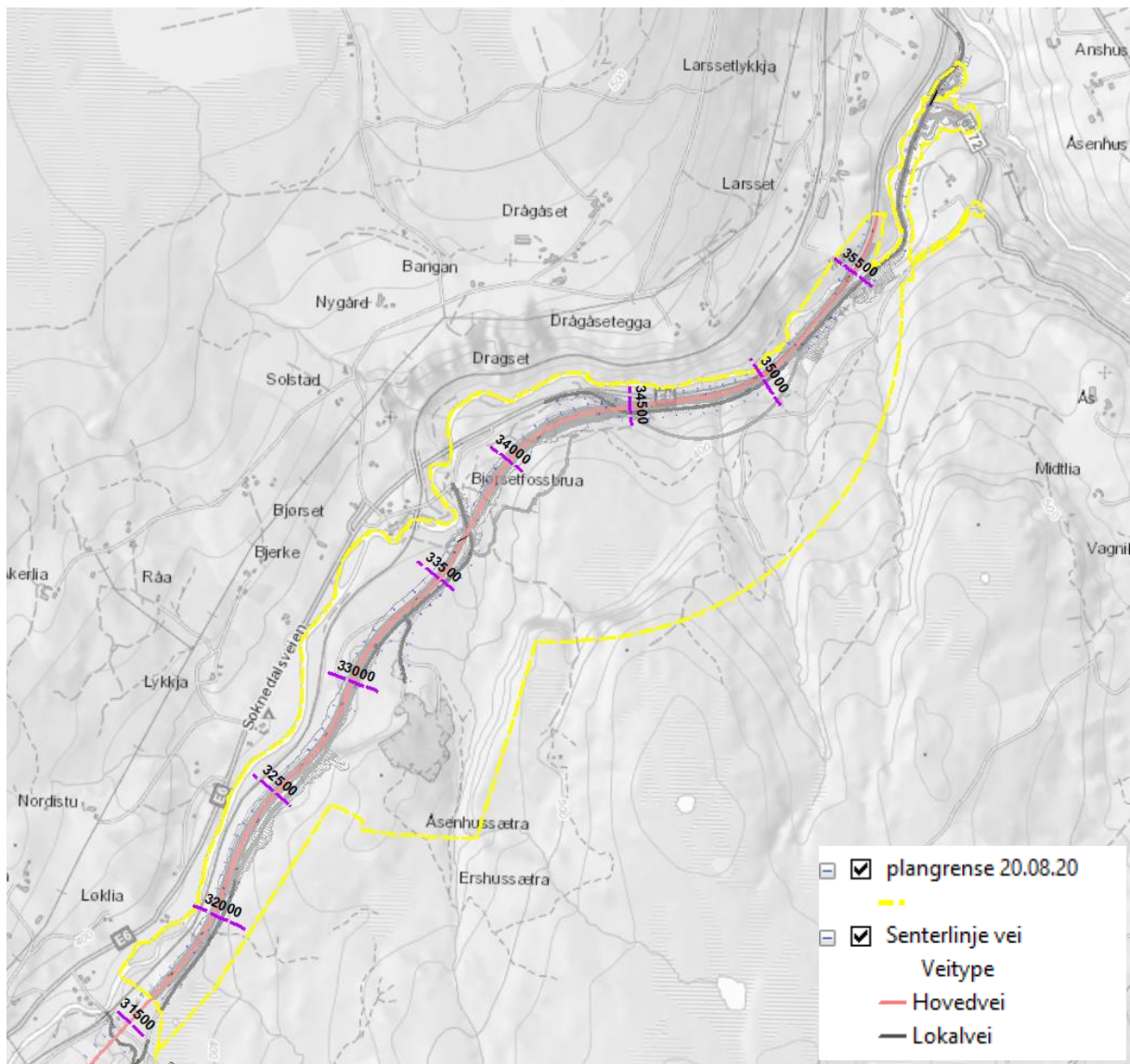
Datatype	Format	Kilde/kommentarer
Høydedata	Laserscan	Høydedata, prosjekter innenfor kartutsnittet er følgende (data i NN2000 og UTM sone 32):  <input checked="" type="checkbox"/> NDH Midtre Gauldal 2pkt 2015 📄 Prosjektnr LACH0001 Oppdragsgiver Kartverket Dekningsnummer 11254 Laserstandard 10 Flyfirma COWI AS Leverandør Cowi Type Laser Prioritet 1 Koordinatsystem Euref89 UTM32 Høydesystem NN2000 Objektkatalog FKB-Laser 2.0 Bestilt punktetthet 2 Årstall 2015 Dato 08.07.2016 Prosjektrapport <a href="#">Last ned</a> Oppløsning 0.5 Dato opprettet 13.06.2017 Dato endret 10.07.2017 Tilgang Åpen
Planområdet	DWG	Rambøll Norge AS
Konstruksjonstegninger	DWG	Rambøll Norge AS
Vei- og LARK-plan	DWG og LANDXML	Rambøll Norge AS

Ifølge rapport for laserskanningen ble datainnsamlingen foretatt under gode værforhold (skyfritt og lite vind) og resultatet av datainnsamlingen var tilfredsstillende. Det antas at vannføringen i bekken var lav på det tidspunktet skanningen ble utført.

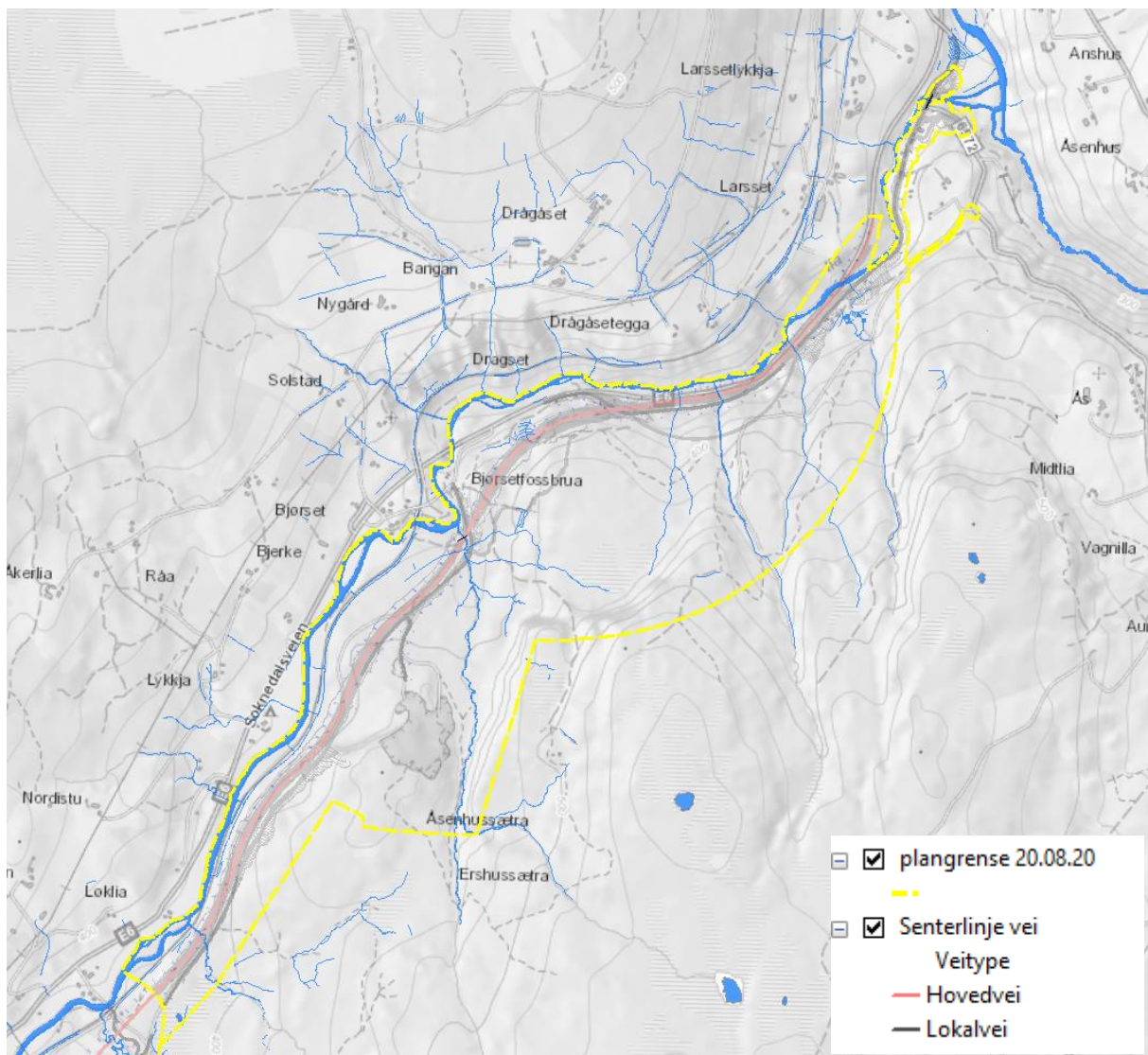
## 4 PLANOMRÅDE

### 4.1 Planområde med vannveier og flom aktsomhetsområder

Ny E6 skal etableres i Midtre Gauldal kommune. Figur 4-1 viser planområdet og Figur 4-2 viser planområdet med eksisterende FKB vanntema og siste versjonen av veiplanen (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg datert 01.06.2021).



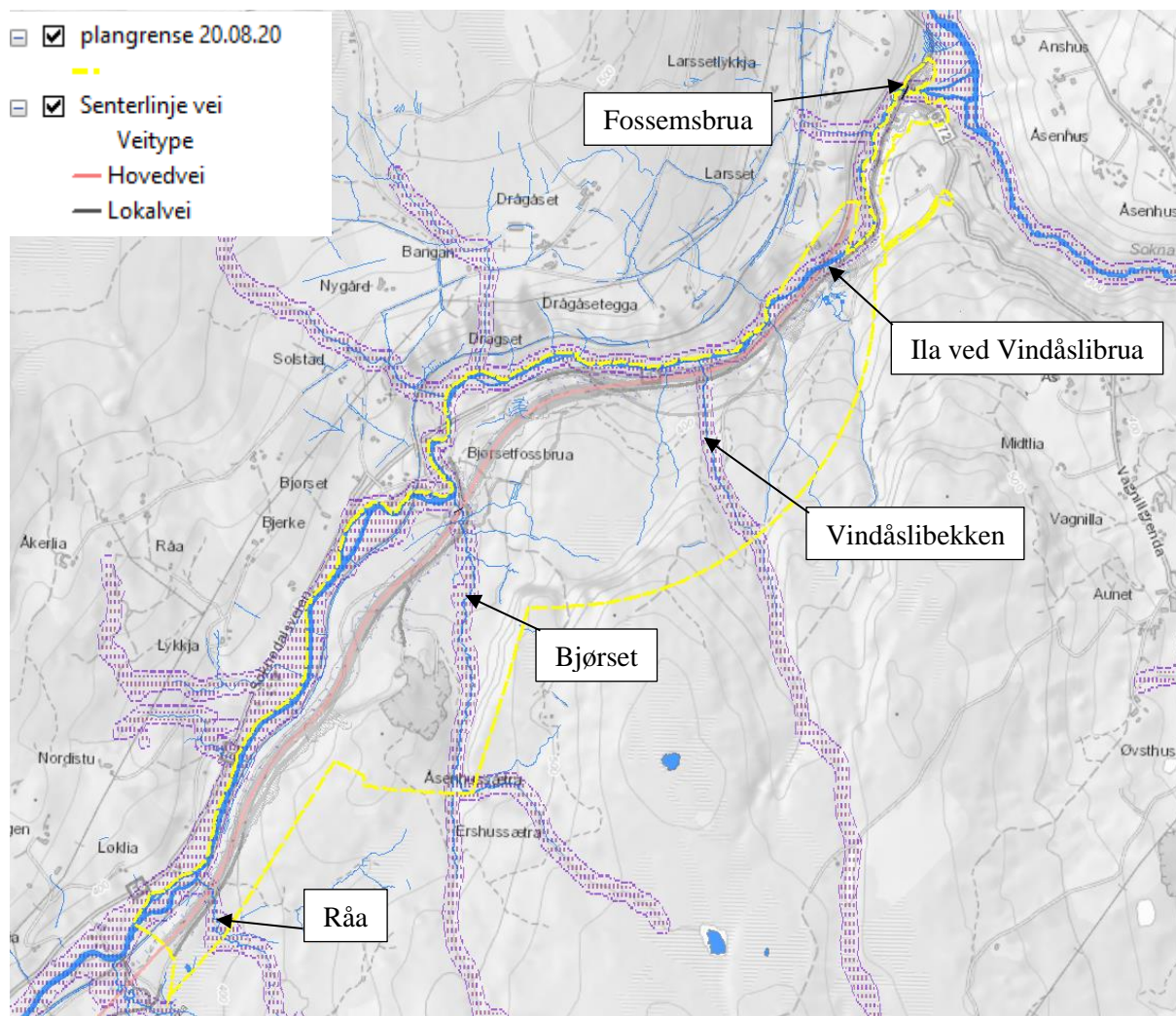
Figur 4-1. Plangrense og planlagt ny vei med profilnummer.



Figur 4-2. Oversiktskart over planområdet med eksisterende vanntema i blått (FKB flate og linje, kontrollert mot ELVIS/wms).

#### 4.1.2 Aktsomhetskart elve- og bekkeflom

Aktsomhetskartet gir en indikasjon på hvilke arealer som kan være utsatt for flomfare, og dermed hvor flomfaren bør vurderes nærmere. Figur 4-3 viser NVEs aktsomhetskart for elve- og bekkeflom. Arealer som kan være utsatt for flomfare gjelder spesielt kryssingen av bekk ved Råa, bekk ved Bjørset/Dørhammerberga, Vindåslibekken, Ila elva ved Larshus (eks. Vindåslibrua) og Fossemsbrua.

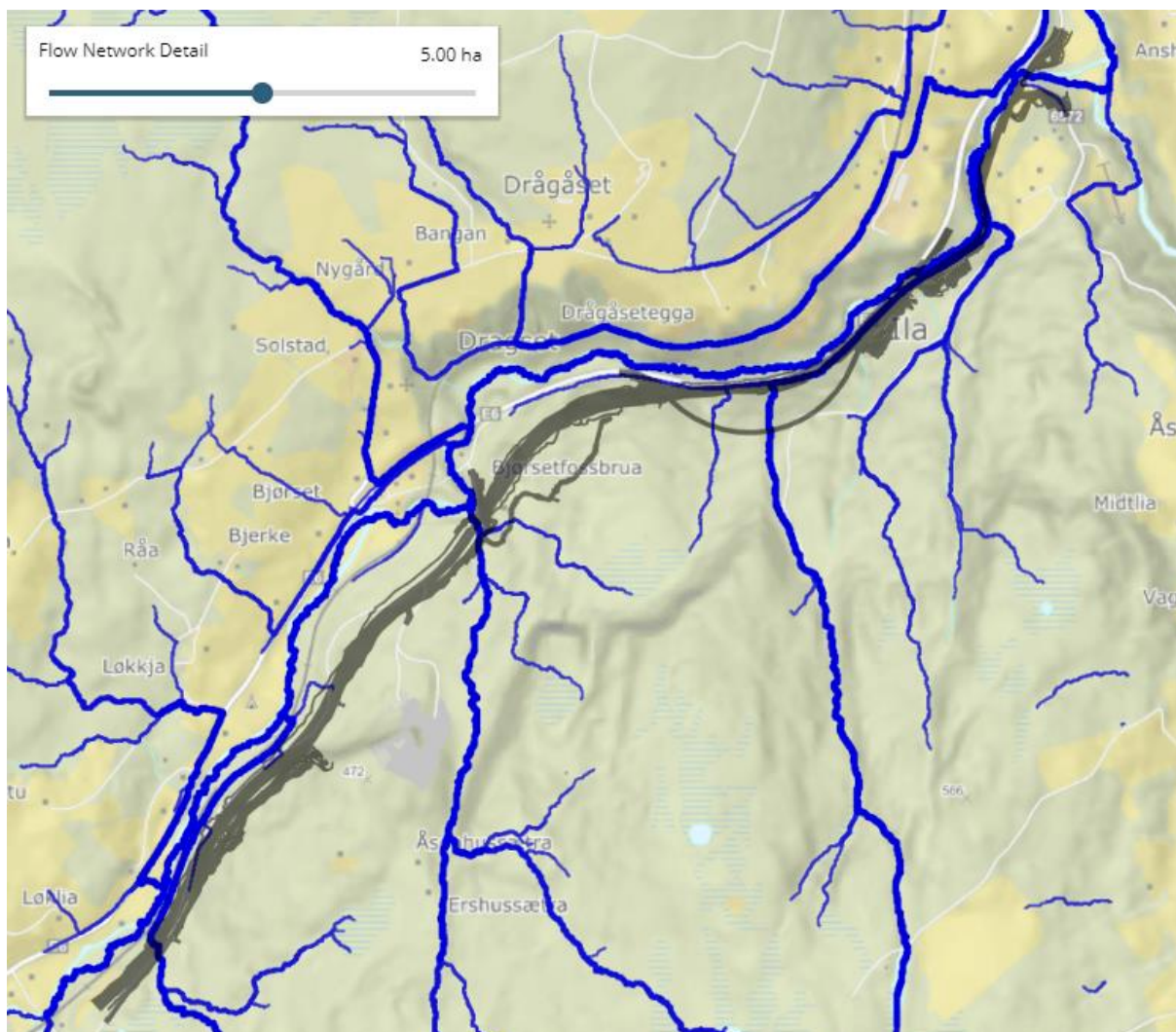


Figur 4-3. NVEs aktsomhetskart for elve- og bekkeflom i planområdet med eksisterende vannlinjer/-veier (FKB vanntema og Elvenett/ELVIS).

#### 4.1.3 Avrenningsanalyse for eksisterende situasjon

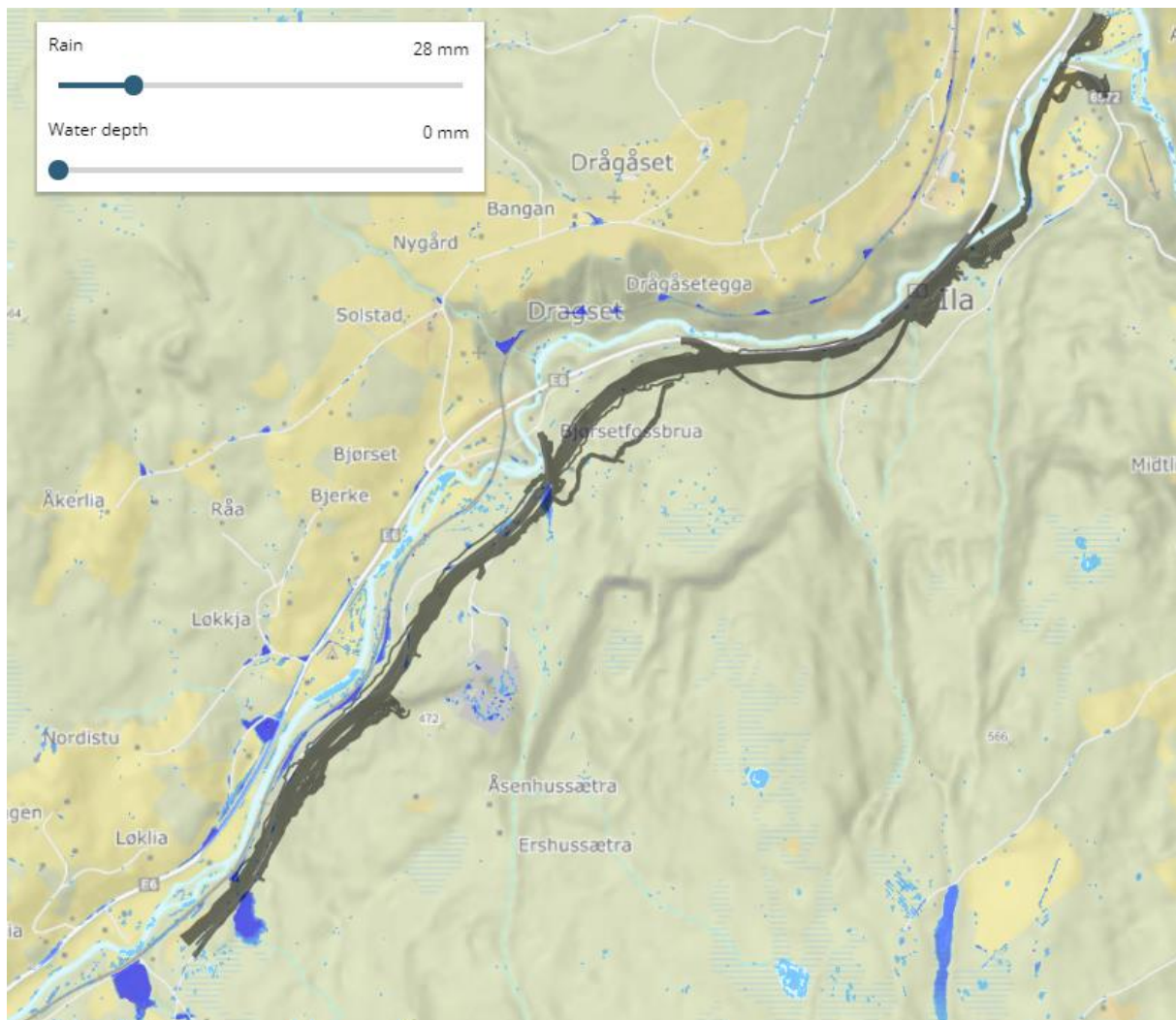
Det er utført en detaljert avrenningsanalyse i Scalgo for hele planområdet, samt aktsomhetsanalyse for overvannflom for en gitt dimensjonerende nedbørhendelse (fylling av forsengkninger).

Figur 4-4 viser avrenningsmønster for eksisterende situasjon (avrenningslinjer med tilsigsareal over 5 ha). Figur 4-5 viser aktsomhetskart for en 200-års regnhendelse i 3 timer (28 mm).



Figur 4-4. Avrenningsanalyse med eksisterende flomveier oppå bakken. (NB Uten eksisterende stikkrenner innlagt i analysen). Planlagt veiplan er skissert inn.

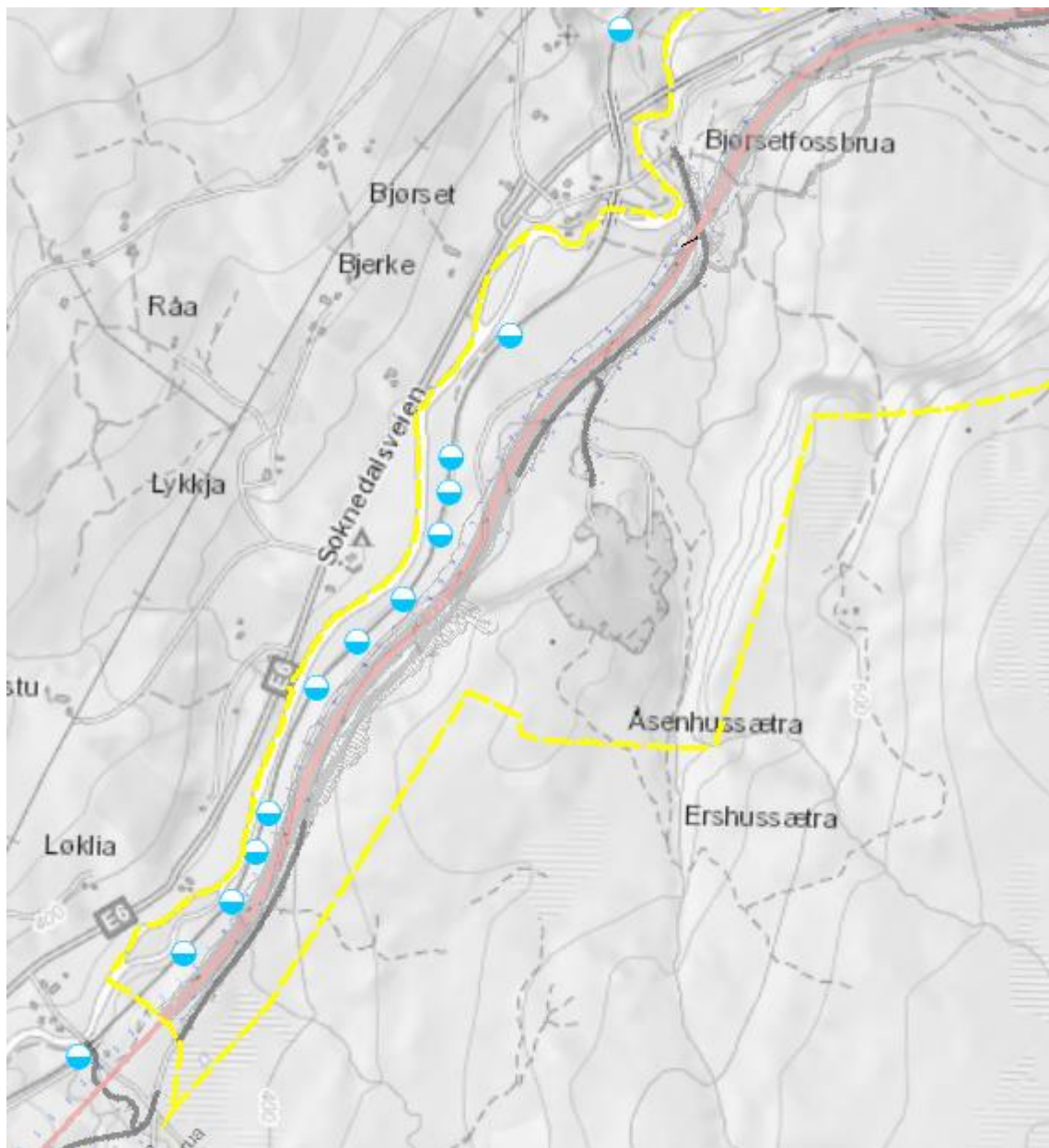




Figur 4-5. Aktsomhetskart for beregnede forsenkninger/potensielle flomfareområder for en dimensjonerende 200 års nedbørhendelse. (NB Uten eksisterende stikkrenner innlagt i analysen). Planlagt veiplan er skissert inn.

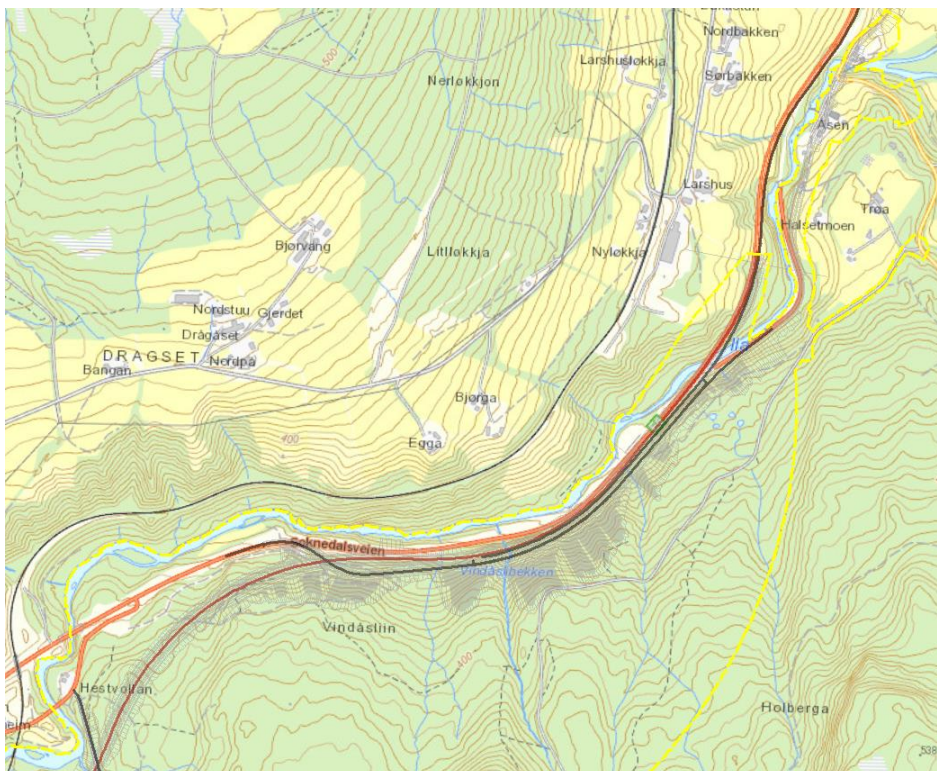
#### 4.2 Eksisterende drenering i området

Det er innhentet data fra eksisterende kryssende stikkrenner under jernbane (Bane NOR) og eksisterende hovedvei (Statens vegvesen), jf. Figur 4-6 og Figur 4-7. Det er viktig at eksisterende kryssinger og stikkrenner ikke påvirkes negativt av planlagt ny vei. Det betyr blant annet at planlagt drenering for nye E6 ikke må øke spissbelastningen nedstrøms eksisterende systemer, eventuelt at det ikke øker belastningen utover systemenes kapasitet.



Figur 4-6. Eksisterende nedstrøms stikkrenner under jernbanen (kilde Bane NOR).

Figur 4-7 viser Statens vegvesens registrerte stikkrenner/kulverter for eksisterende E6 som ligger langs planlagt E6. Det er ikke funnet eller innhentet data for stikkrenner/kulverter for eksisterende sidevei langs planlagt E6.



Figur 4-7. Oversikt over Statens vegvesens eksisterende stikkrenner/kulverter i planområdet (øverst, kilde: Vegkart.no), samt tilsvarende utsnitt som viser planlagt ny veitrase (nederst).

## 5 KRYSSING AV VANNVEIER

Rambøll har analysert og beregnet kryssing av vannveier langs planlagt ny E6.

Etablering av ny vei vil medføre at små vannveier samles å ledes til nye stikkledninger for kryssing av ny vei. Større vannveier/bekker med årssikker vannføring beholdes og krysser ny vei i stikkrenne/kulvert eller under bru. For områder der det er planlagt lavbrekk på veien er det spesielt viktig å få anlagt stikkrenne/kulvert. I det etterfølgende er det først gitt en oversikt over alle kryssinger med hovedresultater, deretter blir hver kryssing gjennomgått i detalj.

### 5.1 Oversikt

Kryssingenes ID er det samme som veiens profilnummer, basert på veimodell («E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg datert 01.06.2021»). Tabell 5-1 viser de viktigste resultatene fra beregningene, med dimensjonerende flomvannføring og nødvendig diameter for stikkrenner/kulverter. Figur 5-1 gir en geografisk oversikt over kryssinger av vannveier/bekker/elver.

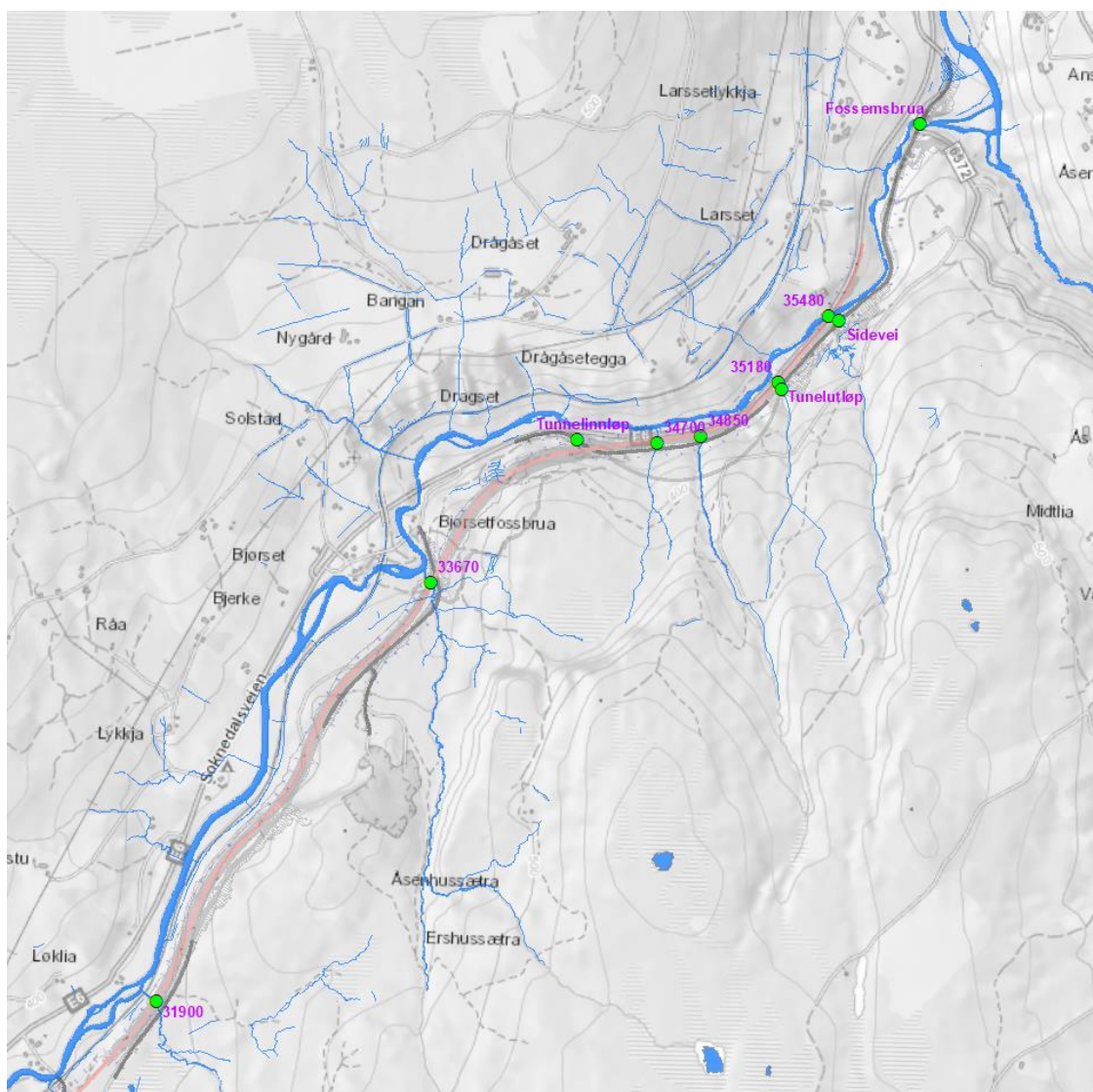
Det er identifisert totalt 9 kryssinger av betydningsfulle vannveier (bekk eller elv). Det er henholdsvis 5 bekkekryssinger, 2 elvekryssinger samt 2 tunnellinislag som særlig må hensyntas, se tabell 5-1 og figur 5-1.

Det anbefales å ha supplerende befaringer og innmålinger for disse bekkekryssingene i en senere detaljfase i prosjektet for å verifisere dataene som er estimert fra kart og høydedata.

Tabell 5-1. Oversikt over kryssinger av vannveier/bekker og elver i planområdet.

Profil bekkekryssing	IDnr. fra Vannmiljø	Navn	Areal	Vannføring Q200 inkl klima- og sikkerhetsfaktor	Stikkrenne/kulvert dimensjon
			(km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(mm)
1. p31900	4	Råa*	2,4	4,8	1800
2. p33670	28	Dørhammerberga/Bjørset	3,1	6,7	2000 og bru
3.	-	Tunnelinnslag vest	0,006	0,1	400
4. p34700	-	Vindåsliin	0,4	2,1	1200
5. p34850	29	Vindåslibekken	2,0	4,5	1800
6. p35180	3	Tunnelinnslag øst	0,5	2,8	1400
7. p35470	1	Vindåslibrua	146	169	Bru
8.	2	Sidevei	0,45	1,8	1200
9.	1	Fossemsbrua	147	170	Bru

\* Kryssing nær Bane NORs eksisterende kulvert.

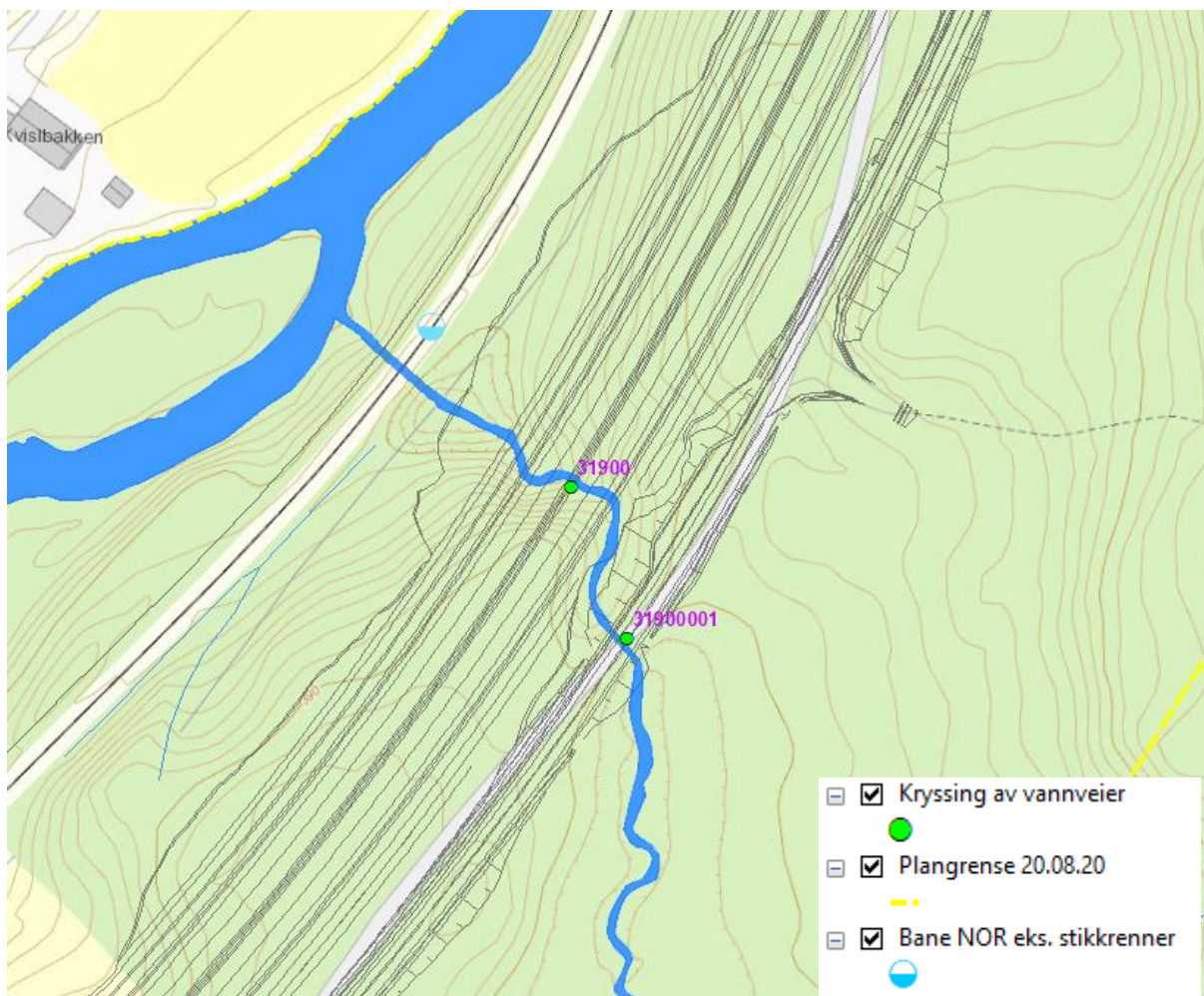


Figur 5-1. Oversikt over planlagte kryssinger av vannveier (FKB vanntema) i planområdet med siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).

## 5.2 Kryssing 1 – Bekk 4 (ID. fra vannmiljø) ved Råa (p31900)

### 5.2.1 Eksisterende situasjon

Ved Råa er det en bekk som krysser ny planlagt E6 ved ca. profil 31900. Figur 5-2 gir en oversikt over eksisterende situasjon ved kryssingen, inkludert eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) og siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).



Figur 5-2. Eksisterende forhold med veiplan og eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) ved profil 31900.

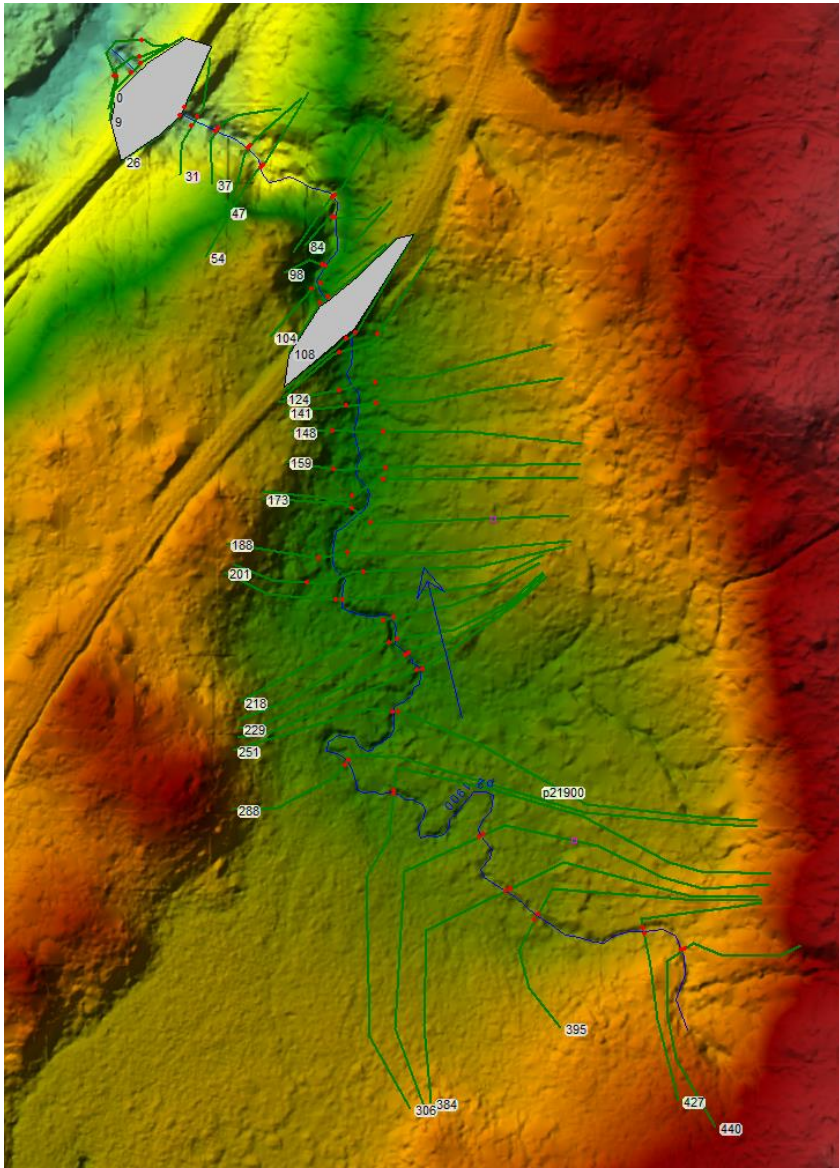
Eksisterende kulvert under jernbanen har dimensjon 1,5\*1,5 meter.

Det er ikke data på eksisterende kulvert under lokal vei. Basert på antakelser legges kulverten inn som bokskulvert på 1,4 m \* 1,4 m. Eksisterende kulvert under lokalvei og jernbanebru må måles inn for å få mer nøyaktig beregning av vannlinjene.

#### 5.2.1.1 Vannlinjeberegninger for eksisterende situasjon

Det ble utført en 1D HEC-RAS-modell for tiltaket. HEC-RAS-modellen skal dokumentere om eksisterende elveprofil klarer å håndtere dimensjonerende vannmengde og for å vurdere flomutbredelsen.

HEC-RAS 1D-modell er basert på laserdata. Totalt er det benyttet 36 profiler. Hele analyseområdet er i underkant 440 m lang. Figur 5-3 viser modellens utstrekning og profiler. Eksisterende jernbanekulvert ligger mellom tverrprofil 9 og 26, mens eksisterende kulvert under lokalvei ligger mellom tverrprofil 108 og 121.



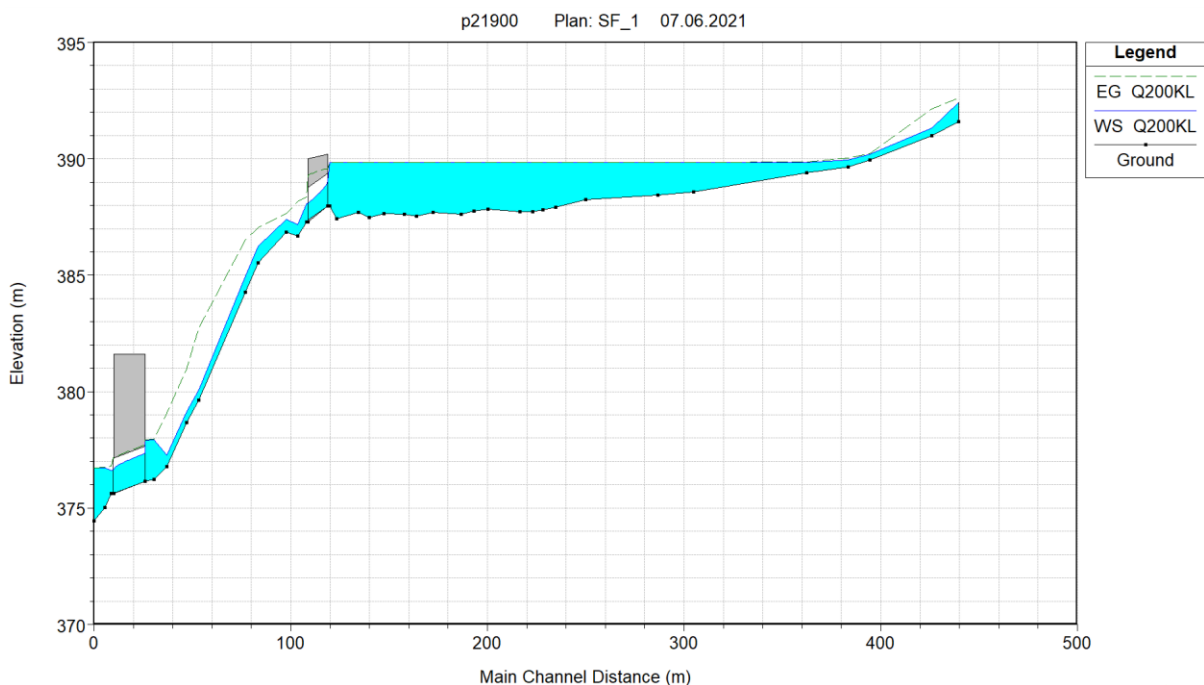
Figur 5-3. 1D HEC-RAS-modell av p31900 Råa for eksisterende situasjon. Grønne linjer er tverrprofiler. Blå linje er senterlinje elv basert på terrengmodell. Røde prikker indikerer elvekant.

Vannlinjeberegninger viser at eksisterende jernbanekulvert har kapasitet til å ta unna en 200-årsflom med klima- og sikkerhetsfaktor, men innløpet blir dykket under vann. Eksisterende kulvert under lokalvei har ikke nok kapasitet. Vannet vil stuves opp oppstrøms kulvertene, jf. Figur 5-4.



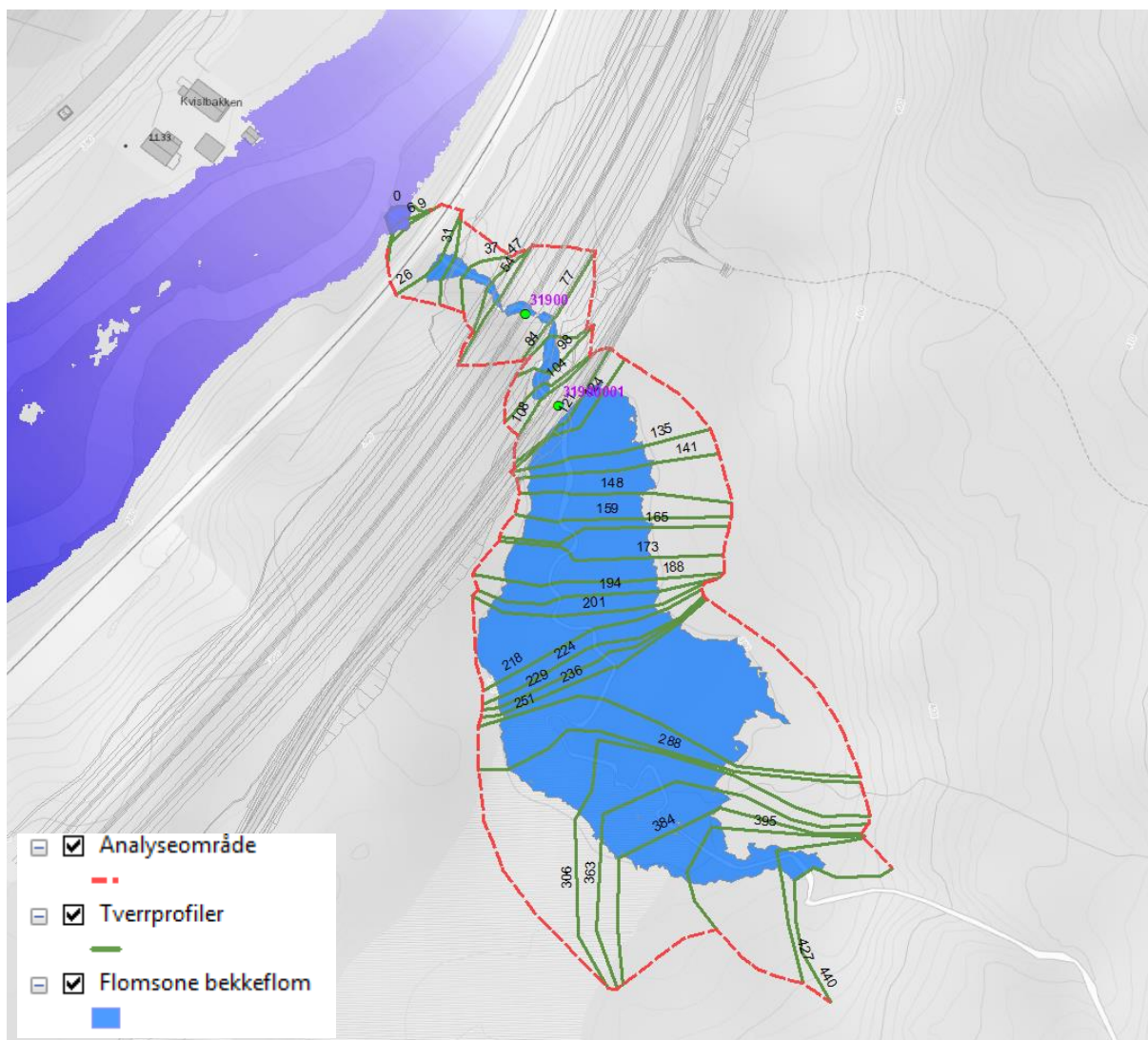
Vann- og energilinjen ved jernbanekulverten er beregnet til kt. +377,94 m. Underkant kulvert er satt lik kt. +377,7 m. Oppstuvning er på ca. 0,25 m. Topp terreng på jernbanen er satt lik kt. +381,60 m. Det er ca. 3,6 m før jernbanen flommes over.

For veikulverten med en antatt kulvert på 1,4 x 1,4 er vannlinjen og energilinjen beregnet til ca. kt. +389,84 m. Ut ifra terreng er topp kulvert satt lik kt. + 389,4 m. Vannet vil stuves opp med ca. 0,44 m. Topp terreng er på kt. +390,20 m. Det er 0,36 m før veien flommes over.



Figur 5-4. Beregnet vannlinje for 200-års bekkeflom (Q200KL) og årsflom (QM) i Ila for kryssing ved eksisterende jernbanebru og ved lokalvei.

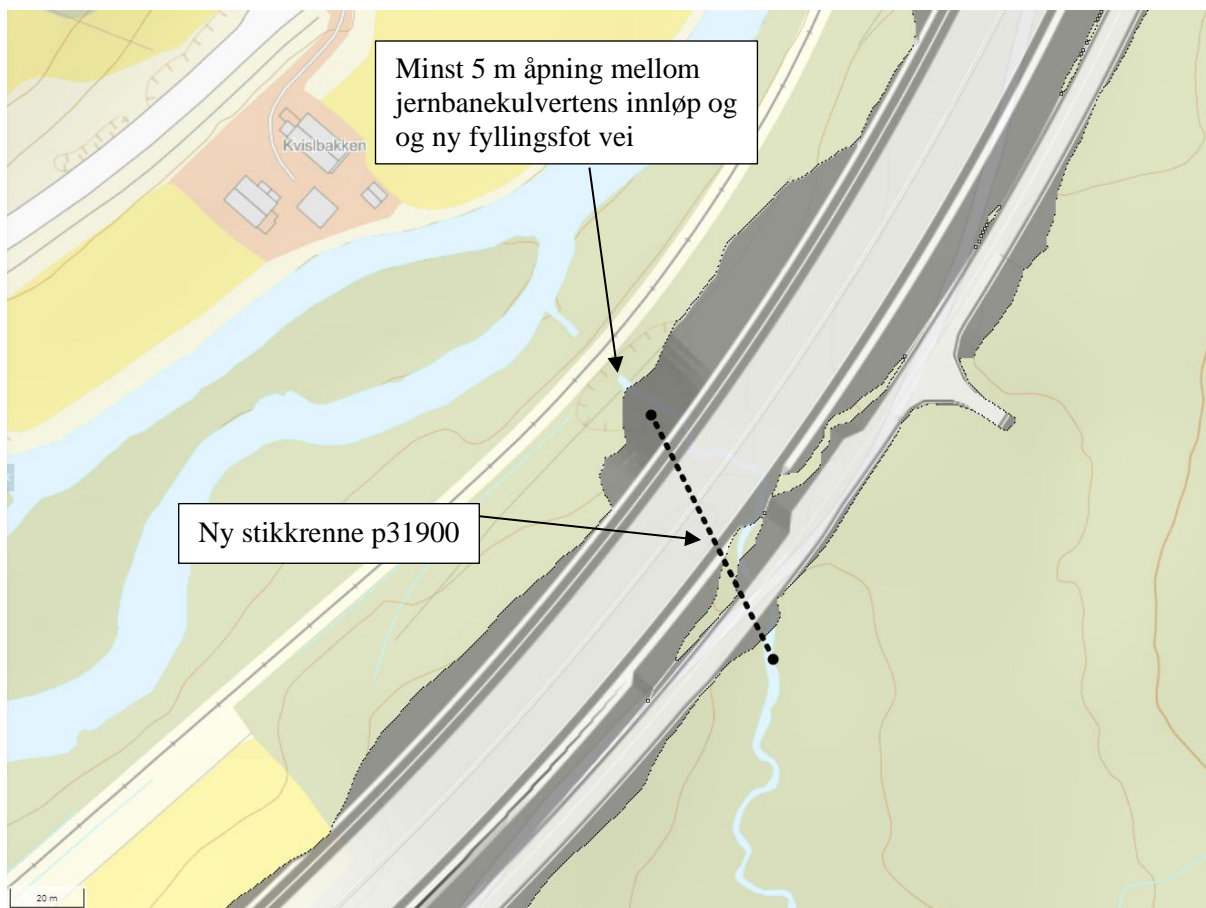
Figur 5-5 viser flomutbredelsen ved Råa ved en 200-årsflom med klima- og sikkerhetsfaktor for eksisterende situasjon.



Figur 5-5. Beregnet flomutbredelse ved p31900, som følge av og 200-års med klima- og sikkerhetsfaktor bekkeflom. Og årsflom (QM) i Ila (Veiplan vist for illustrasjon).

### 5.2.2 Ny situasjon - planlagte tiltak vannhåndtering

Planlagte tiltak er kulvert under ny E6 og lokalvei ved profil 31900, jf. Figur 5-6.



Figur 5-6. Oversikt over tiltak ved profil 31900.

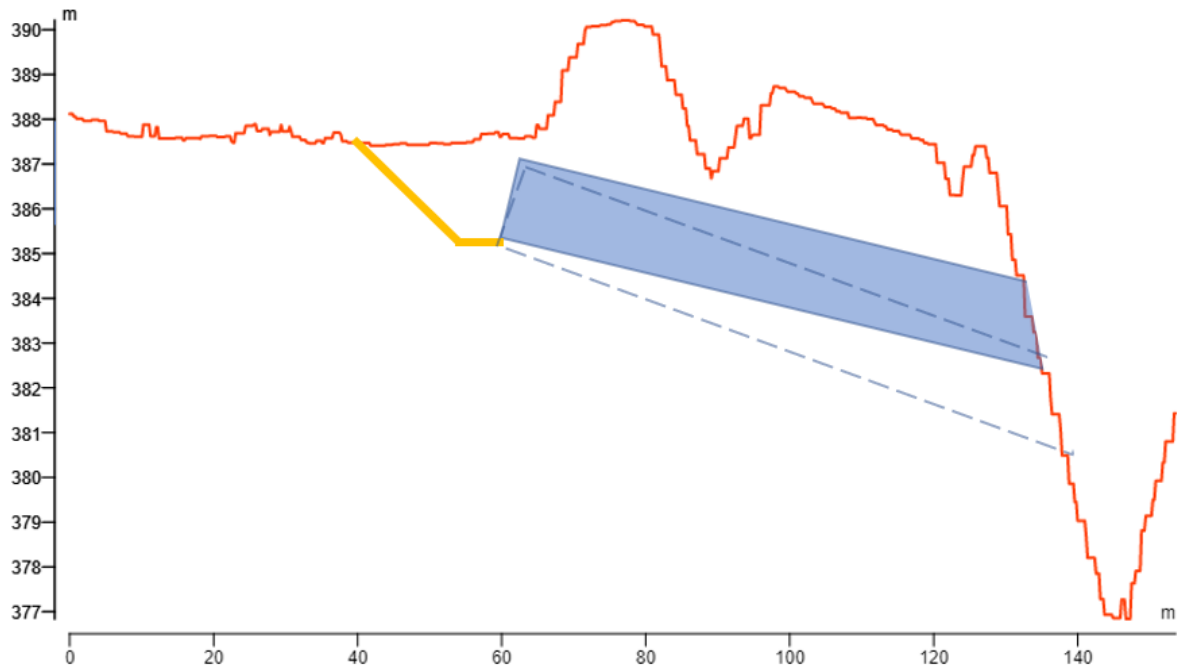
Eksisterende jernbanekulvert er lagt i et lavpunkt/grop. Bekkeinntaket bør beholdes åpent, blant annet for å lette drift og vedlikehold samt mulighet for fremtidig utskiftning. Åpningen mellom eksisterende kulvertinnløp og ny fyllingsfot vei bør være minimum 5 meters avstand. Dette for å få plass til trygg føring av bekken inn til eksisterende kulvert under jernbanen.

Det anbefales å legge en betongkulvert ved profil 31900, da området er bratt. Betongkulvert tåler mer mekanisk slitasje enn profilrør og plastrør, med maks på 60 ‰. Figur 5-7 viser to eksempler på hvordan kulverten kan anlegges, med hhv. 40 og 60 ‰ fall. Kulverten på 40 ‰ har en lengde på ca. 75 m.

Det foreslås å lage et kanal-løp/nedføringsrenne i fyllingen og ned til eksisterende bekk. Nytt kanal-løp og overgangen til eksisterende bekkeløp må erosjonssikres.

Videre må bekken senkes oppstrøms nytt kulvertinnløp ca. 10-15 m for å tilpasse elvebunnen til innløpet. Et forslag er vist i Figur 5-7.

I tillegg etableres det kummer med sandfang langs veigrøften for å få veivannet trygt ned til Ila via ny kulvert.



Figur 5-7. Eksempel på prinsippløsning for bekkekryssing ved profil 31900 med minst 40 ‰ fall (blått rør). Stiplet linje er alternativt rør med 60 ‰ fall.

Under gjennomgås kort grunnlagsdata og dimensjonering/design av bekkekryssingen. For detaljerte grunnlagsdata se vedlegg 1.

#### 5.2.2.1 Nedbørfelt og dimensjonerende flom

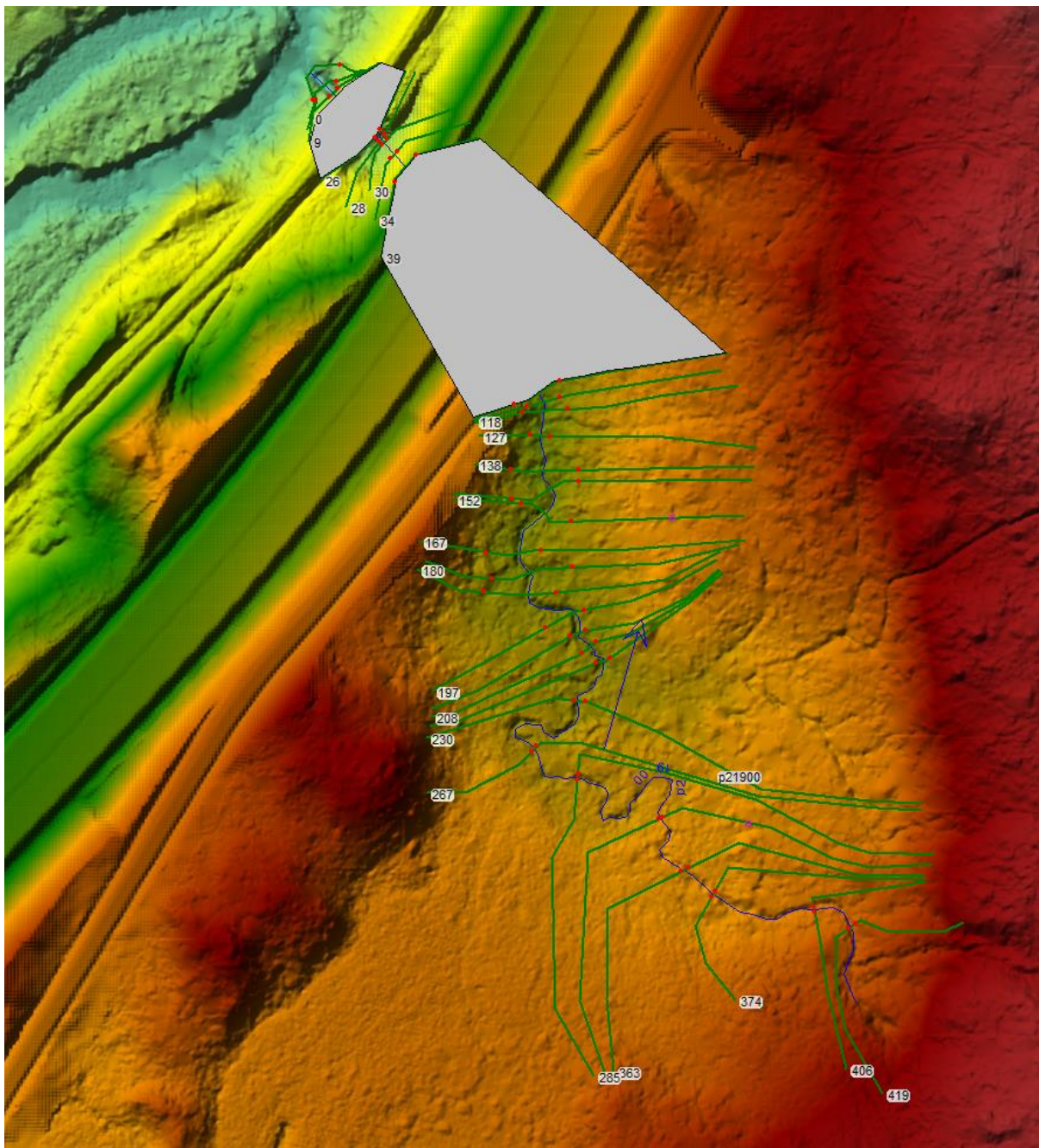
Nedbørfeltet har et areal på ca. 2,4 km<sup>2</sup>. Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til 4,8 m<sup>3</sup>/s.

#### 5.2.2.2 Ny situasjon – dimensjonering og design av ny kulvert

For å kunne håndtere en 200- års flomhendelse med klima vil behovet være en Ø1800 mm kulvert, ev. opprette samme dimensjon som Bane NORs eksisterende bokskulvert på 1,5\*1,5 meter. Innløp tilpasses bunnen av veigrøften og senkes tilsvarende slik at topp kulvert får minimum 1 meters overdekning til veibane.

#### 5.2.2.3 Konsekvenser for vannlinje og flomsone for planlagt situasjon

Ny kulvert under Ny E6 og ny lokalvei er modellert i HEC-RAS. Modellen består av 30 tverrprofiler. Ny kulvert under E6 ligger mellom tverrprofil 39 og 114



Figur 5-8. 1D HEC-RAS-modell av Råa for planlagt situasjon. Grønne linjer er tverrprofiler. Blå linje er senterlinje elv basert på terrengmodell.

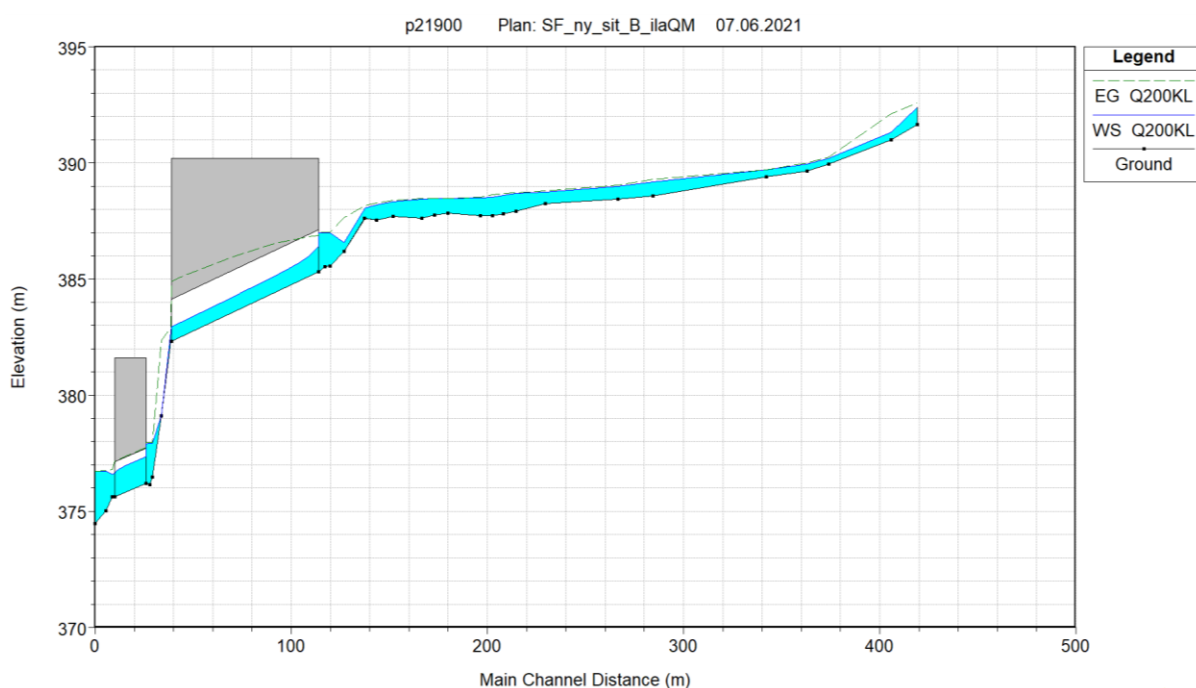
Det er kjørt to scenarier for bekkekryssingen ved profil 31900 basert på flomhendelser som kan inntreffes samtidig, det vil si flommen i elva Ila og bekken som krysser ny E6. En eventuell flom i Ila kan bre seg ut over sine bredder og strekke seg lenger inn på land. Dette kan føre til skader på infrastruktur oppstrøms Ila.

Scenarier som er vurdert:

- 1) 200-års bekkeflom med klima- og sikkerhetsfaktor (Q200KL) og årsflom (QM) i Ila
- 2) 5-års bekkeflom og Q200KL i Ila.

### 1) Vannlinjeberegninger scenario 1: Q200KL i bekk og QM i Ila

Ved en årsflom i Ila vil flomvannet ligge på ca. kt. +376,7 m og vil ikke påvirke Bane NORs eksisterende kulvert i stor grad, jf. Figur 5-9.



Figur 5-9. Beregnet vannlinje for 200-års bekkeflom (Q200KL) og årsflom (QM) i Ila for kryssing ved eksisterende jernbanebru og ny E6.

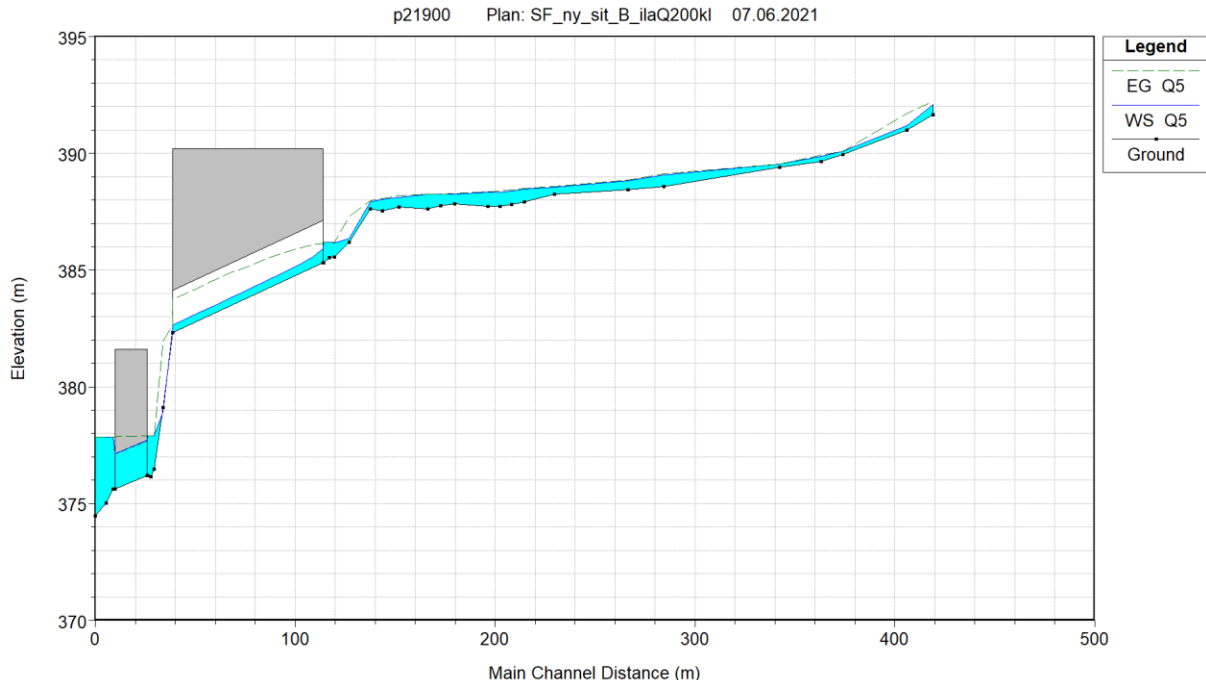
Vannlinjeberegninger viser at eksisterende jernbanekulvert har kapasitet til å ta unna en 200-årsflom med klima- og sikkerhetsfaktor, men innløpet blir dykket under vann.

Vann- og energilinen ved jernbanekulverten er beregnet til kt. +377,95 m. Underkant kulvert er satt lik kt. +377,7 m. Oppstuvning er på ca. 0,25 m. Topp terreng på jernbanen er satt lik kt. +381,60 m. Det er ca. 3,6 m før jernbanen flommes over.

For ny veikulvert er vannlinjen og energilinen beregnet til ca. kt. +387 m. Topp kulvert satt lik kt. + 387,1 m. I forhold til vannlinjen er det ca. 0,10 m klaring mot overbygning/topp kulvert.

## 2) Vannlinjeberegninger scenario 2: 5-års bekkeflom og Q200KL i Ila.

Ved en 200-årsflom i Ila vil flomvannet ligge på ca. kt. +377,9 m. Jernbanekulverten blir dykket,



Figur 5-10. Beregnet vannlinje for 5-års bekkeflom (Q5) og 200-årsflom (Q200KL) i Ila for kryssing ved eksisterende jernbanebru og ny kulvert.

Vannlinjeberegninger viser at eksisterende jernbanekulvert har kapasitet til å ta unna en 5-årsflom og samtidig 200-årsflom i elva, men vannstanden i elva er så høy at kulverten blir dykket.

### Samlet vurdering

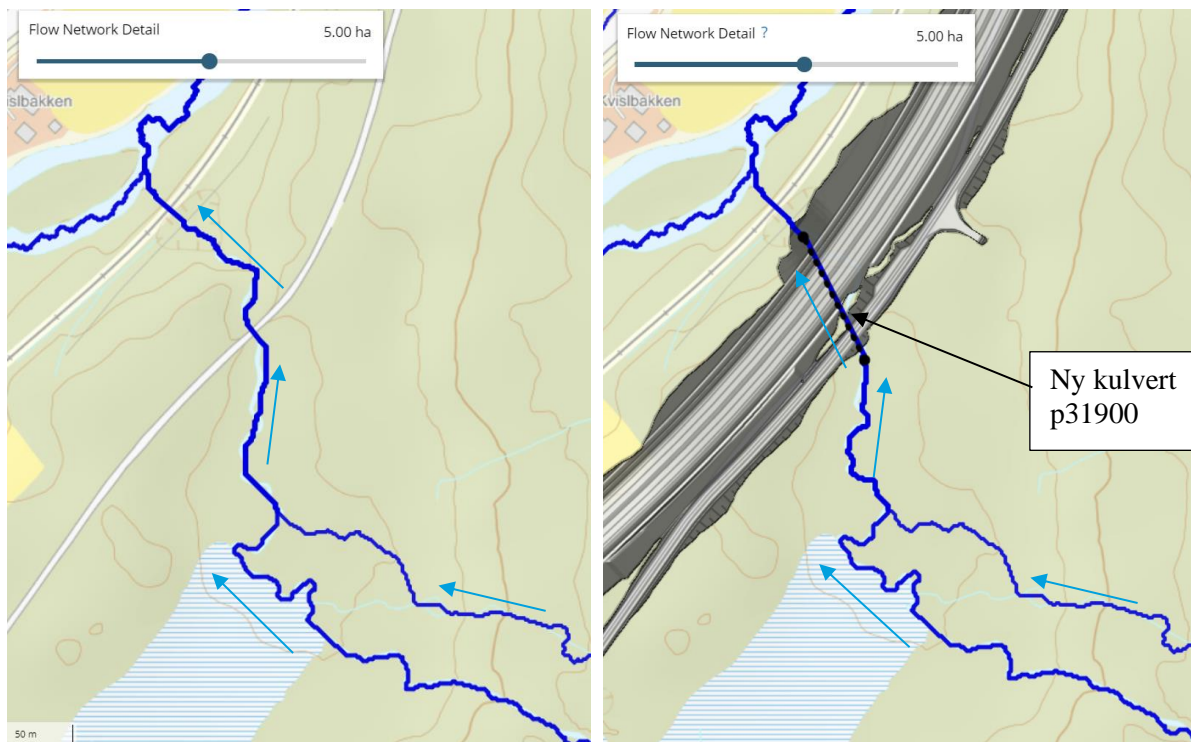
Ved Råa (p31900) skal planlagt E6 gå nær og parallelt med jernbanen. Dermed kommer planlagt fylling nær fyllingsfoten til jernbanen. **For å redusere flomfaren for eksisterende kulvert under jernbanen med utslipp til Ila, samt tilrettelegge for mulig fremtidig utskiftning/drift og vedlikehold, må bekken gå åpen et stykke mellom vei- og jernbanefylling.** Dagens jernbanekulvert har kapasitet til å ta unna en 200-årsflom i bekken, men får en liten oppstuvning på ca. 20 cm oppstrøms. Samme oppstuvning beregnes ved 200-årsflom i Ila. For å unngå økt fremtidig belastning må eksisterende vannveier i området ned til jernbanen beholdes, det vil si at **nedbørfeltet for Råa ned til jernbanen ikke skal økes etter utbygging.** Høyeste vann-nivå i jernbanekulvert er bestemt av 200-årsflom i Ila.

### Erosjonssikring:

Ny innløpssone/elvbunn og kulvert må erosjonssikres opp mot beregnet energilinje. Dimensjonering av erosjonssikring utføres med bakgrunn i beregnede hastigheter og flomvannstander. Dette utføres nærmere i detaljfasen. Det skal brukes gode masser som ikke gir ulemper for vannkvaliteten i bekken og lla.

### **5.2.3 Konsekvenser for avrenningsituasjon**

Det er kjørt avrenningsanalyser for både dagens situasjon og planlagt situasjon, jf. Figur 5-11. Figuren viser at avrenningsituasjonen, for alle hovedvannveier, er tilnærmet lik før og etter tiltak.



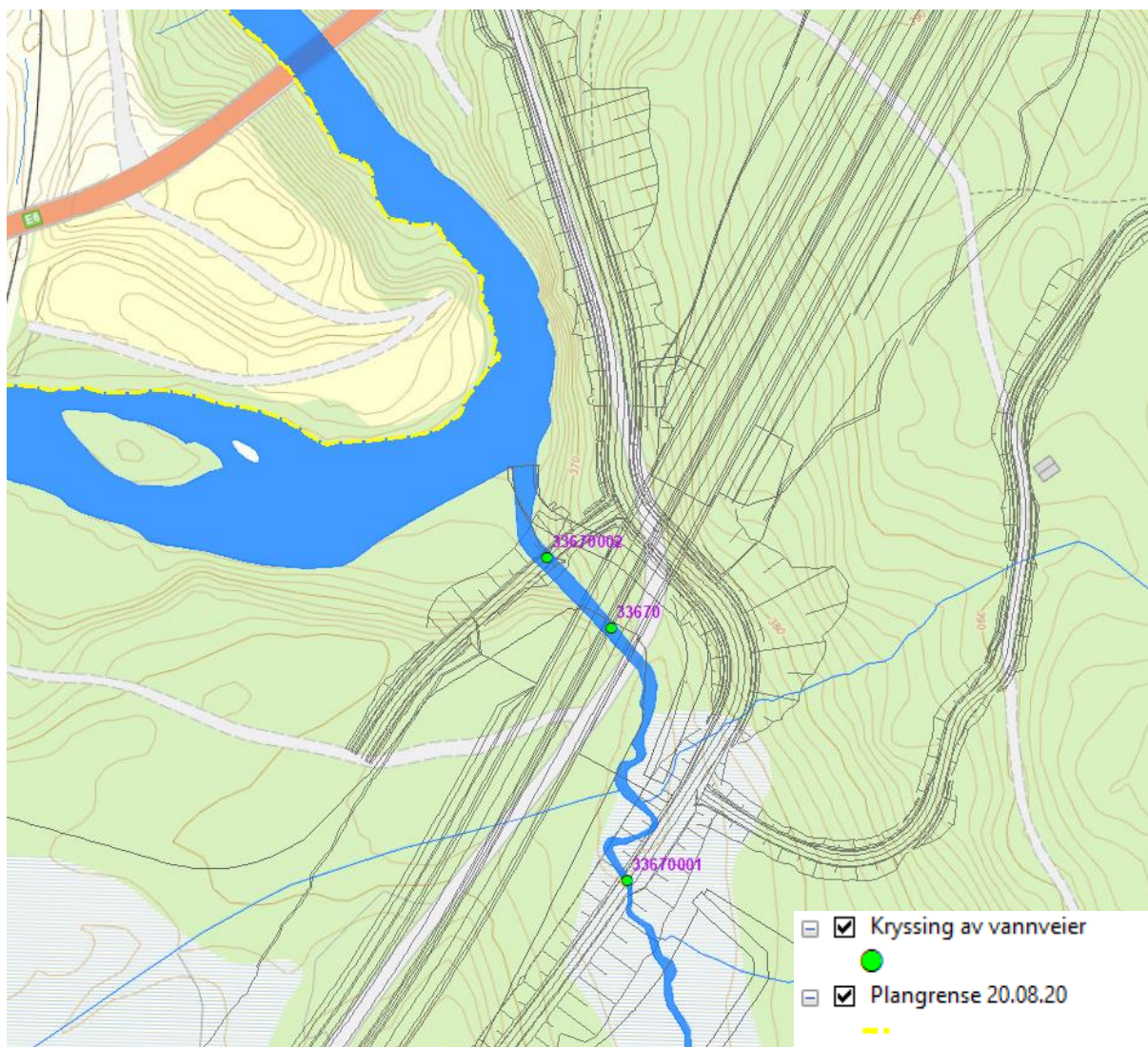
Figur 5-11. Avrenningsanalyse av dagens situasjon (venstre) og planlagt situasjon (høyre) med kulvert under ny E6 og lokal vei.

## **5.3 Kryssing 2 – Bekk 28 (ID. fra Vannmiljø) ved Dørhammerberga/Bjørset (p33670)**

### **5.3.1 Eksisterende situasjon**

Ved Dørhammerberga/Bjørset er det en bekk som krysser ny planlagt E6 ved ca. profil 33670. Figur 5-12 gir en oversikt over eksisterende situasjon ved kryssingen, inkludert eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) og siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).





Figur 5-12. Eksisterende forhold med veiplan og eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) ved profil 33670.

Det er ikke data på eksisterende kulvert under lokalvei. Basert på bilder fra befaring utført høsten 2020 legges kulverten inn som **rørkulvert på Ø1000 m**. Eksisterende kulvert under lokalvei må måles inn for å få mer nøyaktig beregning av vannlinjene.

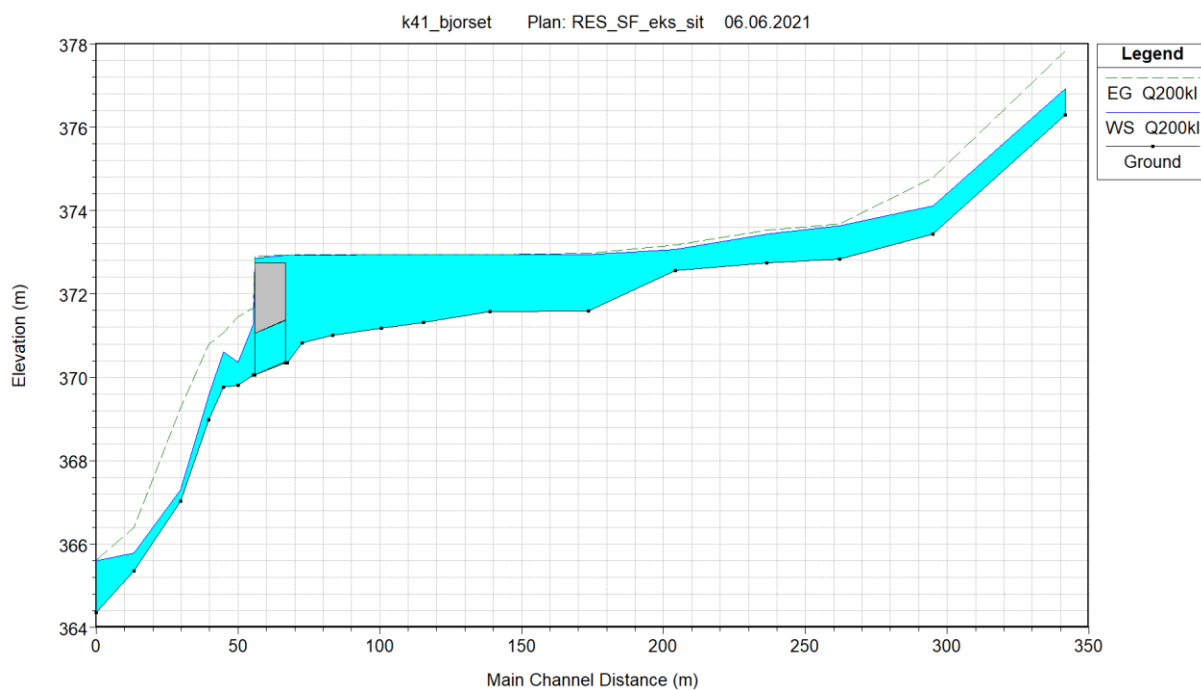
#### 5.3.1.1 Vannlinjeberegninger for eksisterende situasjon

Det ble utført en 1D HEC-RAS-modell for tiltaket. HEC-RAS-modellen skal dokumentere om eksisterende elveprofil klarer å håndtere dimensjonerende vannmengde og for å vurdere flomutbredelsen.

HEC-RAS 1D-modell er basert på laserdata. Totalt er det benyttet 19 profiler. Hele analyseområdet er i underkant 350 m lang.

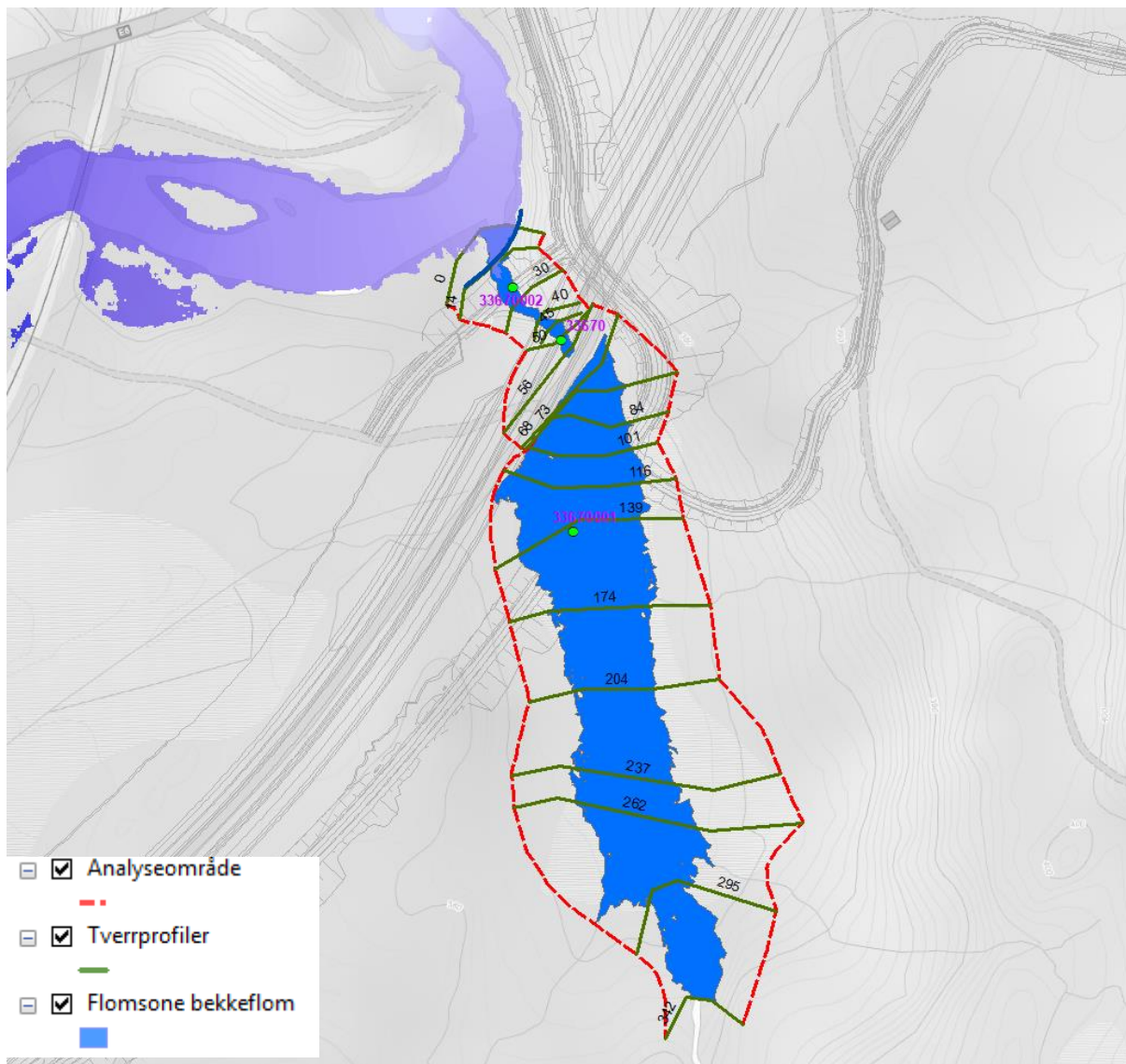
Vann- og energilinjen ved kulvert under lokalvei er beregnet til kt. +372,9 m. Topp terreng på lokalvei er satt lik kt. +372,75 m. Lokalvei ved en 200-årsflom vil flommes over.

Ved en årsflom i Ila vil flomvannet ligge på ca. kt. +365,6 m. Det er bekkeflommen som er styrende for bekkekryssingen, jf. Figur 5-13.



Figur 5-13. Beregnet vannlinje for 200-års bekkeflom (Q200KL) og årsflom (QM) i Ila for kryssing ved eksisterende kulvert under lokalvei.

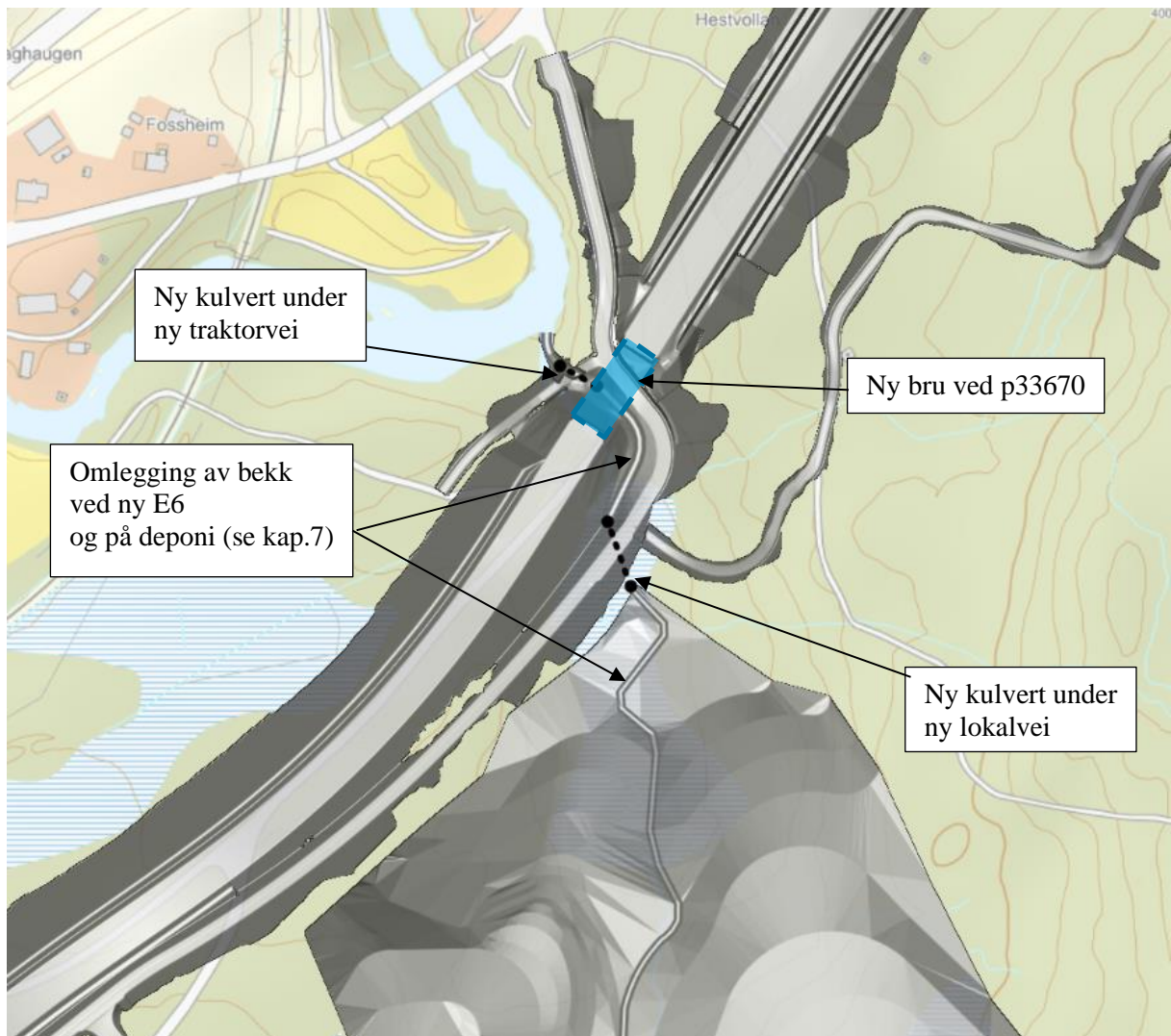
Figur 5-14 viser flomutbredelsen ved Dørhammerberga/Bjørset ved en 200-årsflom med klima- og sikkerhetsfaktor for eksisterende situasjon.



Figur 5-14. Beregnet flomutbredelse ved p33670, som følge av årflom (QM) i Ila og 200-års bekkeflom med klima- og sikkerhetsfaktor for eksisterende situasjon. (Veiplan vist for illustrasjon).

### 5.3.2 Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering

Basert på en helhetlig og tverrfaglig vurdering ved Dørhammerberga/Bjørset vil eksisterende bekk bli lagt noe om mot øst for å optimalisere løsningen sikre at den forblir åpen og under planlagt bru. Bekken skal også krysse under lokal vei oppstrøms via stikkrenne og under traktorvei nedstrøms via bokskulvert før utslipp til Ila, jf. Figur 5-15. Kulvertene har henholdsvis en lengde på ca. 30 og 20 m. Under gjennomgåås kort grunnlagsdata og dimensjonering/design av bekkekryssingen. For detaljerte grunnlagsdata se vedlegg 1.



Figur 5-15. Oversikt over tiltak ved profil 33670.

#### 5.3.2.1 Ny kulvert under lokalvei og traktorvei

Det er planlagt kulvert under ny lokalvei oppstrøms ny E6 og under ny traktorvei nedstrøms ny E6.

#### Nedbørfelt og dimensjonerende flom

Nedbørfeltet har et areal på ca. 3,1 km<sup>2</sup>. Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til 6,7 m<sup>3</sup>/s.

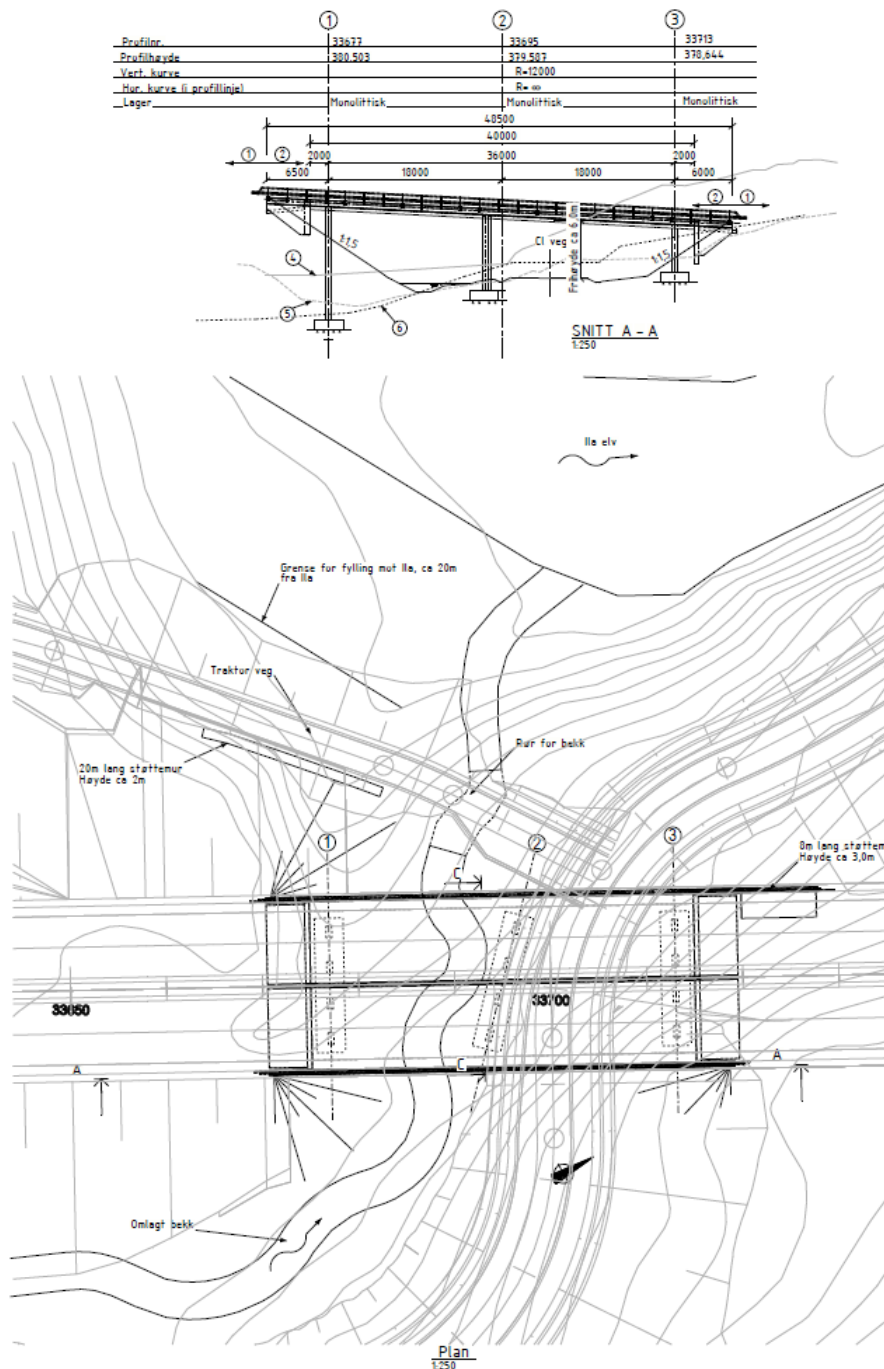
#### Ny situasjon – dimensjonering og design av ny kulvert

For å kunne håndtere en 200- års flomhendelse med klima vil behovet være en Ø2000 mm kulvert under lokalvei. På grunn av plassmangel ved traktorveien planlegges det en bokskulvert med en bredde på 2,4 m og høyde på 1,5 m. Innløp tilpasses bunnen av

veigrøften og senkes tilsvarende slik at topp kulvert får minimum 1 meters overdekning til veibane. Dette gjelder spesielt lokalveien.

### 5.3.2.2 Ny bru ved Dørhammerberga/Bjørset

Planlagt bru er vist i Figur 5-16.



Figur 5-16. Tegning av planlagt bru av 24.02.2021.

### 5.3.2.3 Konsekvenser for vannlinje og flomsone

Nye kulverter, ny E6 og ny lokalvei er modellert i HEC-RAS. Modellen består av 22 profiler. Ny kulvert under ny traktorvei ligger mellom tverrprofil 22 og 36, ny bru under E6 ligger mellom tverrprofil 37 og 55, mens ny kulvert under lokalvei ligger mellom tverrprofil 104 og 139.

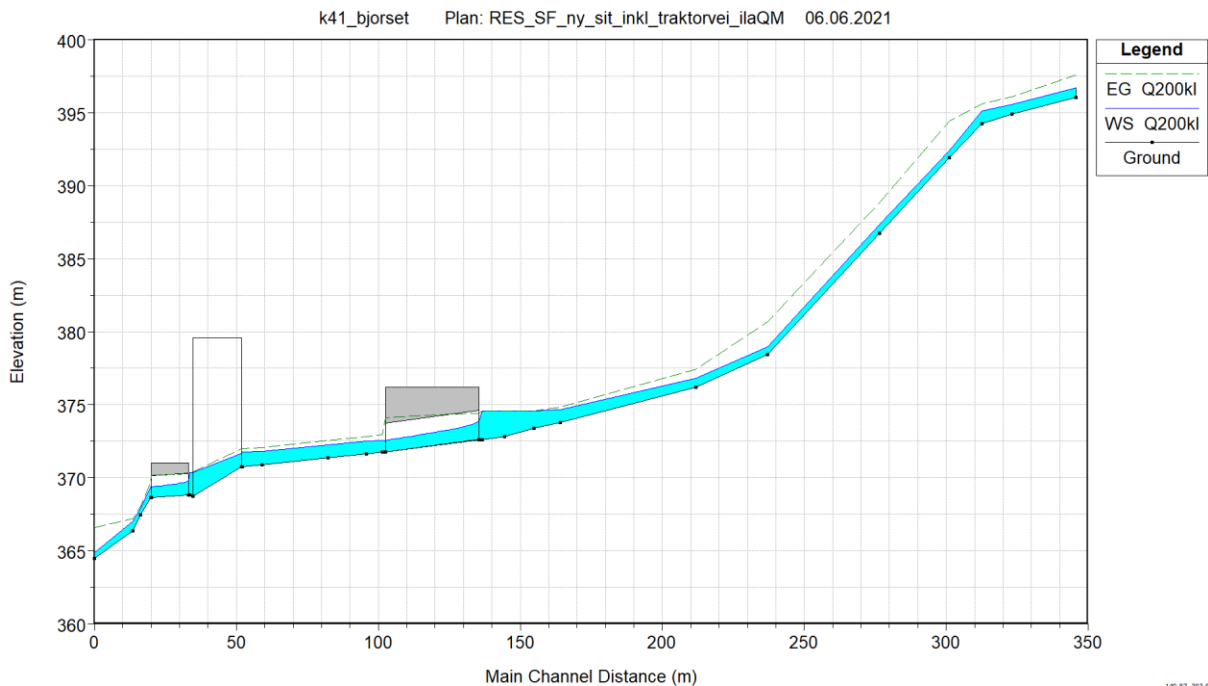
Slik som for Råa (p31900) er det også kjørt 2 scenarier for profil 33670:

- 1) 200-års bekkeflom med klima- og sikkerhetsfaktor (Q200KL) og årsflom (QM) i Ila
- 2) 5-års bekkeflom og Q200KL i Ila.

#### 1) Vannlinjeberegninger scenario 1: Q200KL i bekk og QM i Ila

Slik som forventet, vil vannlinjen være like høy som underkant topp kulvert, da valgt dimensjonerende kriterium er HW/D (vannstand/kulvertstørrelser) settes lik 1,0. Oppstrøms vanddybde skal ikke bli større enn kulvertens/rørets høyde, samt at det da er en reservekapasitet på ca. 20 % før røret fylles, jf. Figur 5-17. Vann- og energilinjen ved lokalvei er beregnet til ca. kt. +374,6 m. Ved traktorveien er vannlinjen beregnet til ca. kt. +370,3 m og energilinjen ligger på ca. kt. +370,4 m.

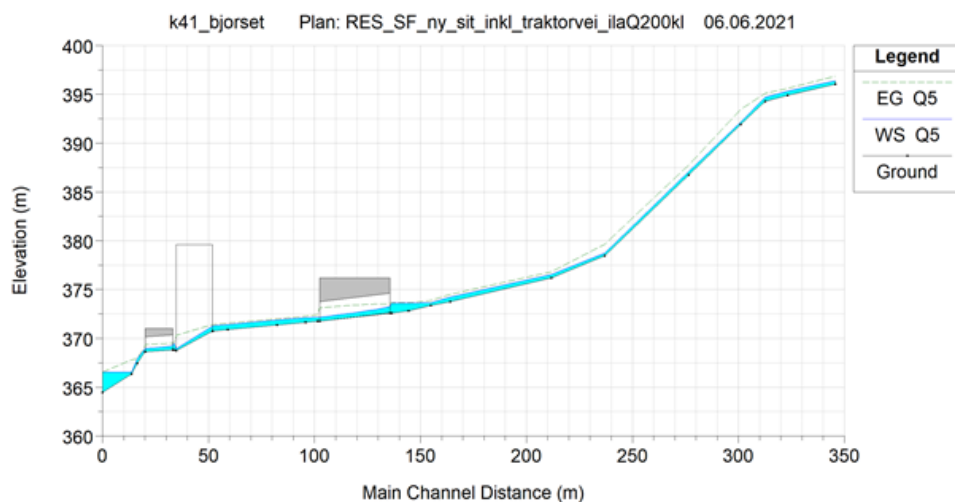
Ved en årsflom i Ila vil flomvannet ligge på ca. kt. +365,6 m. Som i eksisterende situasjon vil bekkeflommen også være styrende for planlagte tiltak ved profil 33670, jf. Figur 5-17.



Figur 5-17. Beregnet vannlinje for 200-års bekkeflom (Q200KL) og årsflom (QM) i Ila for kryssing ved profil 33670..

## 2) Vannlinjeberegninger scenario 2: 5-års bekkeflom og Q200KL i Ila.

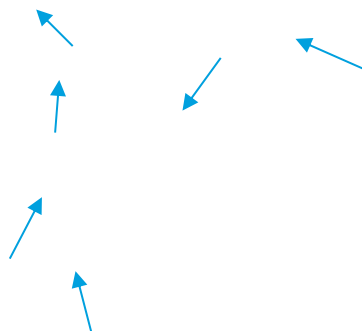
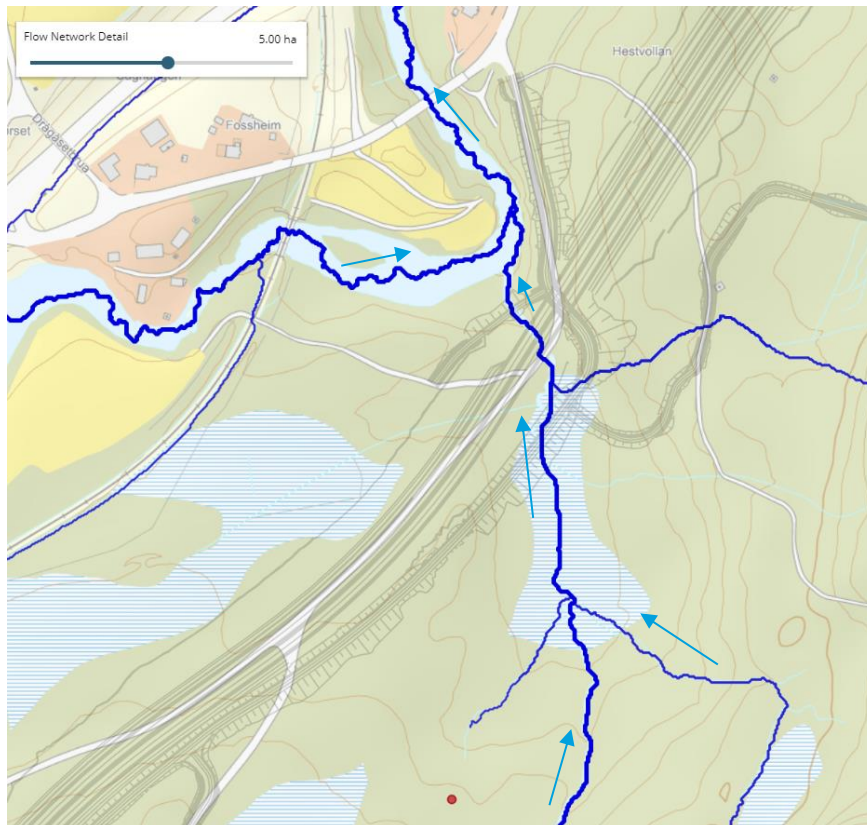
Ved en 200-årsflom i Ila vil flomvannet ligge på ca. kt. +366,54 m. Ila vil fortsatt ikke påvirke planlagte tiltak ved Bjørset. Det er fortsatt bekkeflommen som er styrende, Figur 5-18.



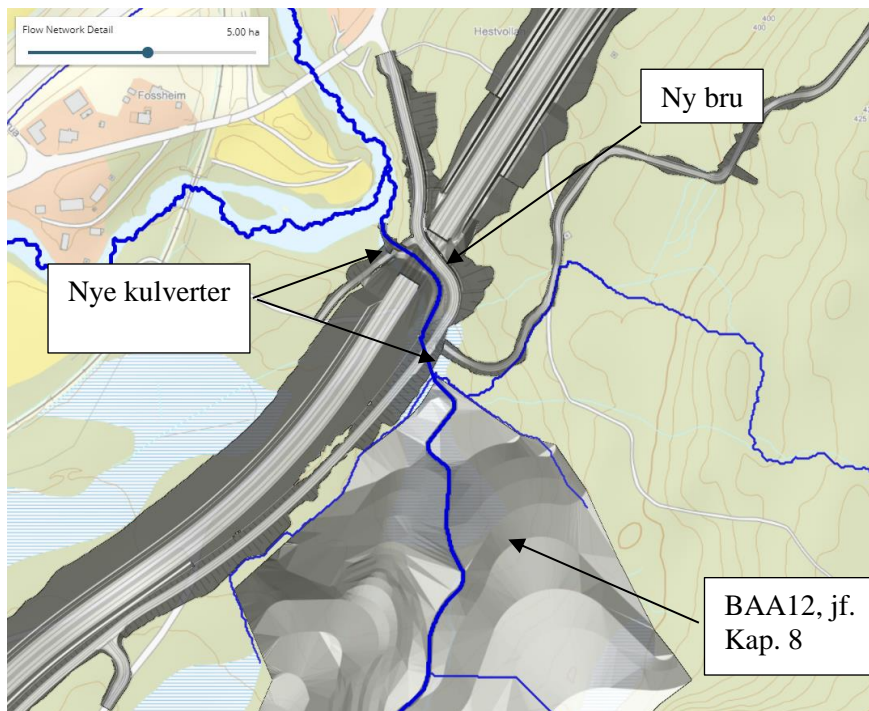
Figur 5-18. Beregnet vannlinje for 5-års bekkeflom (Q5) og 200-årsflom (Q200KL) i Ila for kryssing ved Bjørset.

### 5.3.3 Konsekvenser for avrennings situasjon

Det er kjørt avrenningsanalyser for både dagens situasjon og planlagt situasjon, jf. Figur 5-19. Figuren viser at avrennings situasjonen, for alle hovedvannveier, er tilnærmet lik før og etter tiltak.





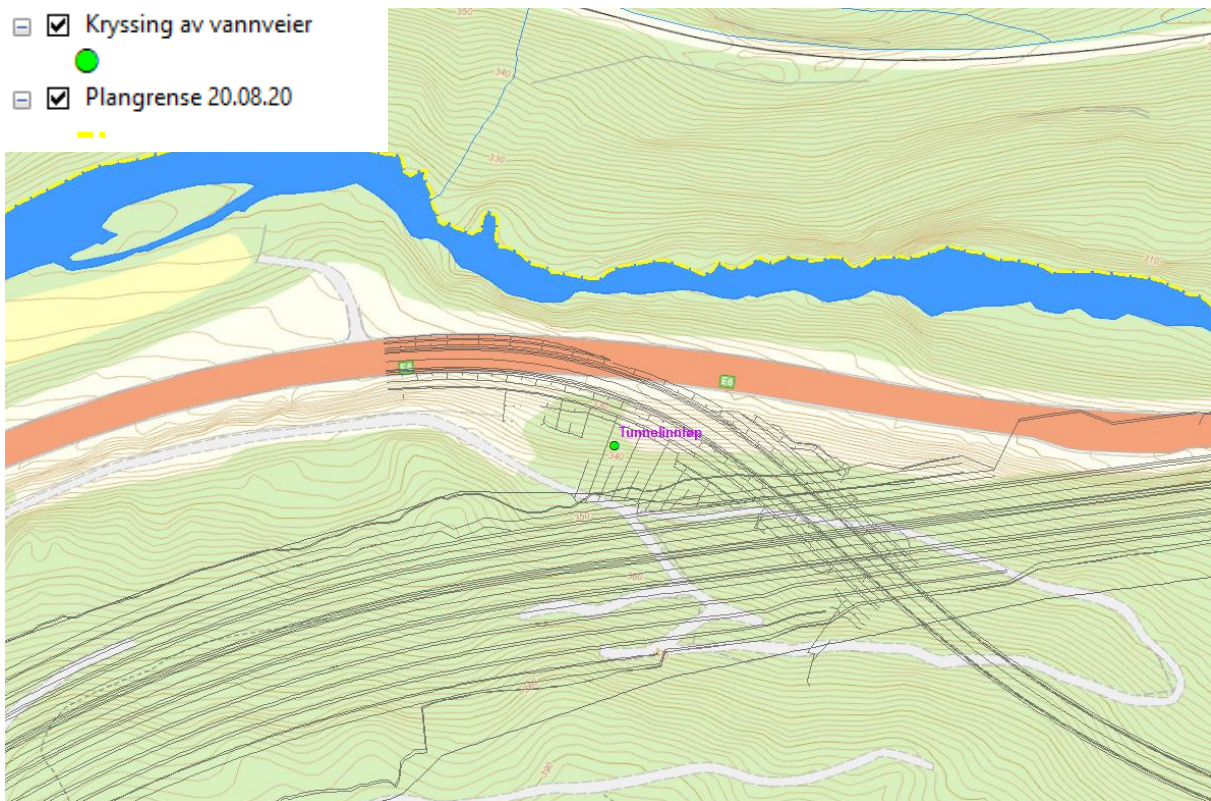


Figur 5-19. Avrenningsanalyse av dagens situasjon (øverst) og planlagt situasjon (nederst) med bru og kulverter under lokal vei og traktorvei.

## 5.4 Kryssing 3 – Tunnelinnslag vest (tunnelinnløp)

### 5.4.1 Eksisterende situasjon

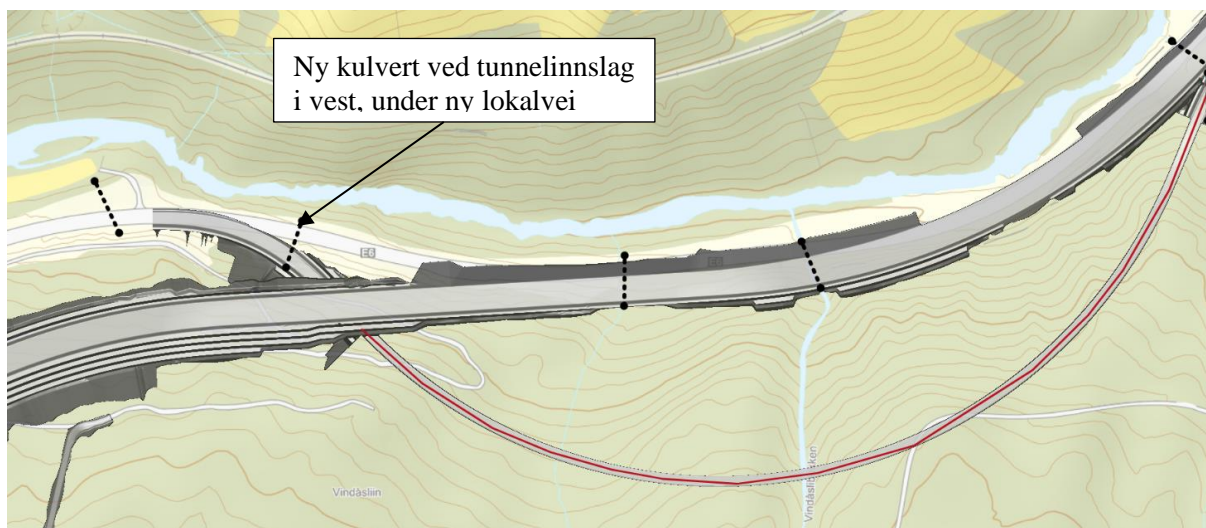
Tunnelen ved Vindåslien går på fall mot nordøst. Dette betyr at vann som ev. har avrenning inn til tunnelen må avskjæres ved tunnelinnslaget i vest. Figur 5-20 gir en oversikt over eksisterende situasjon ved kryssingen, inkludert eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) og siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).



Figur 5-20. Eksisterende forhold med veiplan og eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) ved tunnelinnslaget i vest/tunnelinnløp.

#### 5.4.2 Ny situasjon - planlagte tiltak vannhåndtering

Planlagte tiltak er stikkrenne under ny lokalvei ved tunnelinnslaget i vest, jf. Figur 5-21. Dette for å forhindre at overvannet renner inn i tunnelen, da tunnelen går på fall/synk mot nordøst. Stikkrennen har en lengde på ca. 30 m. Under gjennomgås kort grunnlagsdata og dimensjonering/design av bekkekryssingen. For detaljerte grunnlagsdata se vedlegg 1.



Figur 5-21. Oversikt over tiltak ved tunnelinnslag i vest/tunnelinnløp.

#### 5.4.2.1 Nedbørfelt og dimensjonerende flom

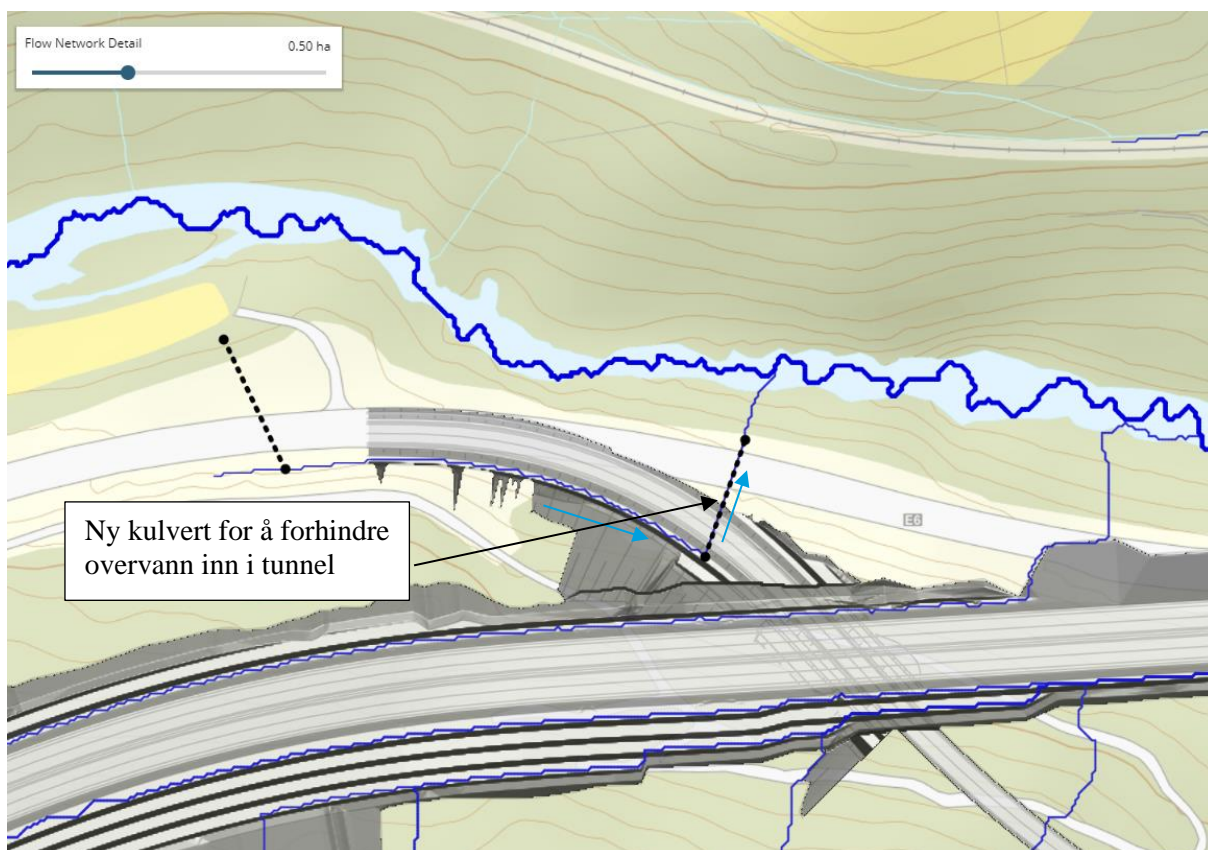
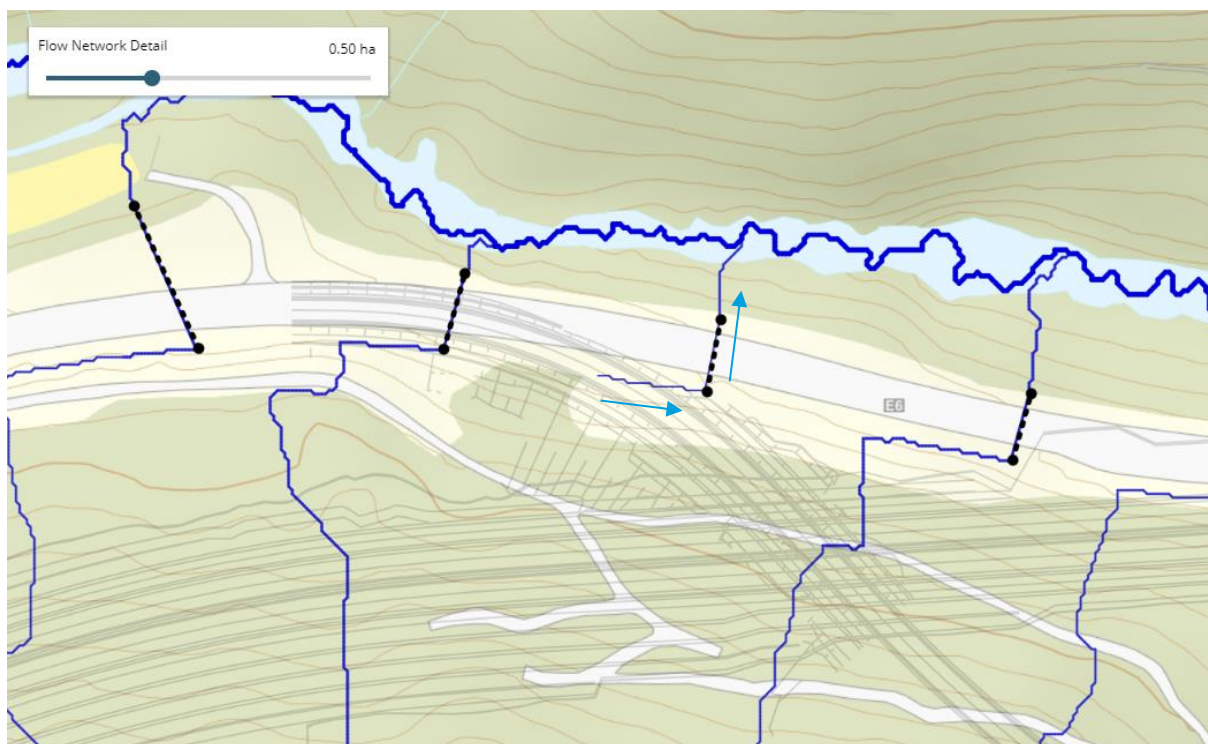
Nedbørfeltet har et areal på ca.  $0,006 \text{ km}^2$ . Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 5.4.2.2 Ny situasjon – dimensjonering og design av ny kulvert

For å kunne håndtere en 200-års flomhendelse med klimapåslag vil behovet være en  $\text{Ø}400 \text{ mm}$  kulvert. Innløp tilpasses bunnen av veigrøften og senkes tilsvarende slik at topp kulvert får minimum 1 meters overdekning til veibane.

#### 5.4.3 Konsekvenser for avrenningsituasjon

Det er kjørt avrenningsanalyser for både dagens situasjon og planlagt situasjon, jf. Figur 5-22. Det er mindre endringer på eksisterende små vannveier i forhold til ny planlagt E6 og lokalvei.

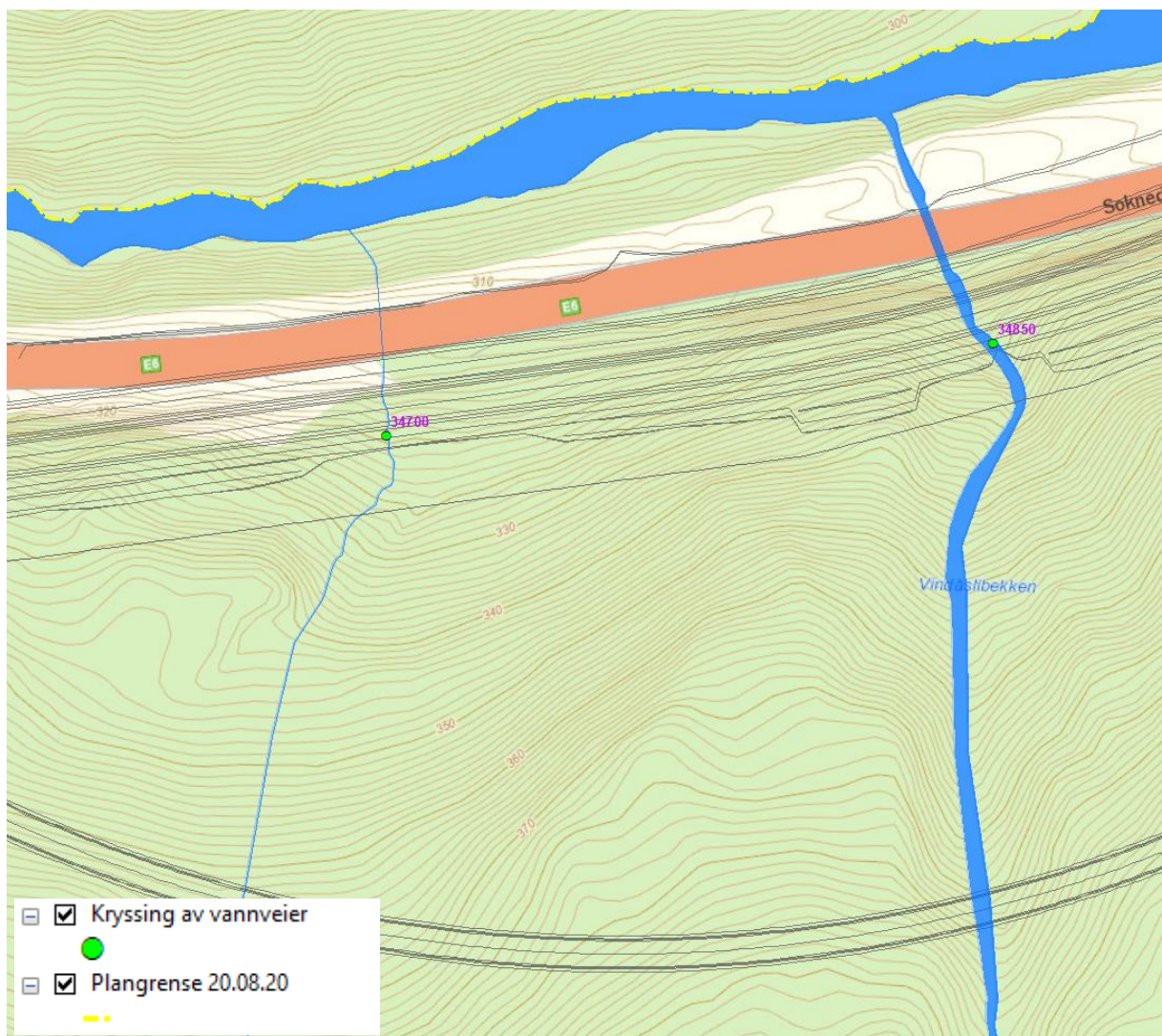


Figur 5-22. Avrenningsanalyse av dagens situasjon (øverst) og planlagt situasjon (nederst) ved planlagt tunnelinnslag i vest/tunnelinnløp.

## 5.5 Kryssing 4 og 5 - Bekk ved Vindåsliin (p34770) og Vindåslibekken (p34850) (bekkid. 29 fra Vannmiljø)

### 5.5.1 Eksisterende situasjon

Ved Vindåsliin er det en bekk som krysser ny planlagt E6 ved ca. profil 34770. Figur 5-23 gir en oversikt over eksisterende situasjon ved kryssingen, inkludert eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) og siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).

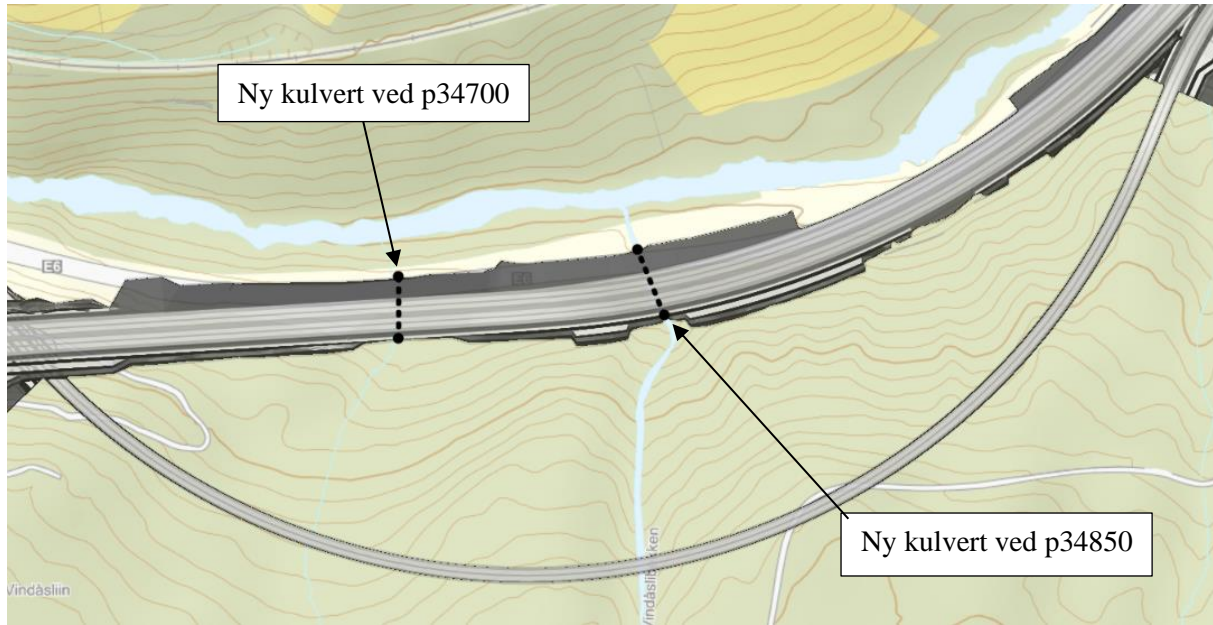


Figur 5-23. Eksisterende forhold med veiplan og eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) ved profil 34700 og 34850.

Eksisterende rørkulvert under E6 ved profil 34700 har en diameter på 500 mm og en lengde på 18 m (Vegkart.no). Eksisterende bokskulvert under E6 ved profil 34850 har en bredde på 1,8 m og høyde på 2,0 m. Lengden er på 18 m (Vegkart.no).

### 5.5.2 Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering

Planlagte tiltak er kulvert under ny vei ved profil 34700 og 34850, jf. Figur 5-24. Under gjennomgås kort grunnlagsdata og dimensjonering/design av bekkekryssingen. For detaljerte grunnlagsdata se vedlegg 1.



Figur 5-24. Oversikt over tiltak ved profil 34700 og 34850.

#### 5.5.2.1 Ny kulvert ved p34700 Vindåsliin

Det er planlagt ny kulvert under ny E6 med en lengde på ca. 36 m, jf. Figur 5-24.

##### Nedbørfelt og dimensjonerende flom

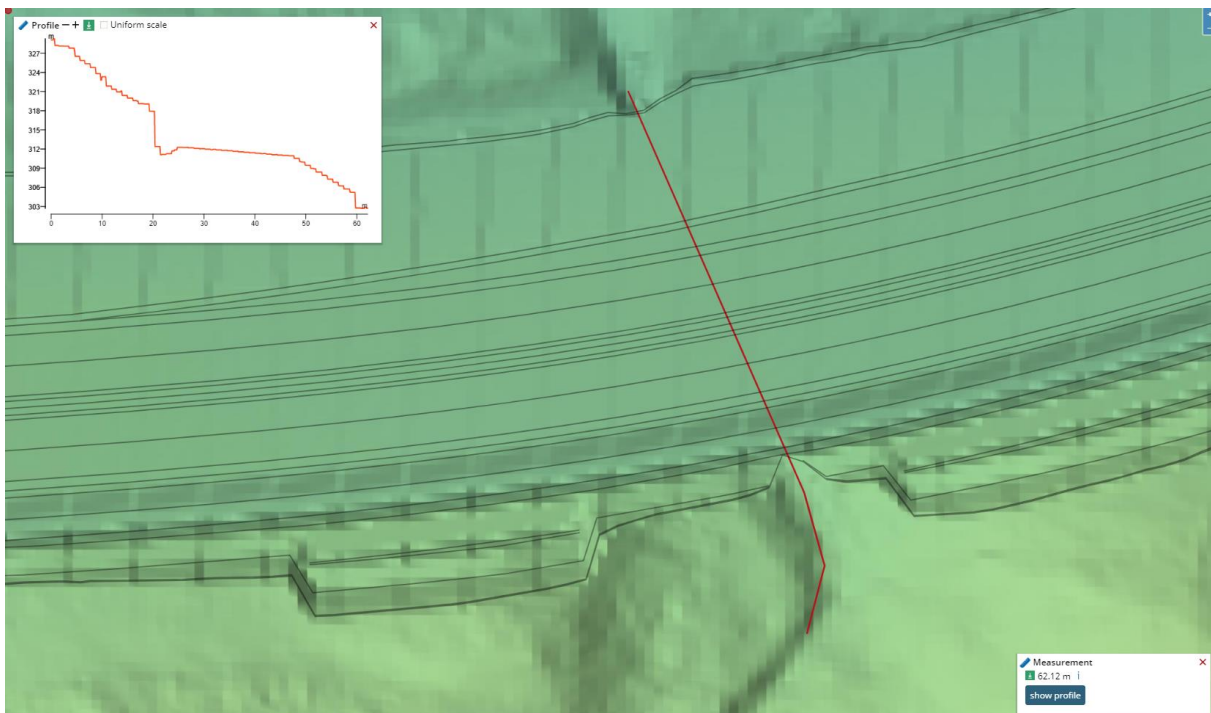
Nedbørfeltet har et areal på ca. 0,4 km<sup>2</sup>. Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til 2,1 m<sup>3</sup>/s.

##### Ny situasjon – dimensjonering og design av ny kulvert

For å kunne håndtere en 200-års flomhendelse med klima vil behovet være en Ø1200 mm kulvert under lokalvei. Innløp tilpasses bunnen av veigrøften og senkes tilsvarende slik at topp kulvert får minimum 1 meters overdekning til veibane. Dette gjelder spesielt lokalveien.

#### 5.5.2.2 Ny kulvert ved p34850 Vindåslibekken

Det er planlagt ny kulvert under ny E6 med en lengde på ca. 40 m, jf. Figur 5-24. Det er planlagt dypt fjellskjæring ved ny E6, jf. Figur 5-25.



Figur 5-25. Planlagt fjellskjæring ved p34850 Vindåslibekken.

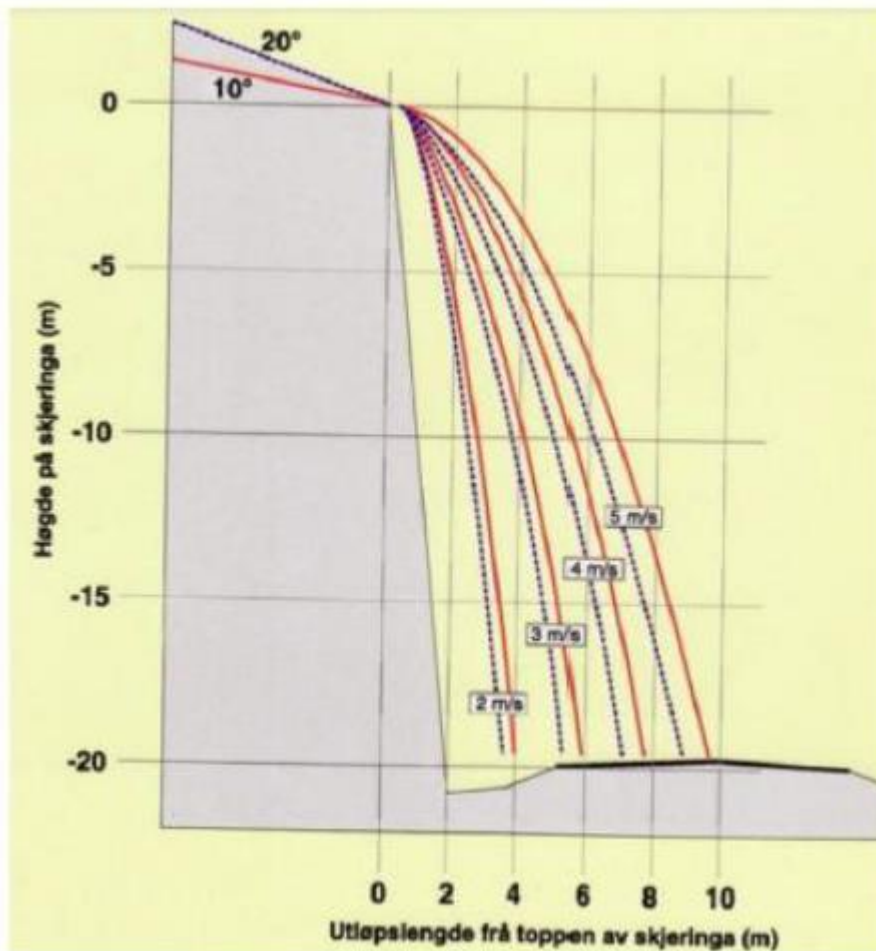
#### Oppstrøms planlagt kulvert:

I bratte fjellskjæringer er det behov for utsprenging av fang-grøft for å unngå nedfall av stein og is. For bekkeløp må bekkens kastelengde også hensyntas, samt liten strekning for energidreping og få kontroll på strømmingen før innløp stikkrenne. Fang-grøft-bredde er typisk 3,5 meter for 5 meter høye skjæringer. Forutsatt at stikkrenne starter ca 2,5 meter fra veikant, anbefales det en ytterligere utsprenging av smal nedføringsrenne for bekker på minimum 3 meter og opp mot 10 meter avhengig av kastlengde. Valg avhenger av størrelse på bekk samt reel kastlengde oppstrøms.

Ved utsprenging av 3 meter for renne blir total bredde fra veikant til foten  $3,5+3 = 6,5$  meter. Med en kastlengde på 4 meter vil da bekkene kunne treffe 2,5 meter fra veikant og rett ved innløp stikkrenne hvilket ikke er optimalt.

På oppstrøms side (sørøst) av kulverten må fjellskjæringen være bredere/lengere mot sørøst enn veiens (med grøft) behov, blant annet for å kompensere for kastelengden til vann/elv ved flomstor elv (fossefall). **I detaljfasen er det viktig at den reelle kastelengde beregnes og at det settes av god plass for både kastelengde og etterfølgende sone for energidreping og få roligere strømningsforhold før kryssing av vei i stikkrenne(r).**

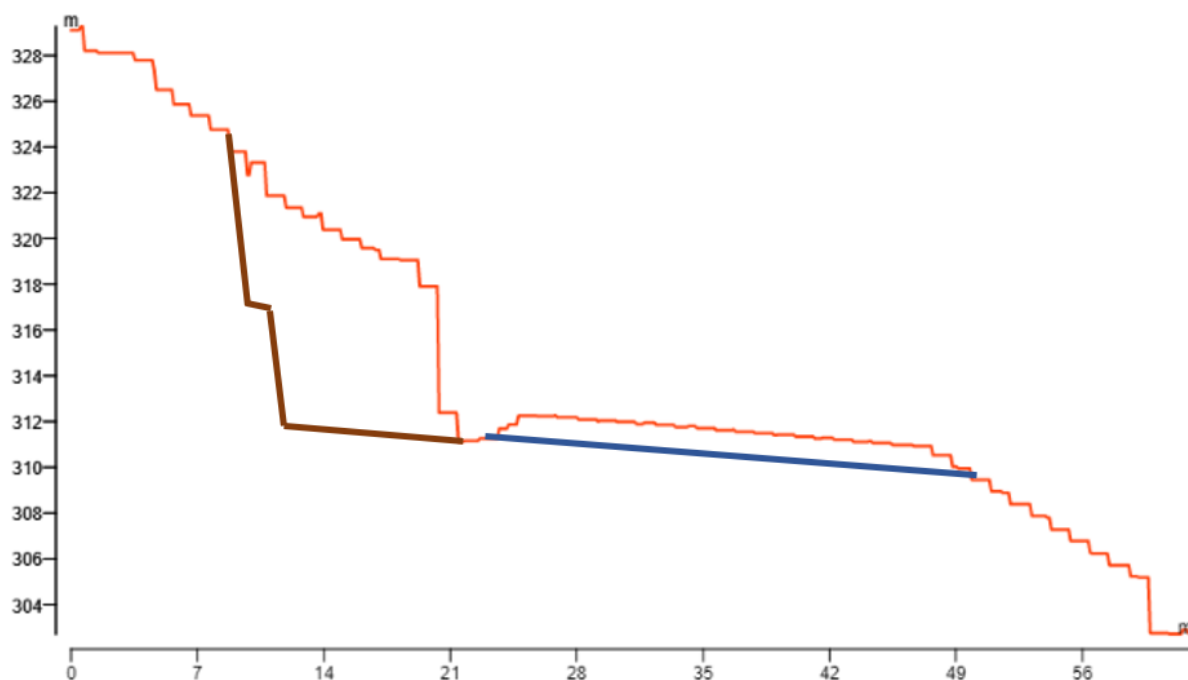
Grovt sett bør det settes av en innløpssone/kanal med lite fall (1 %) på minimum 10 meter mellom start fjellskjæring og veigrøft (såkalt fanggrøft vedrørende steinsprang, men her må også kastelengde og energidreping av bekk medtas). Fjellskjæringen vil ha en sidehelning på ca. 10:1. Prinsipløsning oppstrøms ny veiskjæring er grovt skissert i Figur 5-26.



Figur 5-26. Kastelengde for vann som føres over en bergskjæring. Lengdene er beregnet for terrenghelning 10 og 20 grader oppstrøms, og for vannhastigheter på 2, 3, 4 og 5 m/s.

Figur 5-27 gir et eksempel på prinsipløsning ved bekkekryssingen.





Figur 5-27. Eksempel på prinsippløsning for bekkekryssing ved profil 34700.

#### Nedbørfelt og dimensjonerende flom

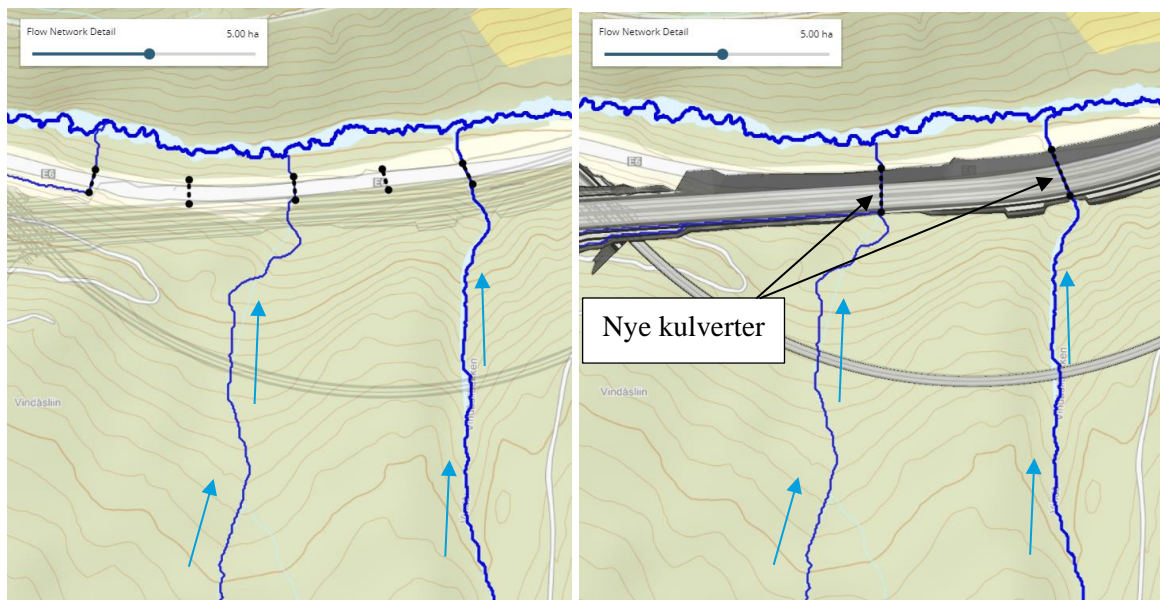
Nedbørfeltet har et areal på ca. 2,0 km<sup>2</sup>. Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til 4,5 m<sup>3</sup>/s.

#### Ny situasjon – dimensjonering og design av ny kulvert

For å kunne håndtere en 200-års flomhendelse med klima vil behovet være en Ø1800 mm kulvert under lokalvei. Innløp tilpasses bunnen av veigrøften og senkes tilsvarende slik at topp kulvert får minimum 1 meters overdekning til veibane. Dette gjelder spesielt lokalveien.

#### **5.5.3 Konsekvenser for avrenningsituasjon**

Det er kjørt avrenningsanalyser for både dagens situasjon og planlagt situasjon, jf. Figur 5-28. Det er ingen/minimale endringer på eksisterende vannveier i forhold til ny planlagt E6.

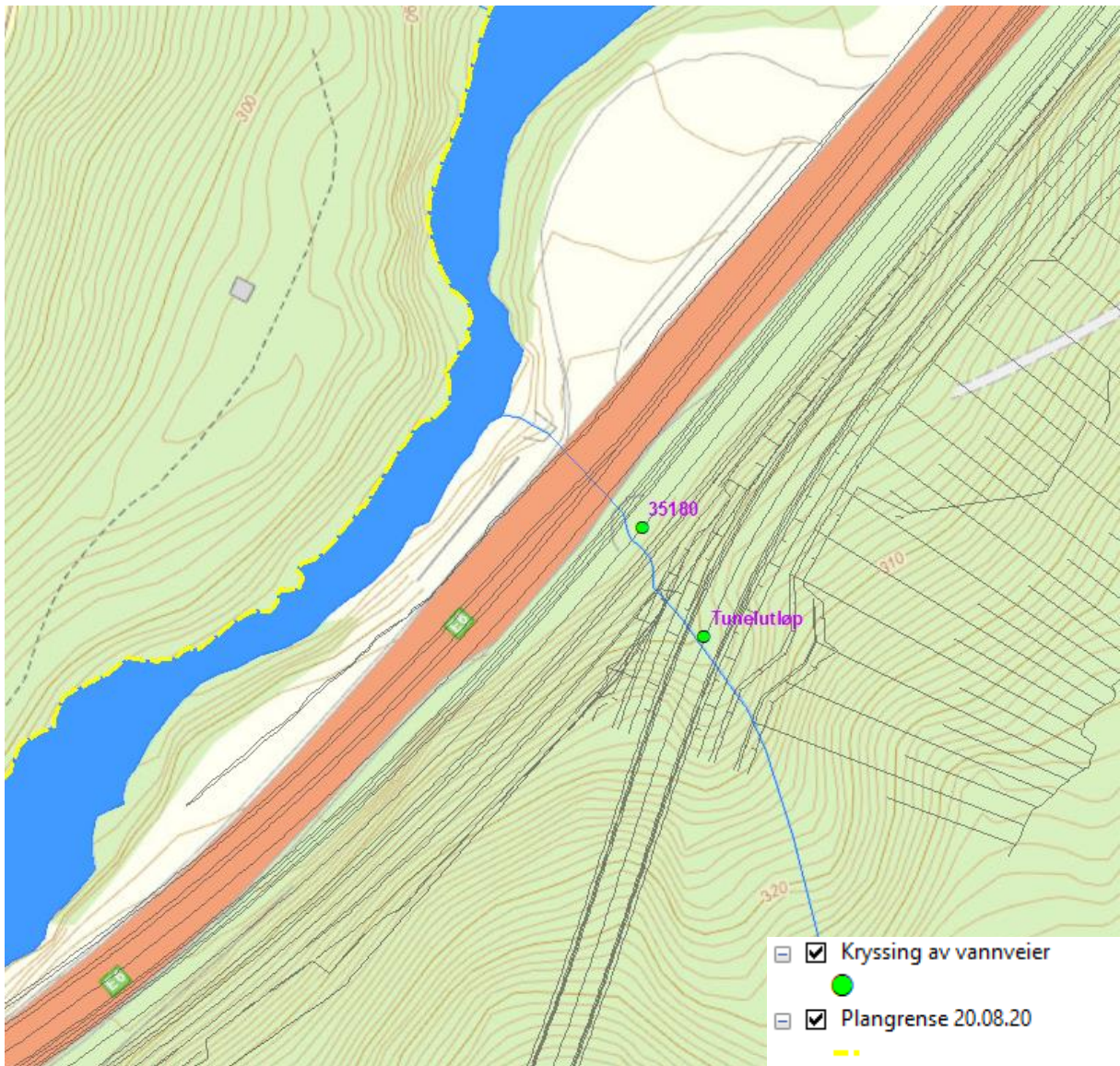


Figur 5-28. Avrenningsanalyse av dagens situasjon (venstre) og planlagt situasjon (høyre) med kulvert under ny E6.

## 5.6 Kryssing 6 – Bekk 3 (ID. fra Vannmiljø) ved tunnelinnslag øst (p35180)

### 5.6.1 Eksisterende situasjon

Ved planlagt tunnelinnslag i øst renner det en bekk over tunnel og krysser ny planlagt E6 ved ca. profil 35180. Figur 5-29 gir en oversikt over eksisterende situasjon ved kryssingen, inkludert eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) og siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).



Figur 5-29. Eksisterende forhold med veiplan og eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) ved profil 35180.

Ifølge vegkartet til Statens vegvesen heter eksisterende kulvert ved profil 35180 Stenebekkulvert. Kulverten er definert som bru i fylling. Bruen er av betong og har en lengde på 3,4 m (Vegkart.no).

### 5.6.2 Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering

Planlagt tiltak er en sammenhengende kulvert under ny E6 og under ny lokalvei ved profil 35180 samt omlegging av eksisterende bekk. jf. Figur 5-30. Under gjennomgås kort

grunnlagsdata og dimensjonering/design av bekkekryssingen. For detaljerte grunnlagsdata se vedlegg 1.



Figur 5-30. Oversikt over tiltak ved profil 35180.

### 5.6.2.1 Nedbørfelt og dimensjonerende flom

Nedbørfeltet har et areal på ca. 0,5 km<sup>2</sup>. Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til 2,8 m<sup>3</sup>/s.

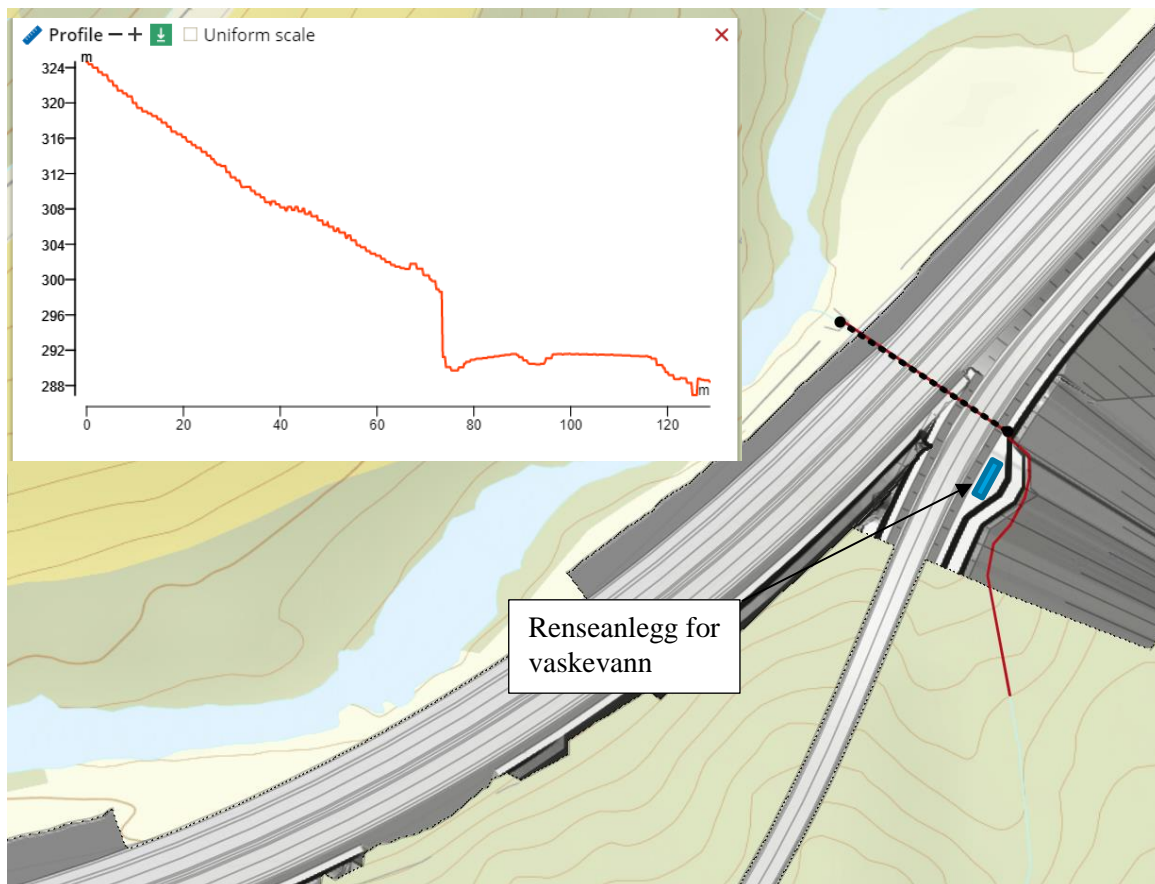
### Ny kulvert – dimensjonering og design av ny kulvert

For å kunne håndtere en 200-års flomhendelse med klima vil behovet være en Ø1400 mm kulvert. Innløp tilpasses bunnen av veigrøften og senkes tilsvarende slik at topp kulvert får minimum 1 meters overdekning til veibane. Kulverten har en lengde på ca. 50 m.

### Omlegging av bekk pga. renseanlegg for vaskevann (tunnel)

For planlagt tunnel, med fall/synk mot nordøst, er det naturlig å etablere renseanlegget for vaskevann ved eller nær tunnelinnslaget i øst, ca. ved profil 35180. Utslippspunkt i elva må vurderes særskilt i detaljfasen.

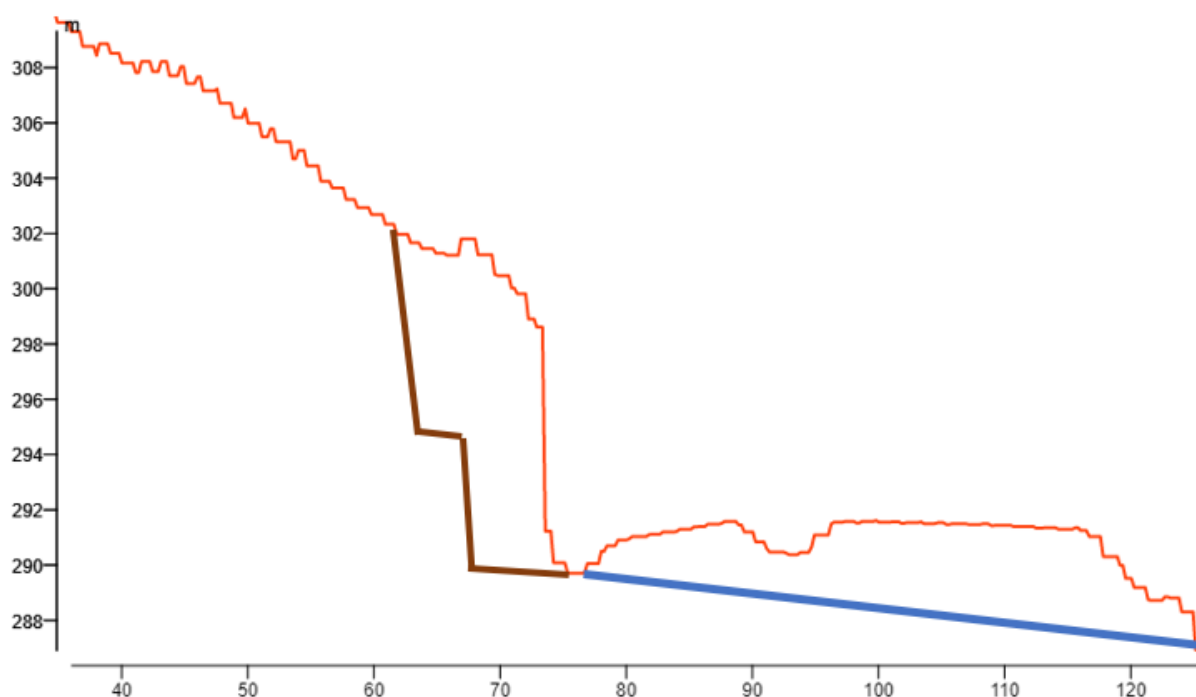
På grunn av renseanleggets plassering bør eksisterende bekk legges om, jf. Figur 5-31. Ny kulvert bør plasseres slik at eventuelt rensset vaskevann kan føres inn i kulverten for trygg føring ut i Ila.



Figur 5-31. Forslag til bekkeomlegging (rød linje) og renseanlegg for vaskevann.

Figur 5-31 viser at planlagt fjellskjæring av ny E6 er på ca. 9,5 m dypt. På oppstrøms side (sørøst) av kulverten må fjellskjæringen være bredere/lengere mot sørøst enn veiens behov (med grøft), blant annet for å kompensere for kastelengden til vann/elv ved flomstor elv (fossefall). **I detaljfasen er det viktig at den reelle kastelengde beregnes, og at det settes av god plass for både kastelengde og etterfølgende sone for energidreping og få roligere strømningsforhold før kryssing av vei i stikkrenne(r).** Grovt sett bør det settes av en innløpssone/kanal med lite fall (1 %) på minimum 7,5 meter mellom start fjellskjæring og veigrøft (såkalt fanggrøft vedrørende steinsprang, men her må også kastelengde og energidreping av bekk medtas). Fjellskjæringen vil ha en sidehelling på ca. 10:1. Prinsipløsning oppstrøms ny veiskjæring er grovt skissert i Figur 5-26.

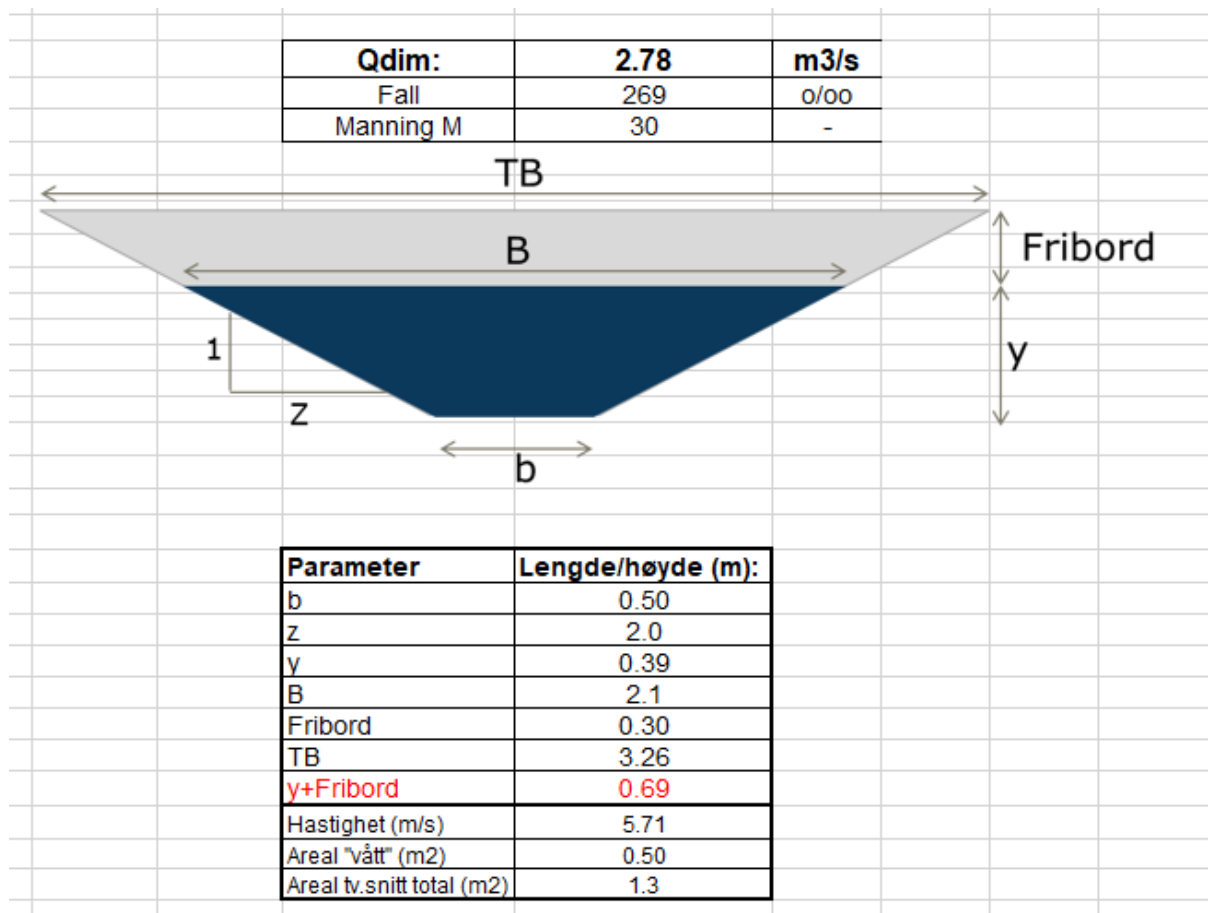
Figur 5-32 gir et eksempel på prinsipløsning ved bekkekryssingen.



Figur 5-32. Eksempel på prinsipløsning for bekkekryssing ved profil 35180.

Nytt bekkeløp for bekkeomlegging:

Dimensjonering av nytt bekketverrsnitt er basert på normalstrømning ved bruk av Mannings formel. Eksempel på bekkeprofil som vil håndtere dimensjonerende bekkevann (Q200+klima) er vist i Figur 5-33. Med ca. 270 ‰ fall vil vanndybden i bekken for dimensjonerende vannmengde på ca. 2,8 m<sup>3</sup>/s, være ca. 0,7 m (inkl. fribord på 0,3 m).

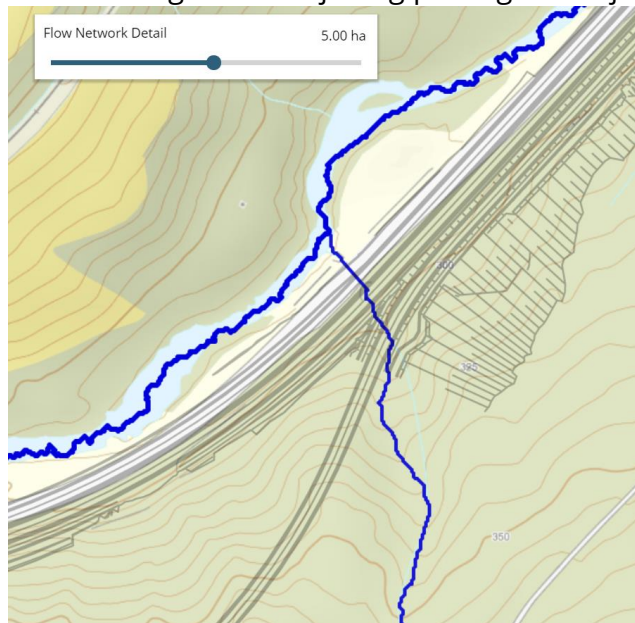


Figur 5-33. Eksempel på tverrprofil/tverrsnitt for omlegging av bekk.

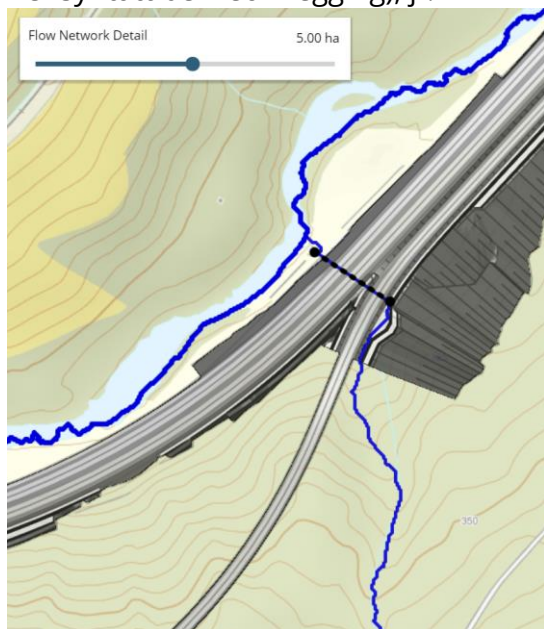
Erosjonssikring av bekkeløp utføres nærmere i detaljprosjekteringen.

### 5.6.3 Konsekvenser for avrennings situasjon

Det er kjørt avrenningsanalyser for både dagens situasjon og planlagt situasjon (uten å

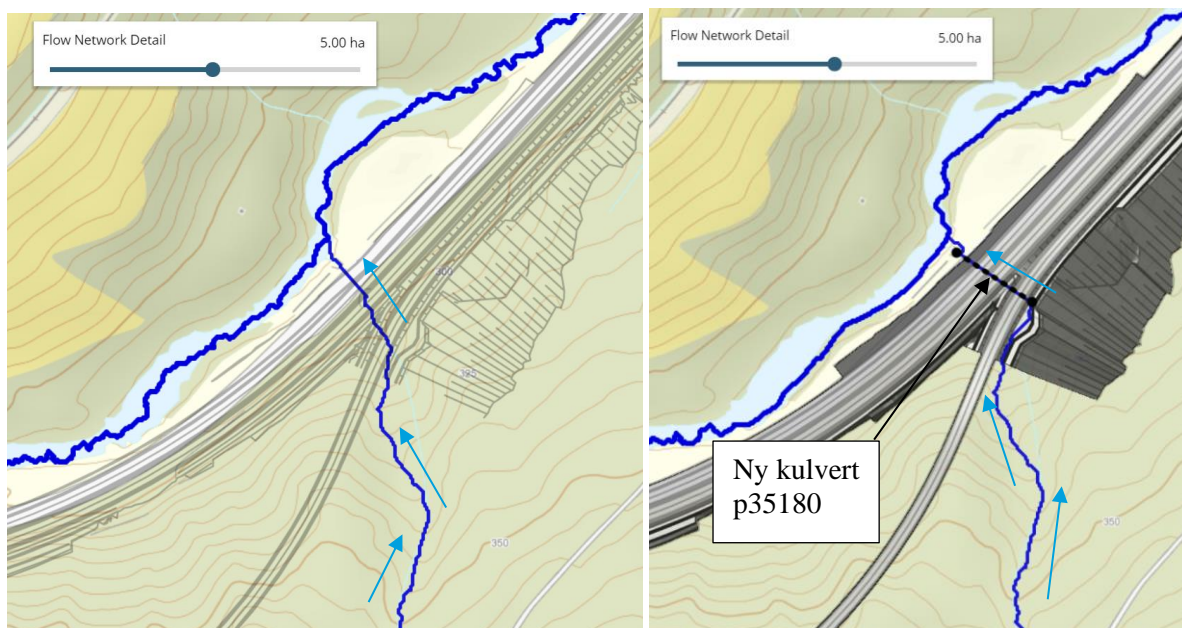


hensyntatt bekkeomlegging), jf.



Figur 5-34. Det er ingen/minimale endringer på eksisterende vannveier i forhold til ny planlagt E6.





Figur 5-34. Avrenningsanalyse av dagens situasjon (venstre) og planlagt situasjon (høyre) med kulvert under ny E6.

## **5.7 Kryssing 7 og 8 - Oppgradering av Vindåslibruabrua (p35470) (bekk 1 ID. fra Vannmiljø) og Kryssing av ny sidevei (bekk 2 ID. fra Vannmiljø)**

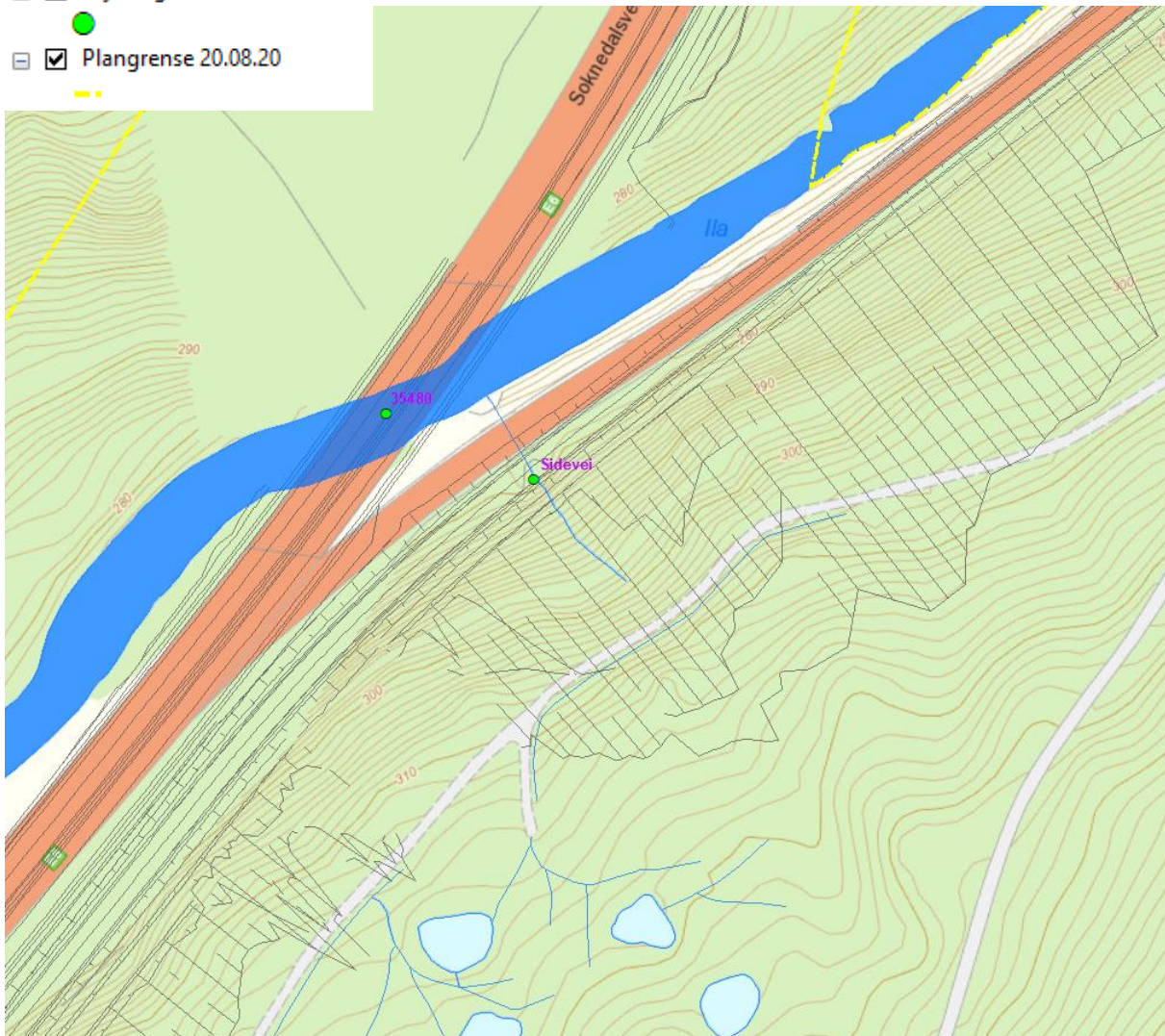
### **5.7.1 Eksisterende situasjon**

Under Vindåslibrua renner elva Ila. Ved lokalveien/sideveien til Vindåslibrua er det en kulvert som fører en lokal bekk nedstrøms trygt ned i Ila.

Figur 5-35 gir en oversikt over eksisterende situasjon ved kryssingen, inkludert eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) og siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).

Kryssing av vannveier

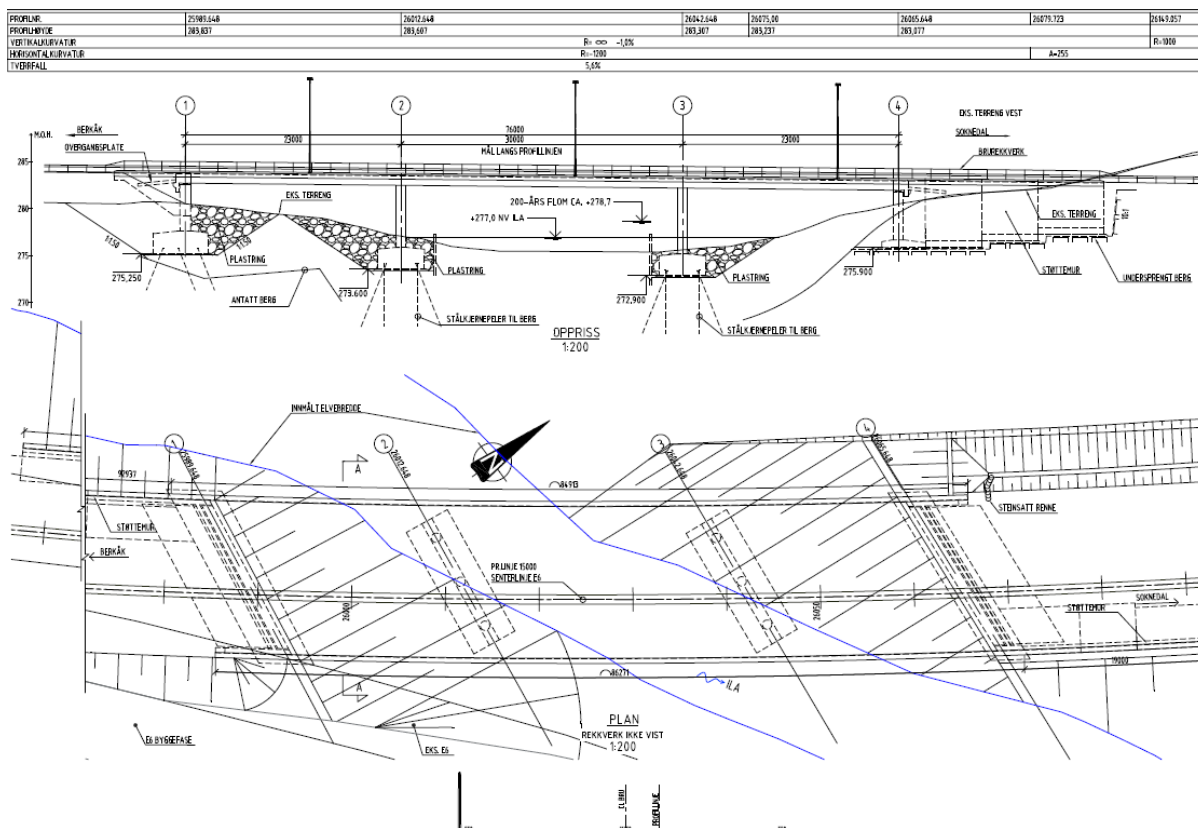
Plangrense 20.08.20



Figur 5-35. Eksisterende forhold med veiplan og eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) ved sidevei/lokalvei ved Vindåslibrua.

Det er ikke registrert data på eksisterende kulvert ved sideveien/lokalveien til Vindåslibrua.

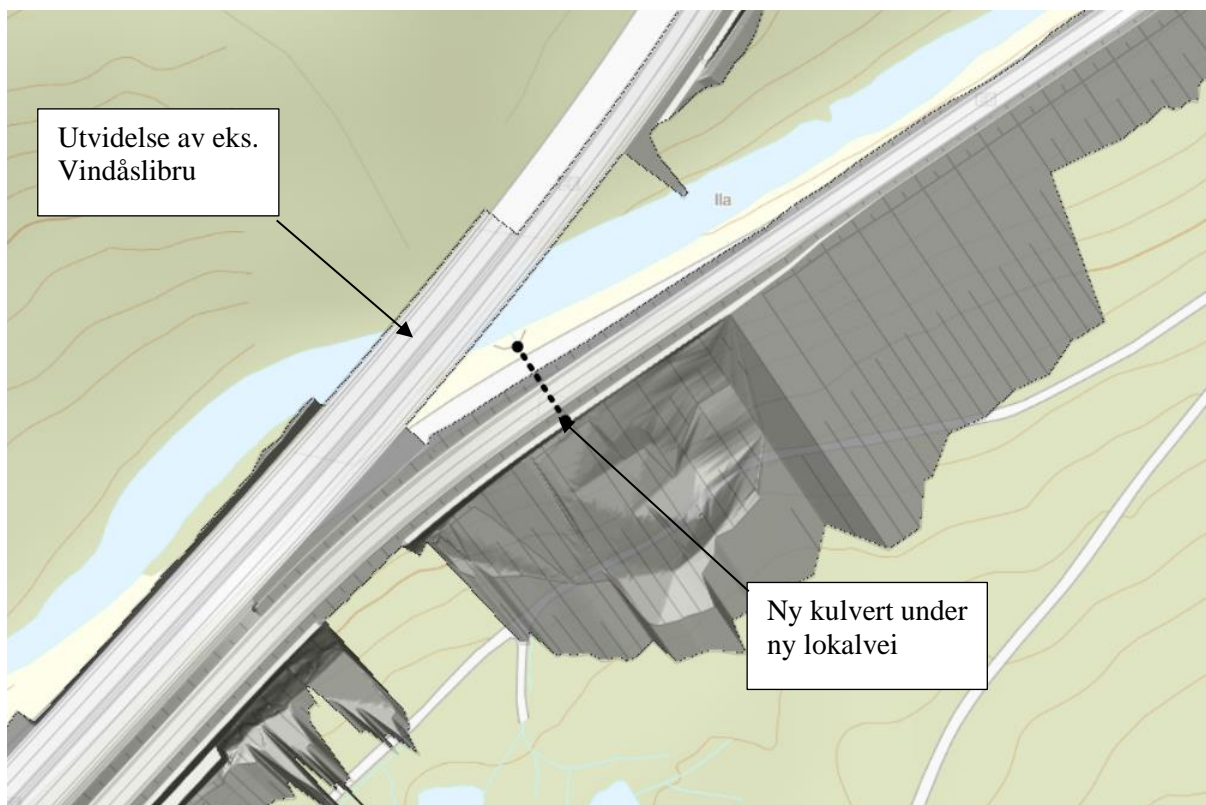
Vindåslibrua er ei helt ny E6-bru som krysser elva Ila nederst i Vindåslia. Den ligger i en slak sving og er ca. 80 meter lang og 17 meter bred. Brua har tre kjørefelt; to sørover og ett mot nord, se figur 5-36.



Figur 5-36. K510 Vindalslibrua som utført. Kilde: Sweco Norge AS, datert 20.11.2019.

### 5.7.2 Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering

Planlagt tiltak er oppgradering av Vindåslibrua samt kulvert under ny lokalvei/sidevei jf. Figur 5-37. Kulverten har en lengde på ca. 25 m. Under gjennomgås kort grunnlagsdata og dimensjonering/design av bekkekrussingen. For detaljerte grunnlagsdata se vedlegg 1.



Figur 5-37. Oversikt over tiltak ved profil 35470.

### **5.7.2.1 Ny stikkrenne under ny lokalvei/sidevei**

Det er planlagt ny kulvert under ny lokalvei/sidevei med en lengde på ca. 25 m, jf. Figur 5-37.

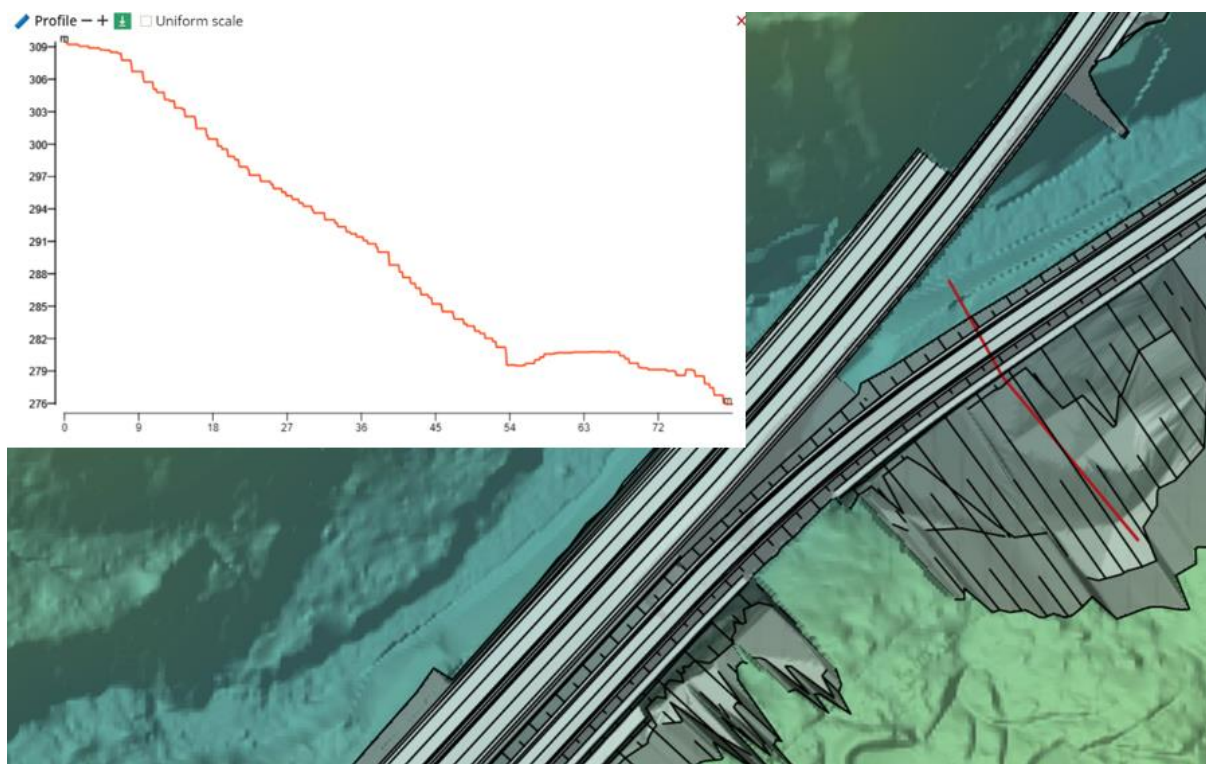
#### Nedbørfelt og dimensjonerende flom

Nedbørfeltet har et areal på ca. 0,45 km<sup>2</sup>. Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til 1,8 m<sup>3</sup>/s.

#### Ny situasjon – dimensjonering og design av ny kulvert

For å kunne håndtere en 200-års flomhendelse med klima vil behovet være en Ø1200 mm kulvert under lokalvei. Innløp tilpasses bunnen av veigrøften og senkes tilsvarende slik at topp kulvert får minimum 1 meters overdekning til veibane.

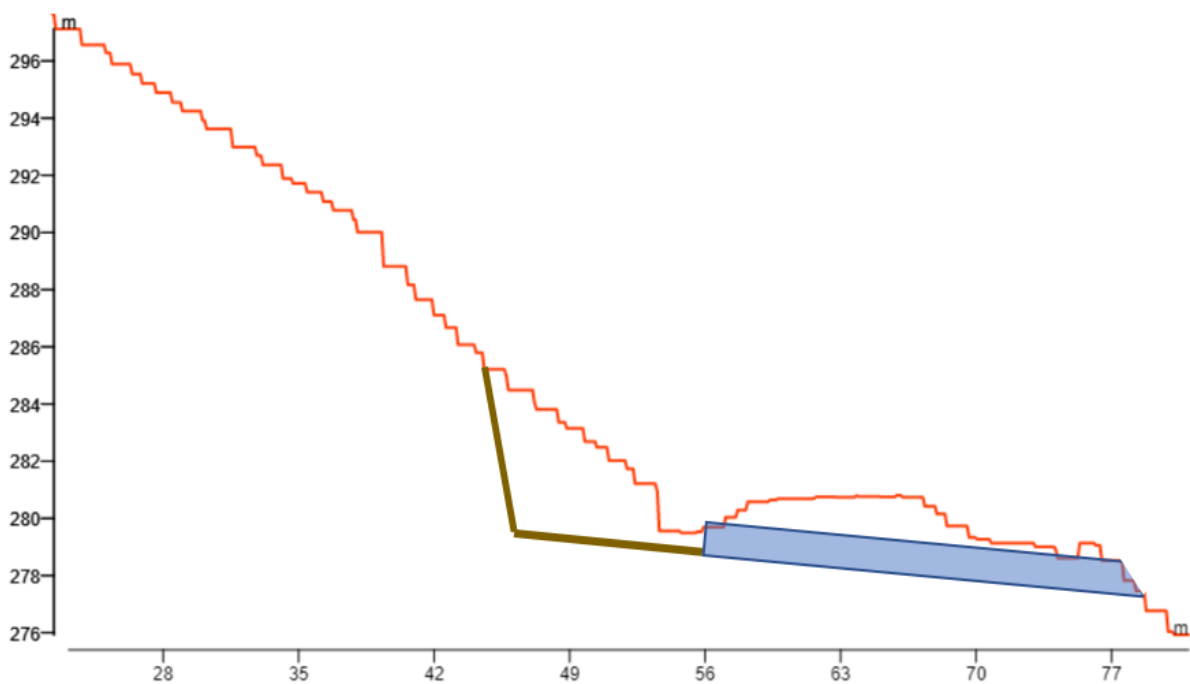
Det er planlagt dypt fjellskjæring ved ny E6, jf. Figur 5-38.



Figur 5-38. Planlagt fjellskjæring ved ny lokalvei.

På oppstrøms side (sørøst) av kulverten må fjellskjæringen være bredere/lengere mot sørøst enn veiens behov (med grøft), blant annet for å kompensere for kastelengden til vann/elv ved flomstor elv (fossefall). **I detaljfasen er det viktig at den reelle kastelengde beregnes, og at det settes av god plass for både kastelengde og etterfølgende sone for energidreping og få roligere strømningsforhold før kryssing av vei i stikkrenne(r).** Grovt sett bør det settes av en innløpssone/kanal med lite fall (1 %) på minimum 7,5 meter mellom start fjellskjæring og veigrøft (såkalt fanggrøft vedrørende steinsprang, men her må også kastelengde og energidreping av bekk medtas). Fjellskjæringen vil ha en sidehelning på ca. 10:1. Prinsipløsning oppstrøms ny veiskjæring er grovt skissert i Figur 5-26.

Figur 5-39 gir et eksempel på prinsipløsning ved bekkekryssingen.



Figur 5-39. Eksempel på prinsippløsning for bekkekryssing ved ny lokalvei/sidevei.

### 5.7.2.1 Oppgradering av Vindåslibrua

Det er planlagt utvidelse av Vindåslibrua, jf. Figur 5-37.

#### Nedbørfelt og dimensjonerende flom

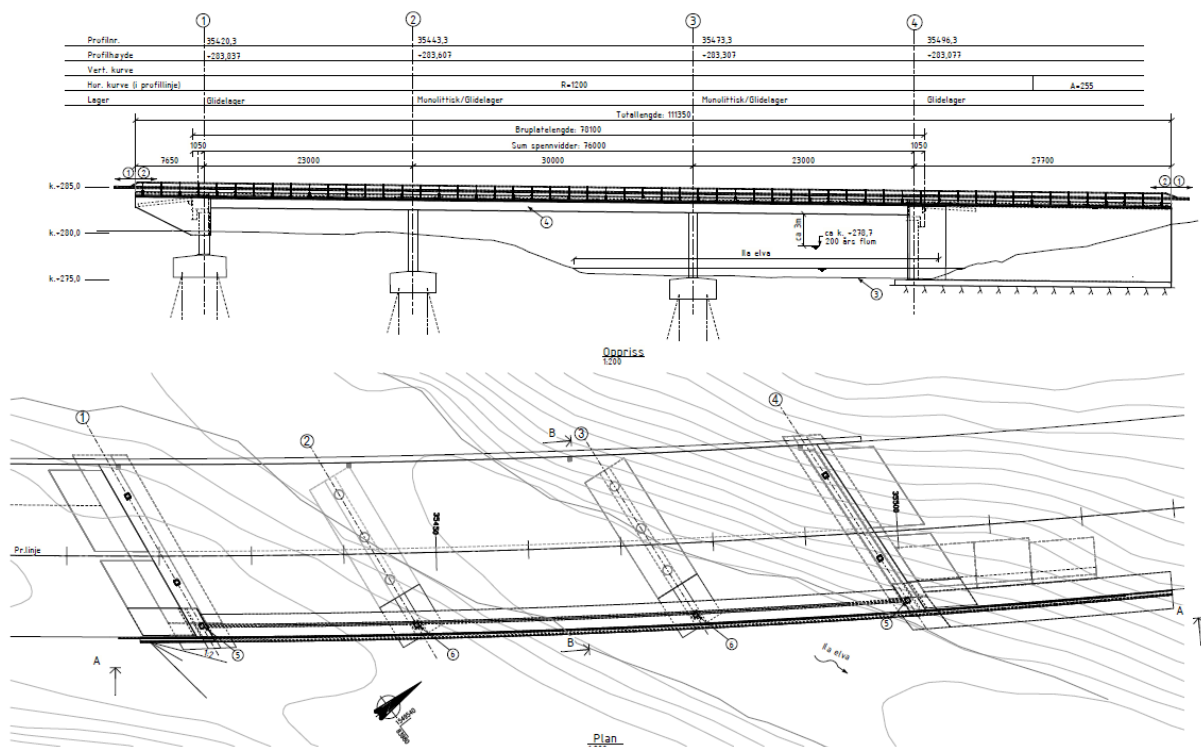
Nedbørfeltet har et areal på ca. 146 km<sup>2</sup> (Kilde: Sweco, 2015)

I rapporten «*Ny E6 Ulsberg – Vindåsliene – Korporalsbrua – Støren. Kapasitetsberegning for bru og kulvert til elv og bekkekryssing*» har Sweco beregnet 200-års- flomvannføring i elva til 159 m<sup>3</sup>/s inkl. klimafaktor på 1,5 (skalert fra Sokna) (Sweco, 2015). Flomverdien ved Sokna ved Støren ( Bævre, 2001 og Pettersson, 2000) er også anvendt og skalert. Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er beregnet til 169 m<sup>3</sup>/s, jf. vedlegg 1.

#### Planlagt situasjon

Eksisterende Vindåslibru er planlagt utvidet med ett felt, slik at den får to felt i hver kjøreretning. Planlagt utvidelse skjer mot øst, hvilket medfører at det nordøstlige landkar vil utvides ned mot elva, samt en ny pilar i elveløpet, som i sum vil redusere tilgjengelig flomtvversnitt under brua noe. Konsekvensene av dette er analysert og beregnet.

Se figur 5-40 og 5.41.

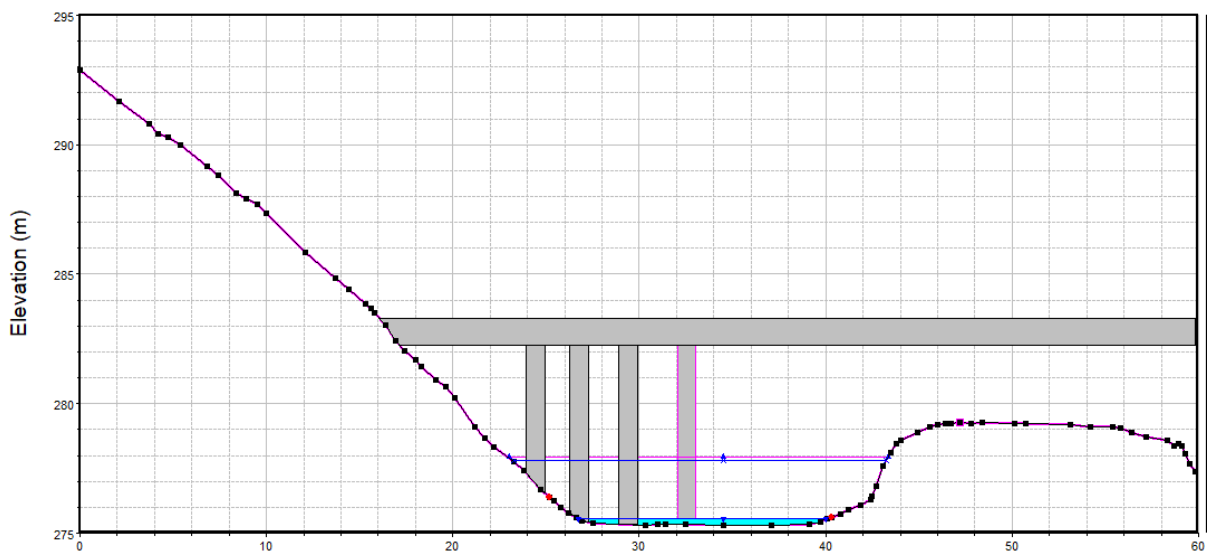
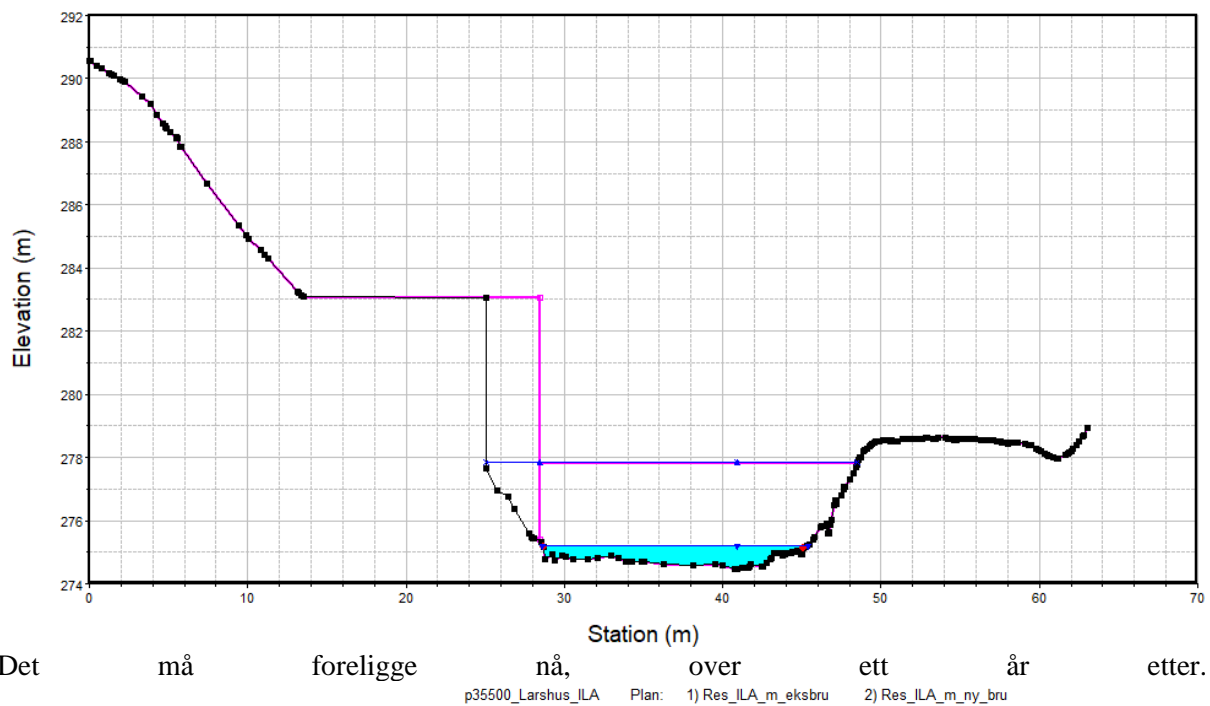


Figur 5-40. Tegning av prosjektert utvidelse av eksisterende bru. Datert 30.06.2020.



Figur 5-41. Planlagt plassering av ny brupilar/søyle samt utvidet landkar (nedstrøms, nordøst).

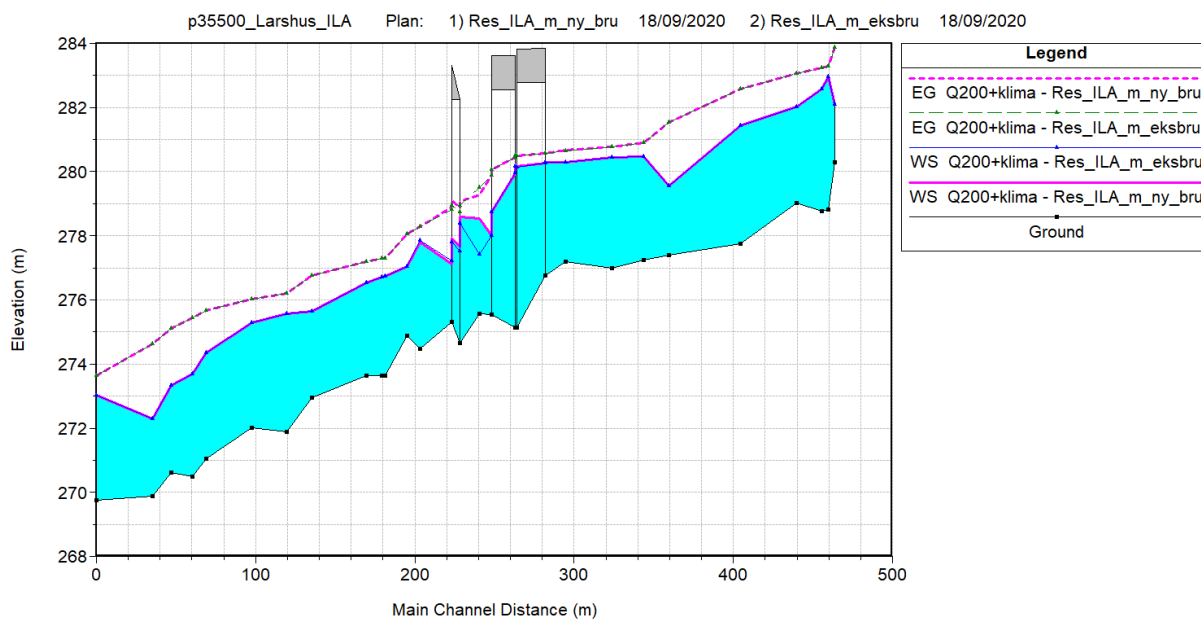
Utvidelsen av brua i form av nye brupilarer og utvidede landkar er inkludert i ny elvemodell, basert på prosjektert og planlagt utvidet løsning. Figur 5-42 viser utvalgte tverrprofiler i oppdatert elvemodell med nye pilarer og utvidet landkar.



Figur 5-42. Utvalgte tverrprofiler i ny og oppdatert elvemodell som viser utvidet landkar i nordøst samt 1 ekstra brupilar i elveløpet. (Ny bru-konstruksjon og 200 års vannlinje i rosa).

Nye vannlinjeberegninger er basert på eksisterende terreng før Vindalslibrua ble bygd, tegninger av prosjektert bru av Vindalslibru med utvidelse, samt SWECOs innmålinger datert 20.11.2014. («Som bygget» innmåling av elveprofiler er ikke tilgjengelig per dd., forutsetter at topp ny erosjonssikring er lagt på samme nivå som tidligere elv).





Figur 5-43. Vannlinjeberegninger for dagens situasjon (blå linje) og ny situasjon (rosa linje).

Nye vannlinjeberegninger hvor prosjerterte bru-konstruksjoner er innlagt i henhold til plassering, viser at dimensjonerende 200-årsflom havner på ca. kote 280,3 moh. ved passering første landkar, ca. kote 278,4 moh. ved østligste pilar-rekke og ca. kote 277,8 moh. ved nedstrøms landkar. Prosjertert underkant bru oppstrøms ligger på ca. kote 282,8 m, altså er det en klaring mellom flomvannstand og UK bru på hele 2,6 meter.

Sweco har tidligere beregnet betydelig lavere 200-årsvannlinje på ca. kote 278,2 moh. med ny bru, altså ca. 1,6 meter lavere enn oppdatert modell. Hovedårsaken er trolig at Rambøll har plassert oppstrøms landkar lengere oppstrøms (mot vest) hvor bunn elv ligger ca. 1,65 meter høyere, hvilket samsvarer med prosjertert plassering.

#### Ny utvidet bru:

Vannstandsni vået ved Q200+ klima, ved bruas innløp, er beregnet til ca. kt. +280,3 m og energilinje er på kt. +280.6 m, altså ingen forskjell fra eksisterende bru. Ved innløpet ligger underkant eksisterende bru på kt. + 282,8 m. Fra energilinja er det fortsatt 1,64 m før vannet når underkant bru. Videre nedstrøms viser beregningene noe økning i flomvannstand, ca. 20 cm ved nedre pilar-rekke og kun ca. 5 cm ved nedre landkar som får en utvidelse mot elva.

Beregningene viser dermed at utvidelsen av brua vil ha marginal effekt på 200-årsflomnivå.

Beregningene viser imidlertid strykende og overkritisk strømning ved dimensjonerende flom, og høye hastigheter forbi brua og dens landkar og brupilarer. Beregnet hastighet

er opp mot 4,2 m/s ved pilarene og opp mot 6 m/s rett nedstrøms. Dette betyr at brukonstruksjoner og elvebunn må motså sterke erosjonskrefter. Dette må hensyntas under detaljprosjekteringen ved å etablere solid sikring/plastring rundt brukonstruksjonene og i elv.

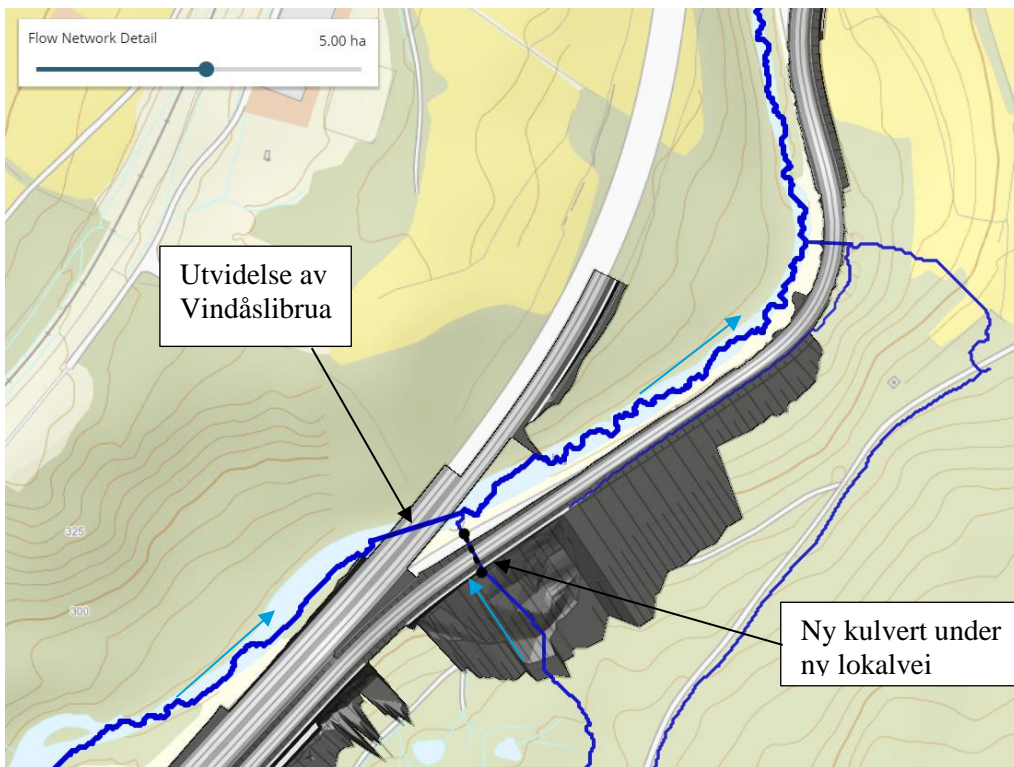
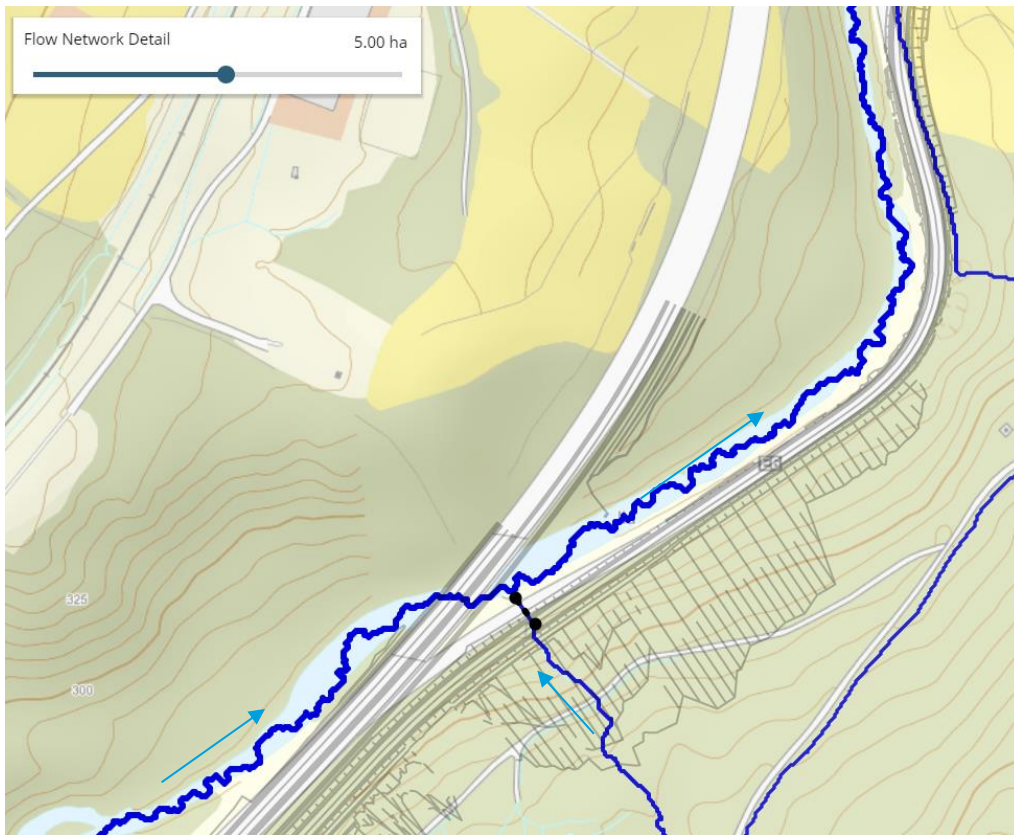
I detaljfasen anbefales det videre å utføre innmålinger av eksisterende bru og kritiske tverrprofiler av elveløp (as-build-innmålinger) med etterfølgende nye beregninger (nye vannlinjer og hastighetsprofiler ved søyler og brukar), som grunnlag for å beregne nødvendig erosjonssikring av elv og konstruksjoner, samt sikre tilfredsstillende sikkerhetskrav ift. myndighetskrav (blant annet 0,5 meter klaring mot overbygning, samt sikkerhetsmargin mot lokal vei).

#### Erosjonssikring

I detaljfasen vil erosjonssikring bli vurdert og dimensjonert, blant annet basert på oppdaterte innmålinger, hastighets/dybdeberegninger og befarings/observasjoner. Dette er særlig viktig for de flomutsatte konstruksjonene til Vindalslibrua (landkar og pilarer) hvor det vil oppstå sterke erosjonskrefter ved flom.

#### **5.7.3 Konsekvenser for avrennings situasjon**

Det er kjørt avrenningsanalyser for både dagens situasjon og planlagt situasjon, jf. Figur 5-44. Det er ingen/minimale endringer på eksisterende vannveier i forhold til ny planlagt E6.

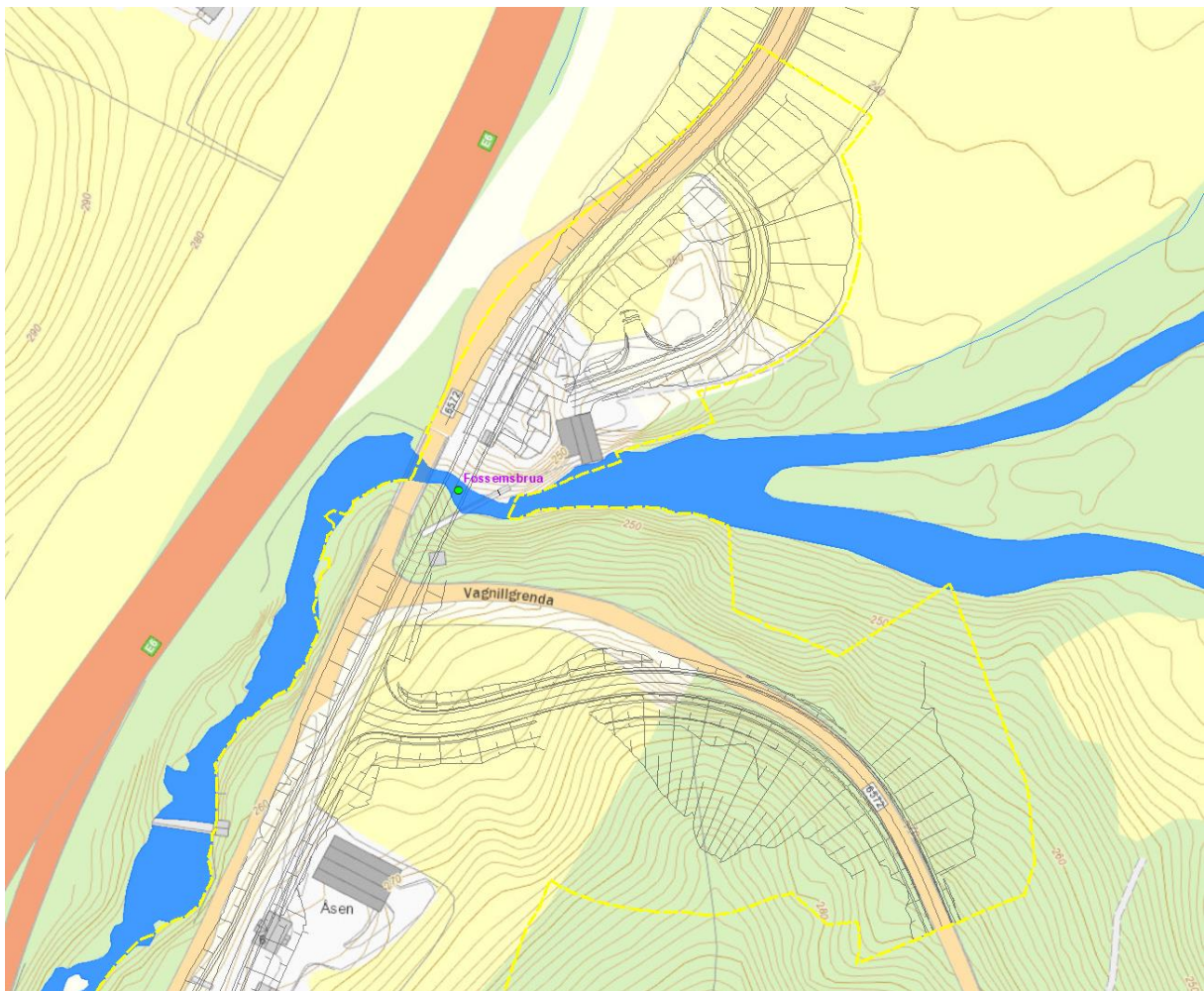


Figur 5-44. Avrenningsanalyse av dagens situasjon (øverst) og planlagt situasjon (nederst) ved 35470.

## 5.8 Kryssing 9 – Ila-elv ved Fossemsbrua (bekk 1 ID. fra Vanmiljø)

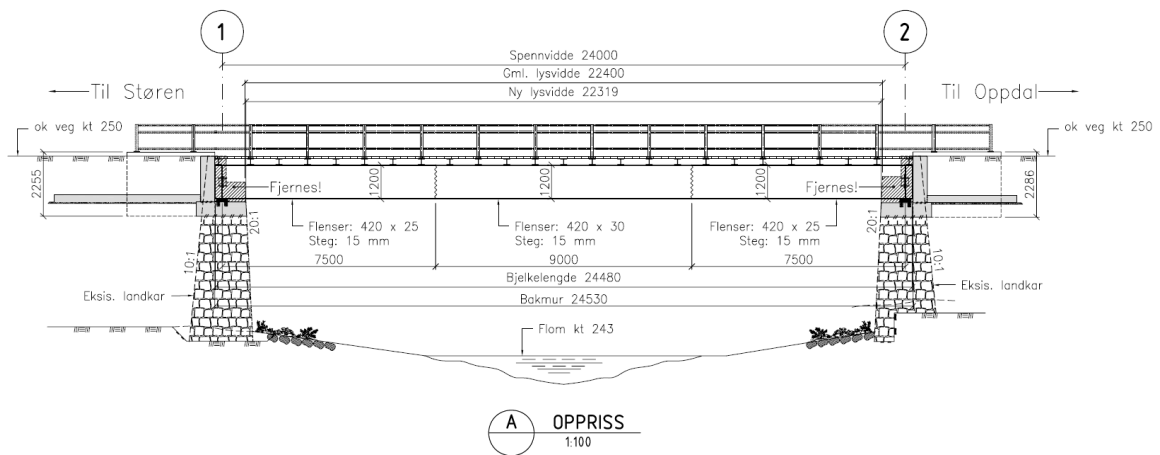
### 5.8.1 Eksisterende situasjon

Under Fossemsbrua renner elva Ila. Figur 5-45 gir en oversikt over eksisterende situasjon ved kryssingen, inkludert eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) og siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).



Figur 5-45. Eksisterende forhold med veiplan og eksisterende vanntema (FKB/Elvenett) ved Fossemsbrua.

Ifølge Vegkart har dagens bru en spennvidde på 24 m. Figur 5-46 gir en skisse over dagens bru.

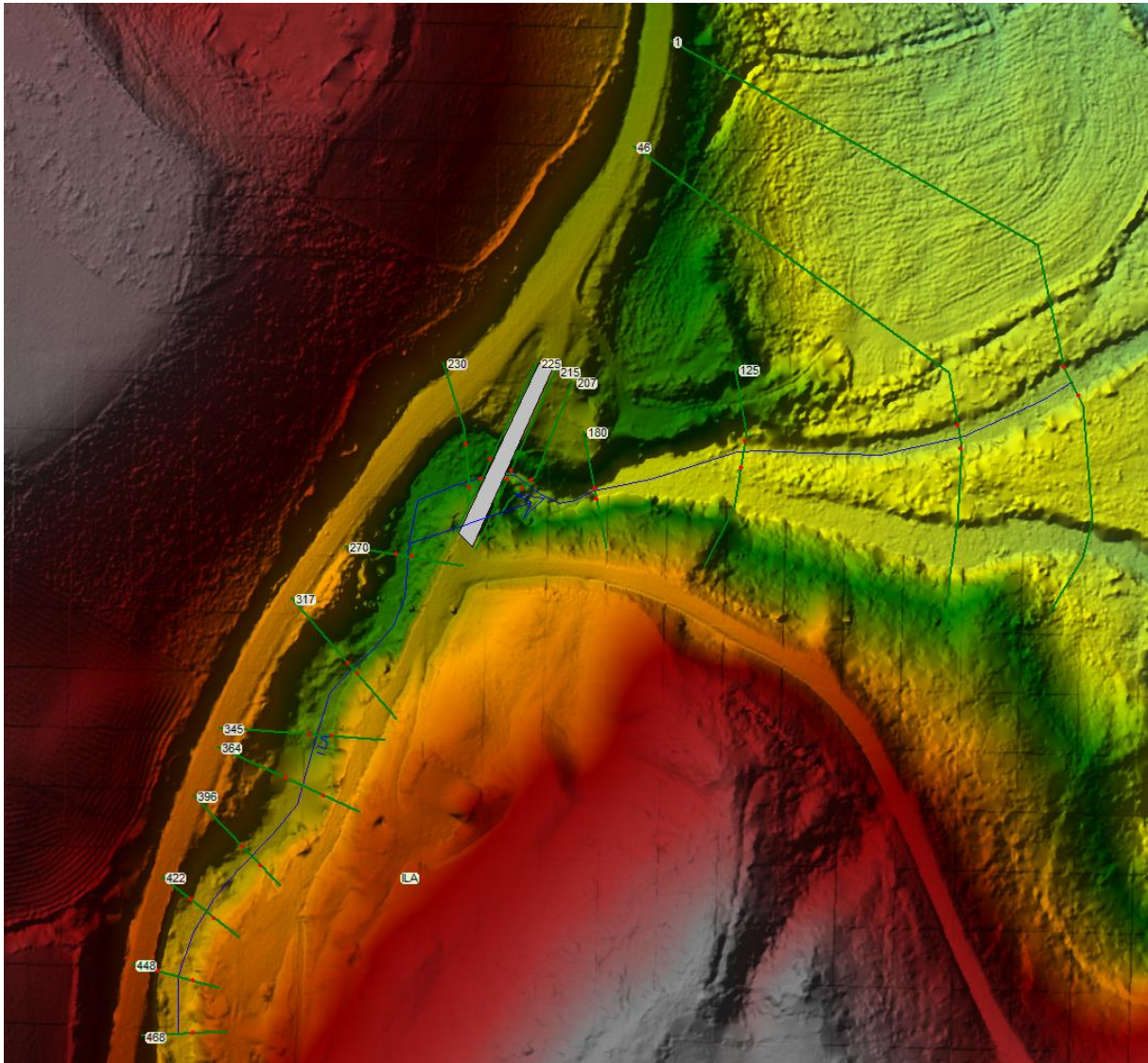


Figur 5-46. Tegning av eksisterende bru.

### 5.8.1.1 Vannlinjeberegninger for eksisterende situasjon

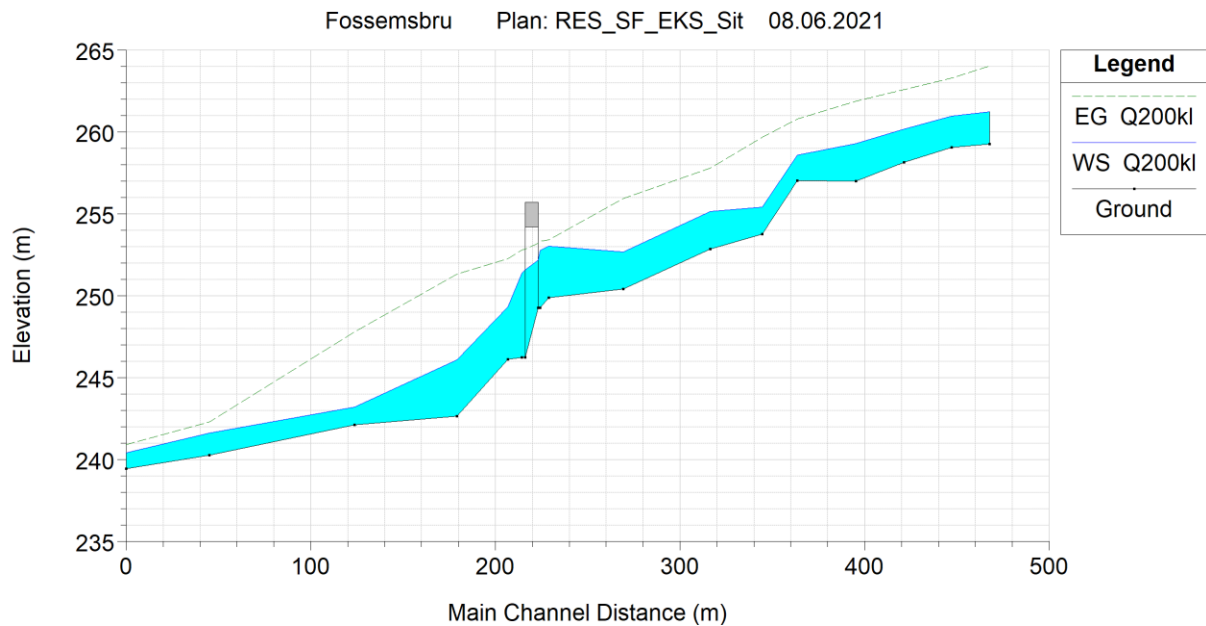
Det ble utført en 1D HEC-RAS-modell for tiltaket. HEC-RAS-modellen skal dokumentere om eksisterende elveprofil og brukonstruksjon kan håndtere dimensjonerende vannmengde og for å vurdere flomutbredelsen.

HEC-RAS 1D-modell er basert på laserdata. Totalt er det benyttet 16 profiler. Hele analyseområdet er i underkant 500 m lang. Figur 5-47 viser modellens utstrekning og profiler. Eksisterende Fossemsbru ligger mellom tverrprofil 215 og 225.



Figur 5-47. 1D HEC-RAS-modell av Fossemsbrua for eksisterende situasjon. Grønne linjer er tverrprofiler. Blå linje er senterlinje elv basert på terrengmodell. Røde prikker indikerer elvekant.

Vannlinjeberegninger viser at dagens elveprofil og bru har kapasitet til å ta unna en 200-årsflom med klimapåslag, jf. Figur 5-48. Vannlinjen er beregnet til ca. kt. 252,75 m rett oppstrøms brua. Beregnet energilinje er på ca. kt. +253,4 m. Underkant bru er satt lik kt. +254,2 m. I forhold til vannlinjen er det ca. 1,45 m klaring mot UK bru.



Figur 5-48. Beregnet vannlinje for 200-års elveflom i Ila ved Fossemsbrua for eksisterende situasjon.

Figur 5-49 viser flomutbredelsen ved Fossemsbrua ved en 200-årsflom med klima- og sikkerhetsfaktor for eksisterende situasjon. Flomsoneberegninger viser at det vernede kraftstasjonsbygget ligger så lavt ned mot elva at deler av bygget kommer innenfor dagens flomsone.



Figur 5-49. Beregnet flomutbredelse ved Fossemsbrua, som følge av 200-års med klima- og sikkerhetsfaktor for eksisterende situasjon.

### **5.8.2 Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering**

Det planlegges ny bru rett nedstrøms Fossemsbrua, hvor det også er en fredet eldre kraftstasjon på nordsiden av elvebredden. Det er to alternativer som planlegges for brua:

- 1) Landkar med 2 brupilarer og
- 2) Landkar med kortere spenn og uten pilarer.

#### 5.8.2.1 Nedbørfelt og dimensjonerende flom

Nedbørfeltet har et areal på ca. 147 km<sup>2</sup>.

Dimensjonerende 200-årsflom inklusive klima- og sikkerhetsfaktor er basert på forholdstallet på nedbørfeltet til Vindåslibrua og Fossemsbrua. Dimensjonerende 200-årsflom er beregnet til 170,4 m<sup>3</sup>/s, jf. vedlegg 1.

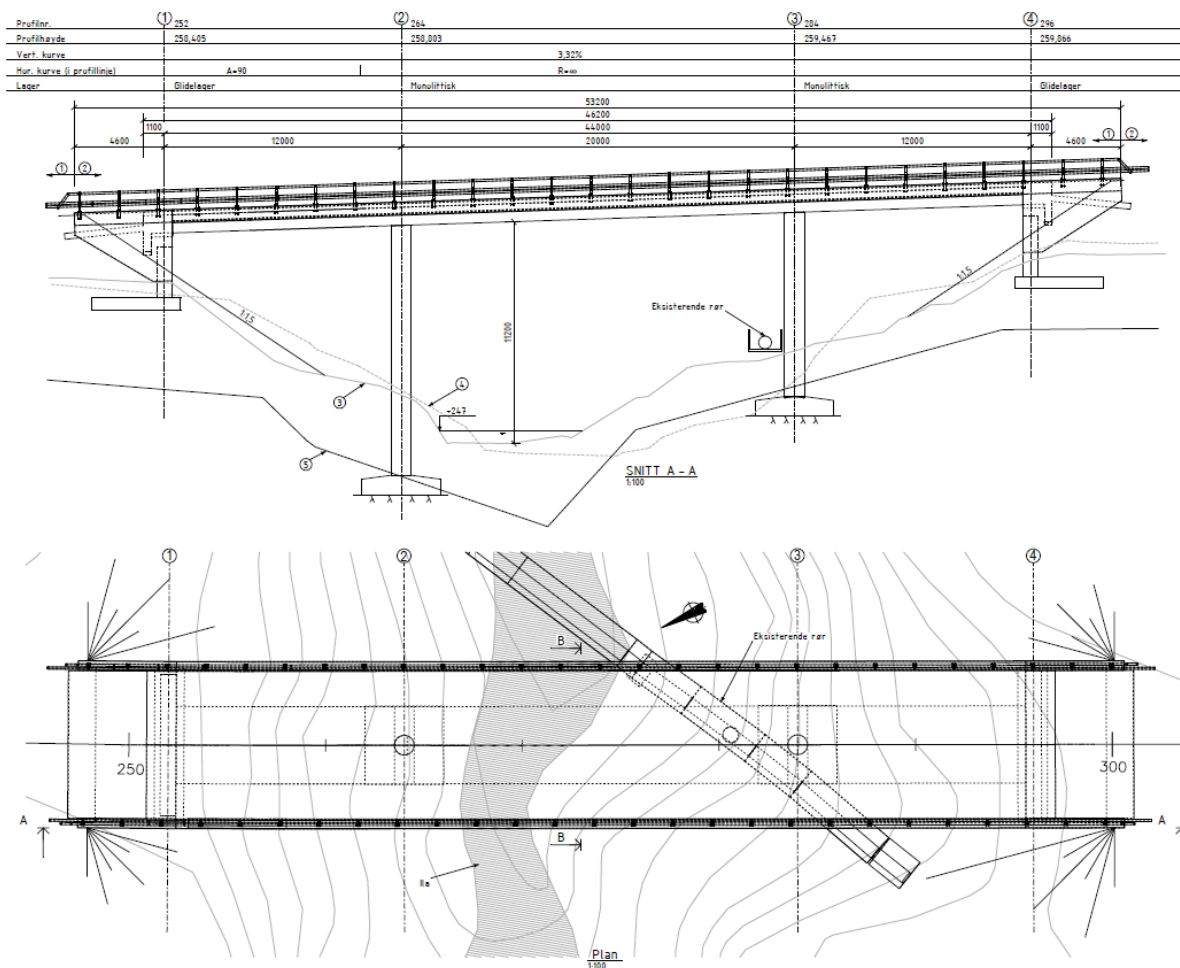
#### 5.8.2.2 Planlagt situasjon

Det er to alternativer som planlegges for Fossemsbrua:

#### Vannlinjeberegninger for alternativ 1 Fossemsbru med 2 brupilarer

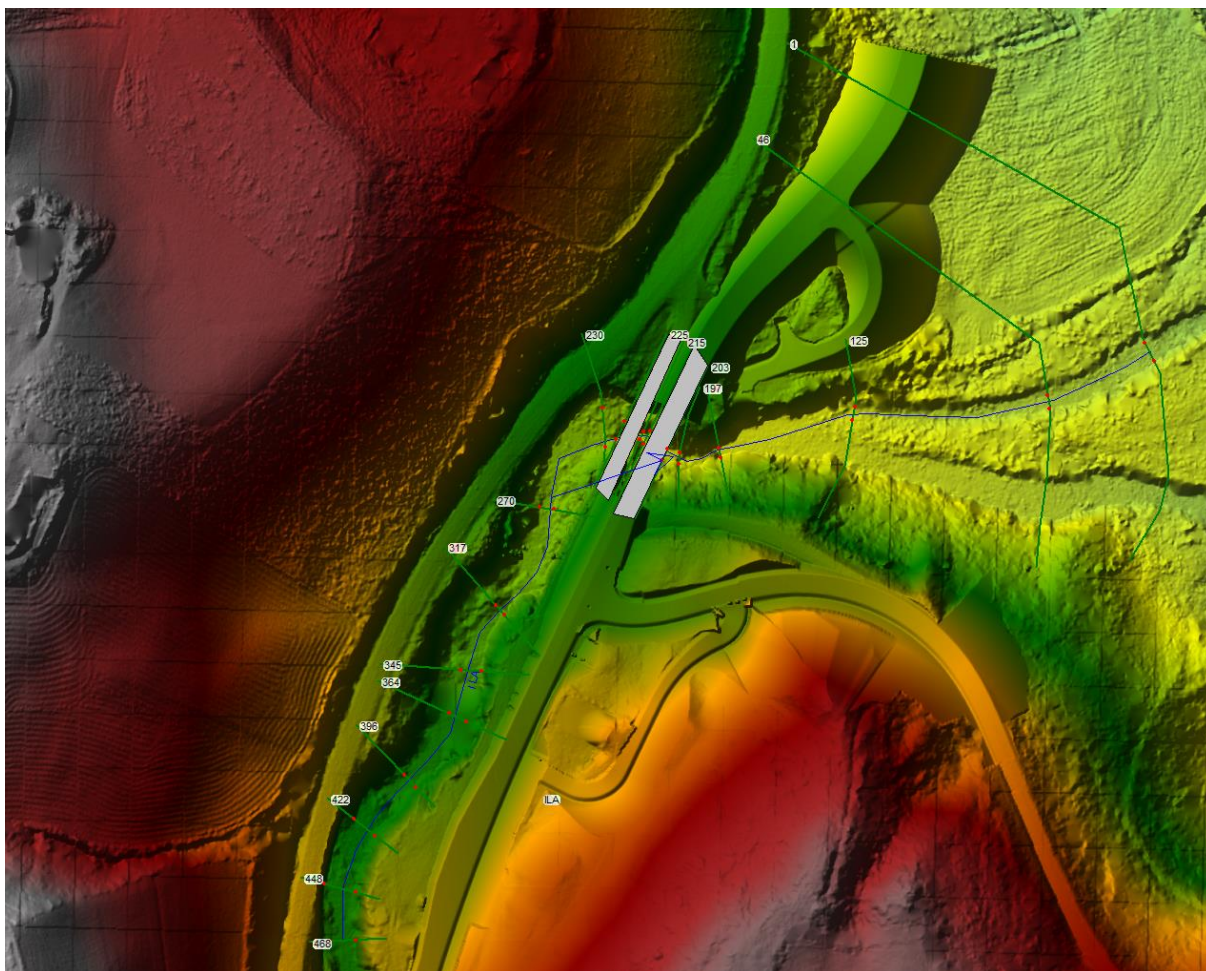
Figur 5-50 viser skisse av alternativ 1 for Fossemsbru med brupilarer.





Figur 5-50. Skisse av alternativ 1 Fossembrua med brupilarer, datert 07.05.2021.

Ny bru er modellert i HEC-RAS. Modellen består av 18 tverrprofiler, og ligger mellom tverrprofil 203 og 213.

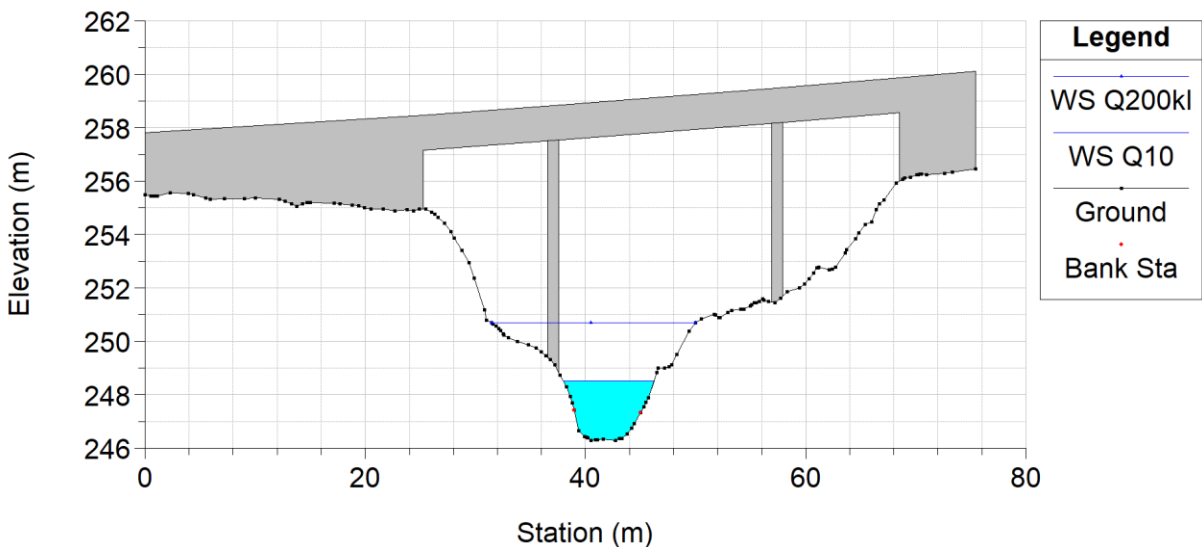
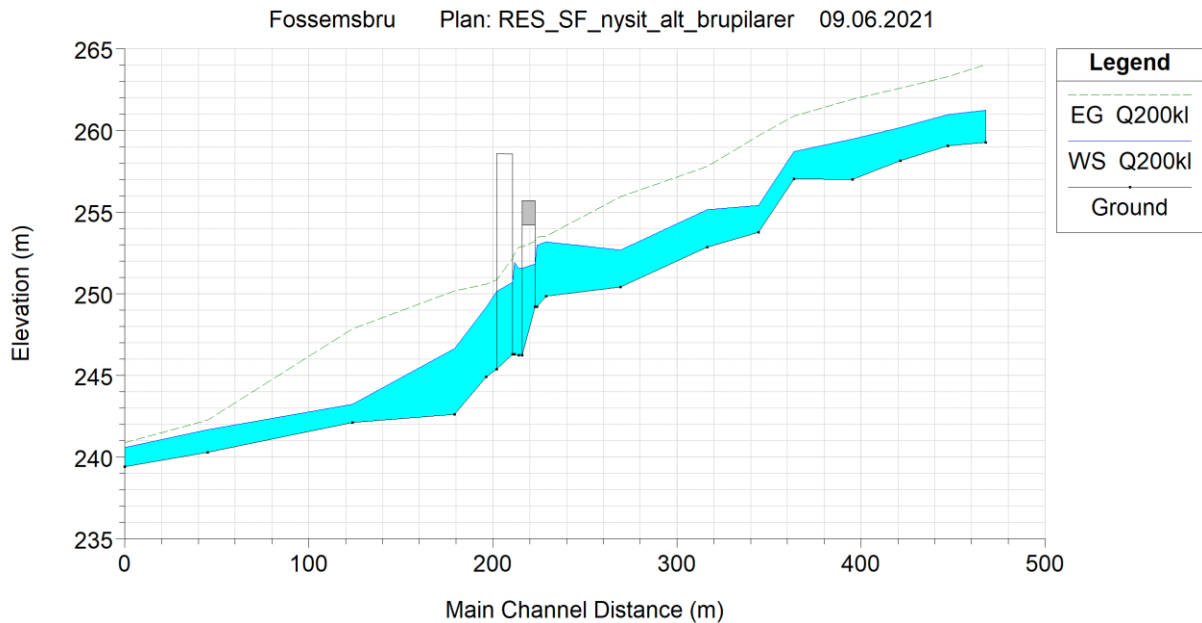


Figur 5-51. 1D HEC-RAS-modell av Fossemsbrua for planlagt situasjon. Grønne linjer er tverrprofiler. Blå linje er senterlinje elv basert på terrengmodell

Vannlinjeberegninger viser at planlagt bru har stor nok kapasitet til å ta unna en 200-årsflom med klimapåslag, jf. Figur 5-52. Vannlinjen er beregnet til ca. kt. 251,9 m rett oppstrøms brua. Beregnet energilinje er på ca. kt. +252,5 m. Underkant bru er planlagt lik kt. +258,6 m. I forhold til vannlinjen oppstrøms brua er det ca. 6,7 m klaring mot underkant bru, og i forhold til energilinjene er det ca. 6,1 m klaring.

Ny bru tilfredsstiller krav i N200 om 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-årsflom.

Videre viser vannlinjeberegningene at pilaren i nordøst vil stå under vann, jf. Figur 5-52, og må erosjonssikres og utformes hydraulisk optimalt.

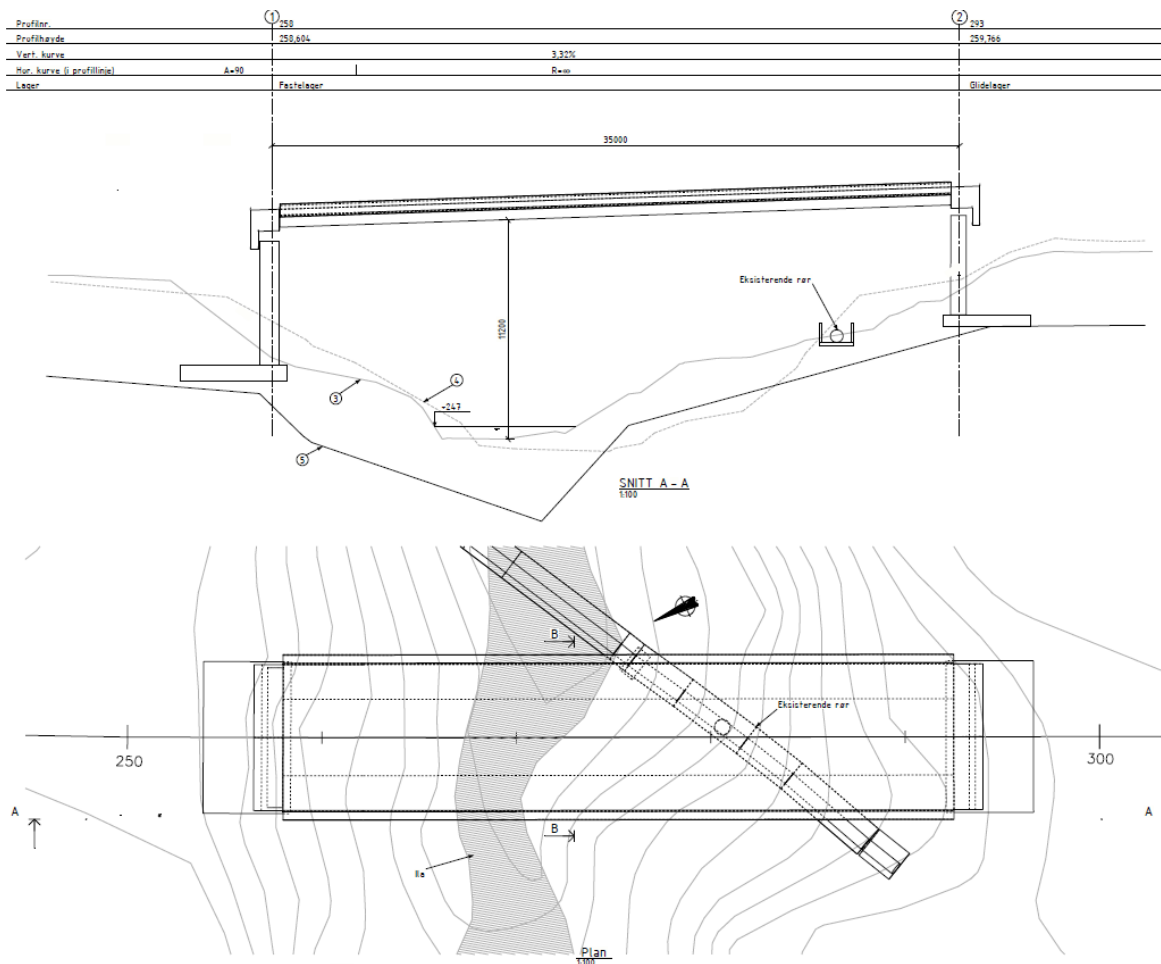


Figur 5-52. Beregnet vannlinje for 10-års og 200-årsveflov i Ila ved Fossemsbrua for alternativ 1 med brupilarer. Øverst: oversikt. Nederst: flomvannstand ved bruinnløpet.

Underkant nedstrøms rørgate som krysser over elva ligger på ca kote 250,6 – 251,1 meter (se Figur 5-50). Rett nedstrøms ny bru er beregnet vannlinje for Q200 på kote 250,15 m hvilket tilsvarer en klaring på ca. 45 cm på det laveste. Dette anses i utgangspunktet å være tilfredsstillende, men bør kontrolleres nærmere i detaljfasen.

#### Vannlinjeberegninger for alternativ 2 Fossemsbru med kortere spenn og uten pilarer

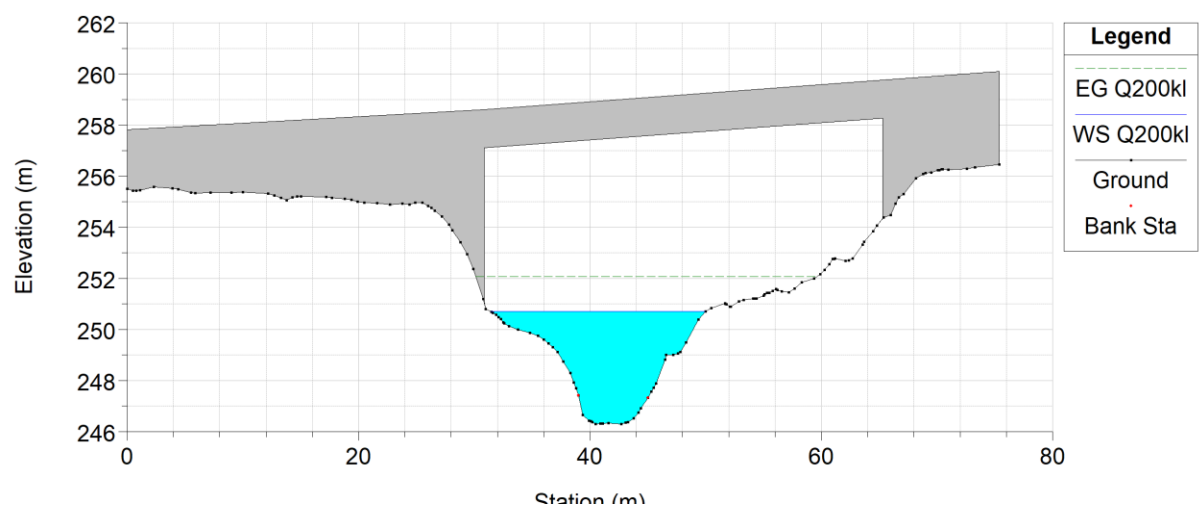
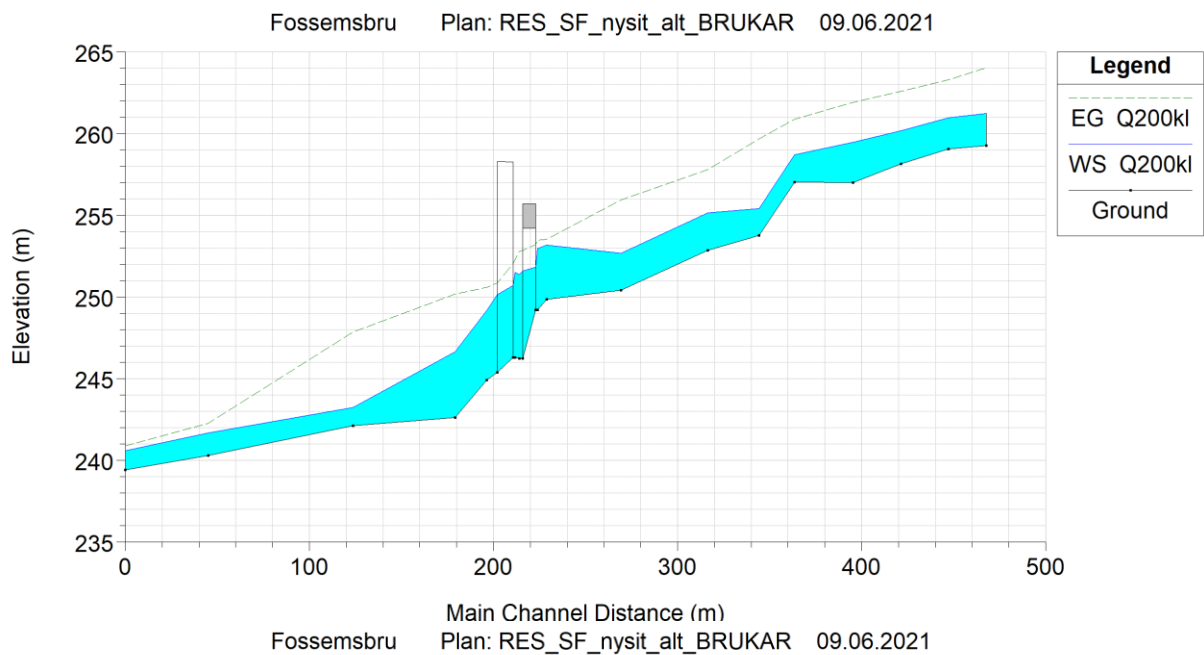
Figur 5-53 viser skisse av alternativ 2 for Fossemsbru med landkar.



Figur 5-53. Skisse av alternativ 2 Fossembrua med landkar uten pilarer, datert 07.05.2021.

Vannlinjeberegninger viser at planlagt bru har stor nok kapasitet til å ta unna en 200-årsflom med klimapåslag, jf. Figur 5-54. Vannlinjen er beregnet til ca. kt. 251,5 m rett oppstrøms brua. Beregnet energilinje er på ca. kt. +252,25 m. Underkant bru er planlagt lik kt. +258,3 m. I forhold til vannlinjen oppstrøms brua er det ca. 6,8 m klaring mot underkant bru, og i forhold til energilinjen er det ca. 6,0 m klaring.

Ny bru tilfredsstillt krav i N200 om 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-årsflom.



Figur 5-54. Beregnet vannlinje for 200-års-elveflom i Ila ved Fossemsbrua for alternativ 2 med landkar. Øverst: oversikt. Nederst: flomvannstand ved bruinnløpet

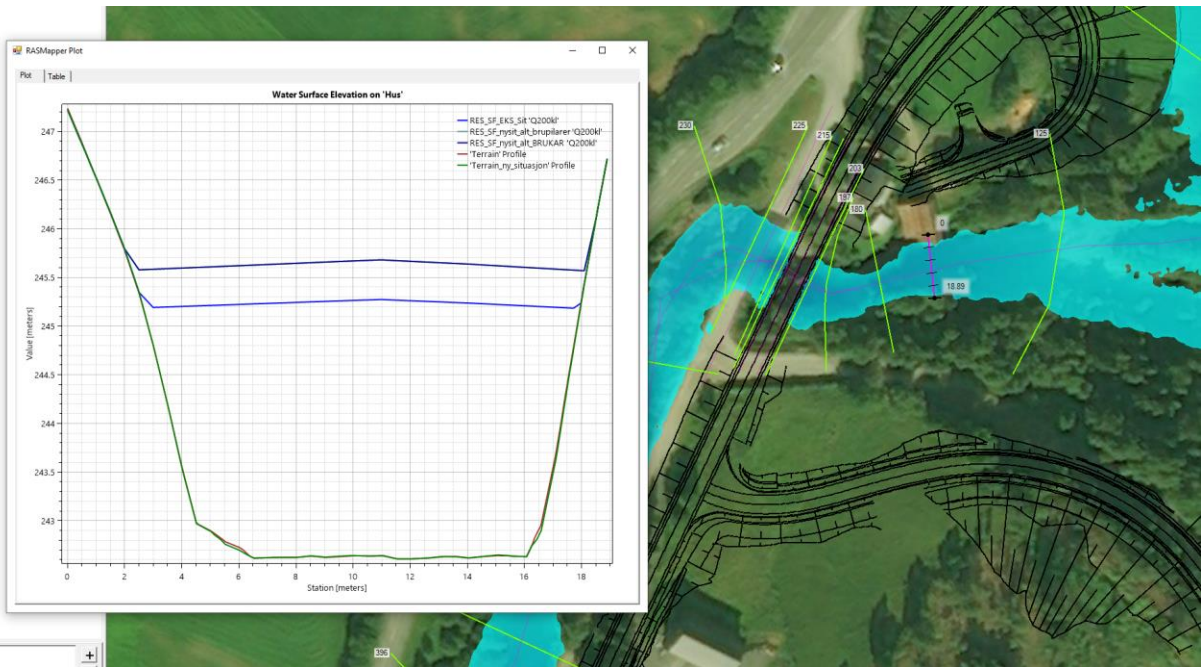
Vannlinjeberegningen viser at landkarene ikke havner i flomsonen.

Figur 5-55 viser sammenstilling av flomsoneutbredelsen for eksisterende situasjon og ny situasjon. Figuren viser at i begge situasjonene vil kraftverket havne i flomsonen.

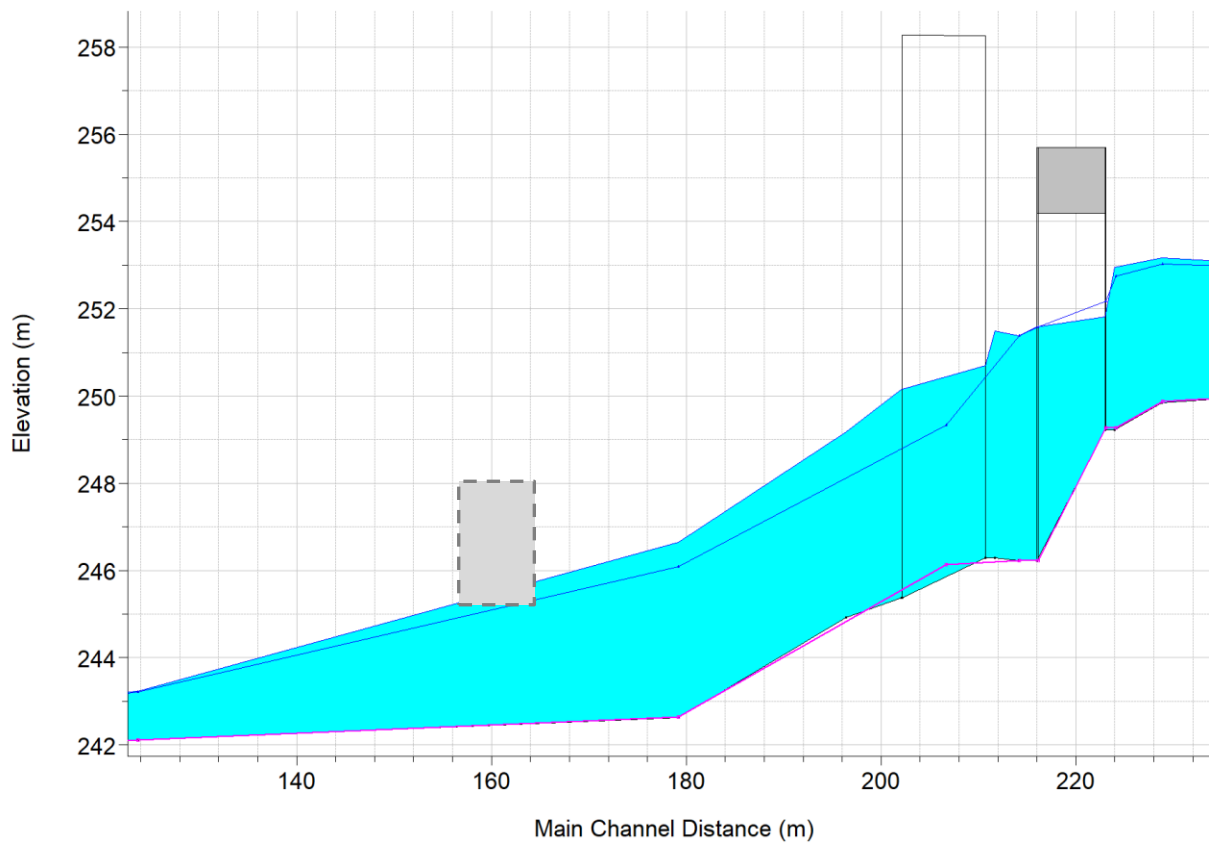


Figur 5-55. Beregnet flomutbredelsen for eksisterende situasjon og ny situasjon.

Vannlinjeberegninger ved kraftstasjonen viser at ved eksisterende situasjon er vannstanden beregnet til kt. +145,3 m og ved ny situasjon kt. + 145,7 m, jf. Figur 5-56 og Figur 5-57. Dette betyr en økning på vannstanden fra eksisterende til ny situasjon er på ca. 0,4 m. Siden 200-årsflom bare så vidt kommer inntil landkar, er dette mer en «modellteknisk vannstandsheving» enn reell. I modellen legges det inn ekstra tverrprofiler samt standardparametere for bru, og det er en kombinasjon av disse som gir økt beregnet vannstand.



Figur 5-56. Sammenstilling av vannlinjeberegninger ved kraftverket.



Figur 5-57. Vannlinjeberegning før og etter tiltak med antatt plassering av bygning/kraftstasjon.

### Samlet vurdering:

Det planlegges ny bru rett nedstrøms Fossemsbrua, hvor det også er en fredet eldre kraftstasjon på nordsiden av elvebredden. Flomsoneberegninger viser at kraftstasjonsbygget ligger så lavt ned mot elva at deler av bygget kommer innenfor dagens flomsone.

For ny bru rett nedstrøms Fossemsbrua er det to alternativer som er vurdert: 1) Bru med to pilarer hvorav den ene er plassert tett på elven, og 2) Bru med mindre spenn og uten pilarer. Basert på resultater fra vannlinjeberegninger vil begge bru-alternativene tilfredsstillende myndighetskrav for flomsikkerhet, men alternativ 2 gir minst påvirkning på flomforholdene.

Alternativet med pilar gir litt høyere oppstuvning rett oppstrøms ny bru, men påvirker ikke flomforholdene hverken for eksisterende bru oppstrøms eller videre nedstrøms. Vannlinjeberegningene viser videre at det for 200-årshendelsen ikke er store endringer mellom dagens og fremtidig situasjon ved Fossemsbrua. Som forventet blir det en liten oppstuvning foran og under ny bru, som forplanter seg noe nedstrøms, blant annet ned mot kraftstasjonsbygget. Videre er det en marginal heving av vannstand helt nederst, da ny veifylling som ligger i eksisterende flomsone vil redusere det totale tilgjengelige flomtverrsnitt noe. **Siden ny bru vil kunne heve 200-årsflomnivået noe forbi kraftverksbygget må det i detaljfasen gjennomføres en risikoanalyse i forhold til om eksisterende byggverk og byggegrunn er sikker. Hvis ikke må særskilte flom- og erosjonssikringstiltak utføres.** Videre må det i detaljfasen beregnes og designes nødvendig erosjonssikring av elveløp og nye brukonstruksjoner, samt særlig hensyntagen til eksisterende kryssende og overliggende rør-gate (frem til kraftstasjon).

### Erosjonssikring:

Under detaljfasen vil erosjonssikring bli vurdert og dimensjonert, blant annet basert på oppdaterte innmålinger, hastighets/dybdeberegninger og befarings/observasjoner. Dette er særlig viktig for de eventuelle flomutsatte konstruksjonene til nye Fossemsbrua (landkar/pilarer) hvor det vil oppstå sterke erosjonskrefter ved flom.

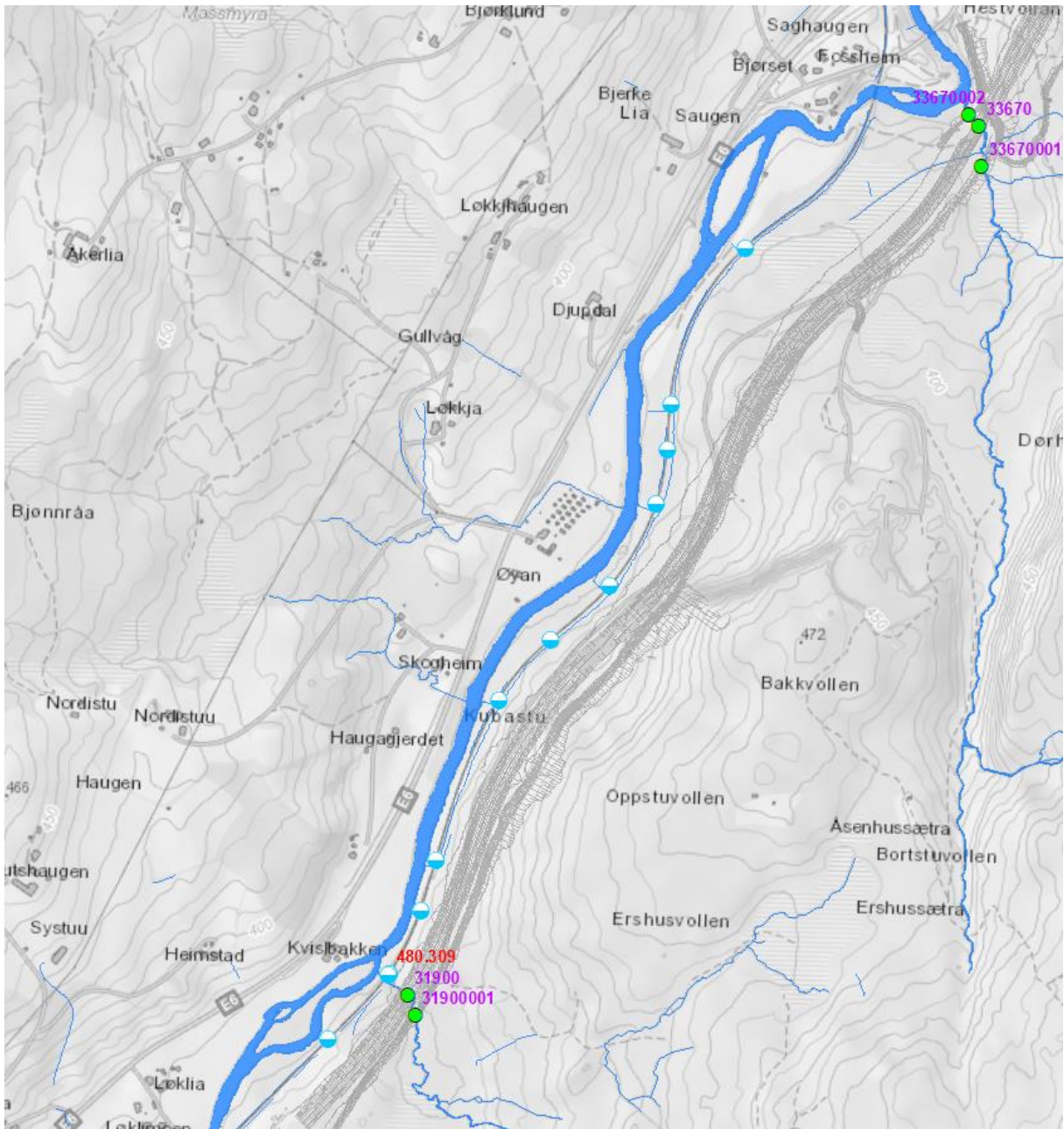


## 6 KONSEKVENSER FOR BANE NOR NEDSTRØMS NY E6

Ny E6 vil ikke gi betydelige endringer av dagens avrenningsituasjon, og vil dermed ikke påvirke områder nedstrøms nevneverdig.

### *6.1 Vannveier og kryssing*

Det er kun en enkelt Bane NOR stikkrenne/kulvert ved Råa (profil 31900) som har en registret bekk/vannvei (FKB/ELVIS) som vil kunne bli påvirket av ny E6, jf. Figur 6-1. Øvrige stikkrenner for Bane NOR gjelder kun små vannveier.

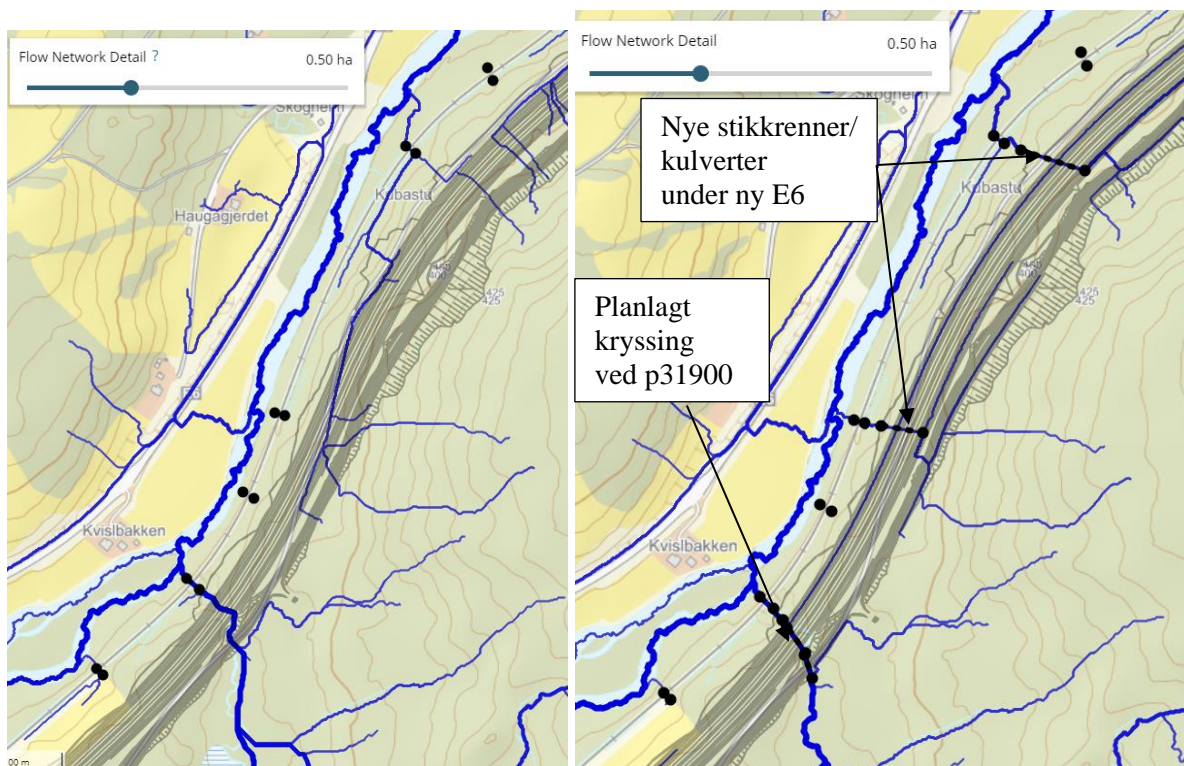


Figur 6-1. Oversikt over Bane NORs eksisterende kulvert som blir påvirket av ny E6.

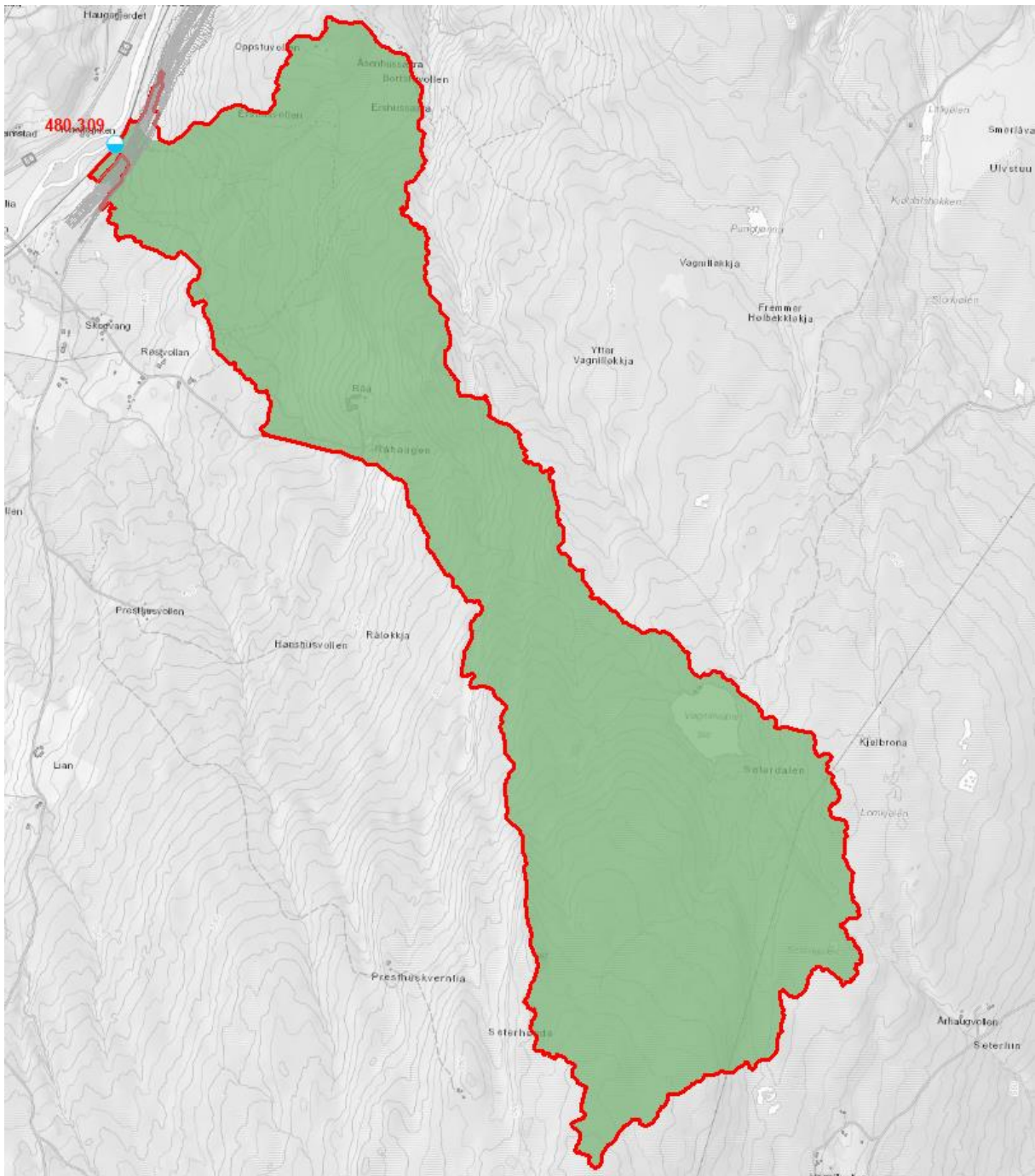
Veiprofil	Bane NORs kulvert	Eks. nedbørfelt	Nedbørfelt ny situasjon	Prosent økning i nedbørfelt	Planlagte nye tette veiflatter	Q200+klima	Kapasitet Bane NOR kulvert Hw/D=1,2
	(km-avstand)	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> , %*)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
P31900	480.309	2,42	2,42	0	0,007, 0,29 %	4,9	5,7

\*Prosent planlagte nye tette veiflatter av nytt nedbørfelt.

I utgangspunktet skal bekker med årssikker vannføring krysse ny vei der de ligger i dag, og ikke samles i større bekker som kan gi ulemper for blant annet nedstrøms kryssinger/bekkeløp. Basert på avrenningsanalyse av eksisterende situasjon, er det gitt forslag til plassering av stikkrenner/kulverter, jf. Figur 6-2. Plasseringen av kulvertene vil ikke endre nedbørfeltet til Bane NORs eksisterende stikkrenner/kulverter nevneverdig. Endelig plassering av stikkrenner/kulverter under E6 blir utført nærmere i detaljfasen.



Figur 6-2. Sammenligning av avrenning for Bane NORs stikkrenne ved p31900. Venstre: eksisterende situasjon hensyntatt Bane NORs eksisterende stikkrenner. Høyre: Forslag til plassering av fremtidige stikkrenner/kulverter som hensyntar Bane NORs eksisterende stikkrenners avrenning.



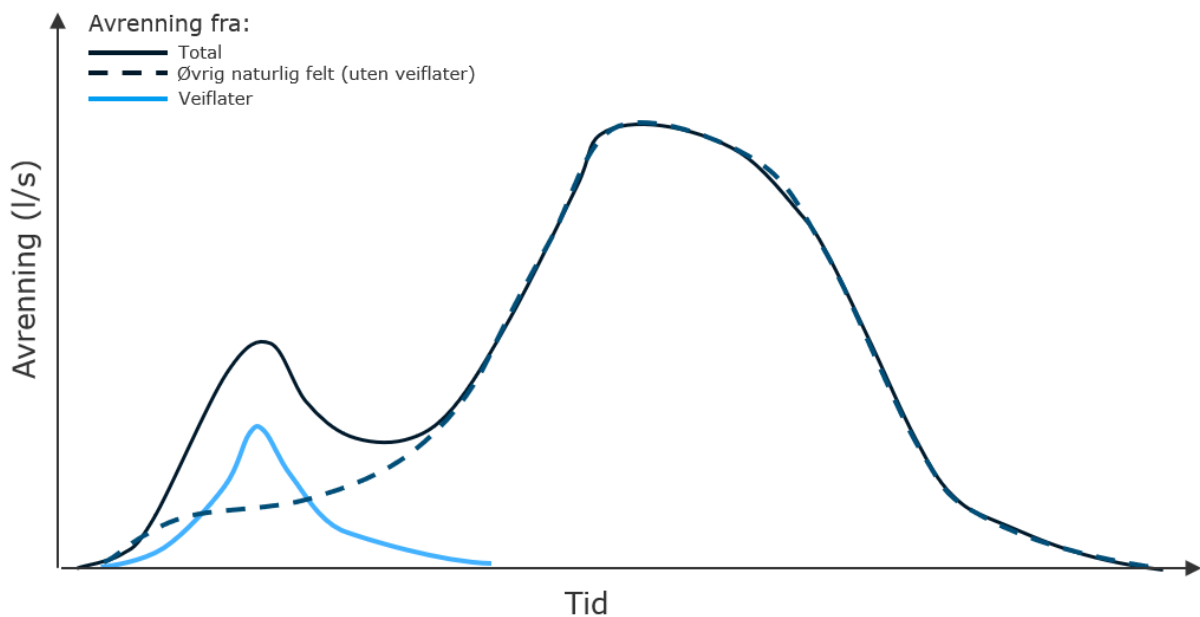
Figur 6-3. Sammenligning av nedbørfeltet til Bane NORs stikkrenne (km: 480,309). Grønt: eksisterende nedbørfelt. Rødt omriss: ny situasjon.

Ny planlagt E6, herunder nye veifyllinger, stikkrenner/kulverter og lokalt drens-/overvannsystem, medfører at dagens bekker og hovedvannveier i all hovedsak beholdes.

Feltets totale konsentrasjonstid varierer mellom 1,5 t til 2 timer, og snøsmelting eller nedbørhendelser med samme varighet vil være dimensjonerende flomhendelse.

Lokalt vil imidlertid økning av tette flater ha effekt og kan gi rask avrenning fra veiflatene ved intense og korte nedbørhendelser (15-20 minutter). For å dempe den direkte og hurtige avrenning fra nye veiflater, samt rense overvannet, er det planlagt infiltrasjonsgrøfter langs hele vei-trassen, herunder terskler som danner små fordrøyningsdammer i grøftene ved høy avrenning.

Samlet vil dimensjonerende 200-årsflom ikke øke som følge av ny vei. I en gitt nedbørhendelse vil avrenningstopp fra nærliggende veiflater kommer tidligere enn feltets totale kulminasjonsflom. Dette er illustrert i Figur 6-4.

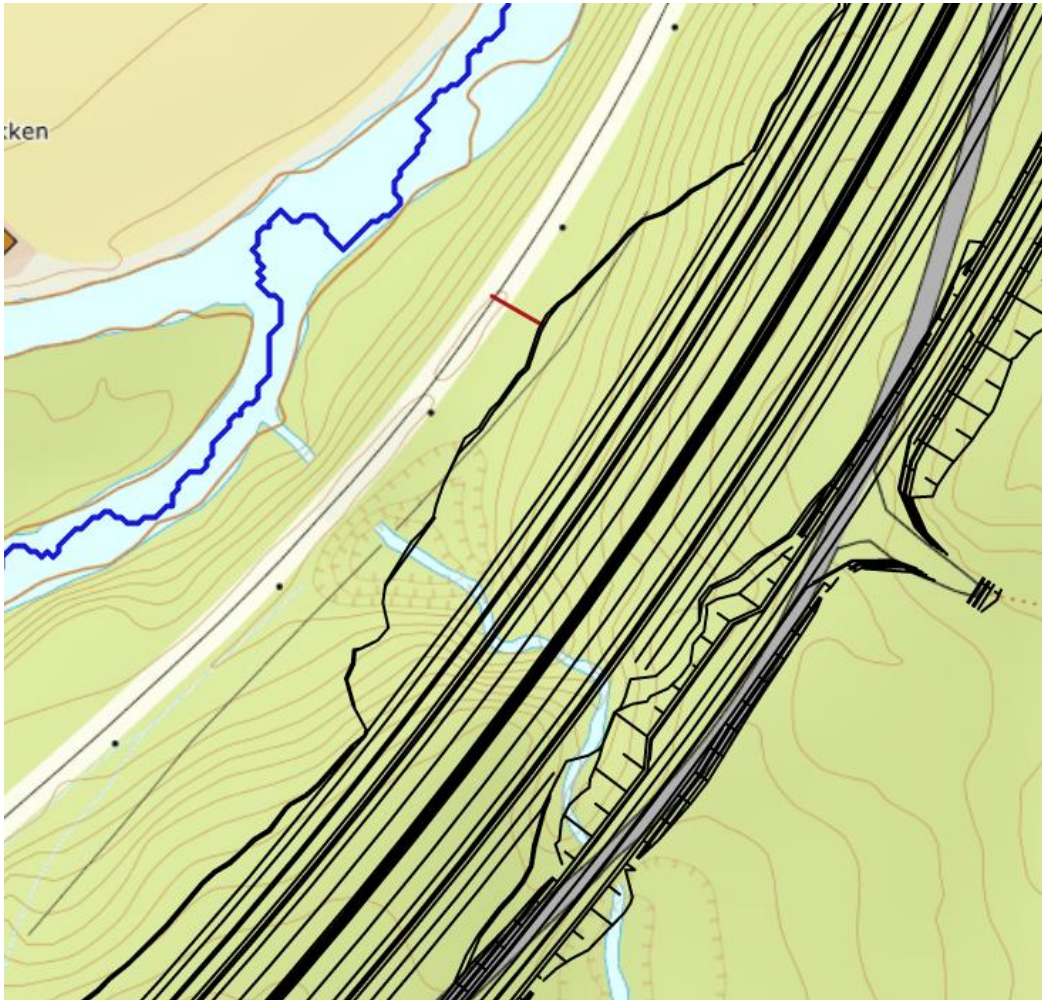


Figur 6-4 Typisk dimensjonerende avrenningshendelse i bekk rett nedstrøms ny hovedvei. Det totale naturlige feltet er mye større enn nærliggende nytt veiareal og har følgelig en lengere dimensjonerende konsentrasjonstid. Flomtopp fra veiflater kommer tidligere enn det naturlige feltet, og vil dermed ikke medføre en økning.

## 6.2 Grunnvann

Endringer i grunnvannets strømningsmønster kan påvirke områder nedstrøms for ny vei. Grunnvann har lang oppholdstid (måneder til år), og vil derfor ha svært begrenset påvirkning på flomvannføringen i vassdrag. Utbyggingen av området vil føre til mer tette flater, noe som reduserer infiltrasjonen og nydannelse av grunnvann. Det er derfor ikke forventet at endringer i grunnvannsstrømning vil påvirke flomvannføringen i vassdraget. Eventuell påvirkning på jernbanen som følge av endret grunnvannsstrømning vil derfor være forbundet med lokale endringer.

Ved profil 31900 vil veifyllingen på det minste ligge ca. 10 meter fra senterlinje til jernbanen. Veifylling består generelt av permeable masser, noe som medfører at det er liten fare for oppstuvning av grunnvann. Det er likevel viktig at området ivaretas i utbyggingen, ved at det tilrettelegges for grunnvannsstrømning slik at det ikke blir forhøyet grunnvannstand i jernbanefyllingen.



Figur 5. I område rundt Råa (ca. profil 31900) vil veifyllingen ligge ca. 10 meter fra senterlinje til jernbanen (markert med rød linje).

## 7 VEIANLEGG NÆR ELLER LANGS ELVA ILLA

For å opprettholde tilgjengelig tverrsnitt/lysåpning for flomvann i elva Ila, må det unngås å etablere fyllinger (eller konstruksjoner) i selve elveløpet, og i minst mulig grad i antatt flomsone. I stedet for slake veifyllinger som strekkes ut i bekk/elv kan det eksempelvis anlegges tørrmur.

### Dimensjonerende flom

200-årselveflom i Ila er satt lik  $169 \text{ m}^3/\text{s}$ , jf. **5.7.2.1 Oppgradering av Vindåslibrua.**

Dimensjonerende flommer for de traseer av Ila som kommer nær planlagt vei er dimensjonerende flom justert forholdsmessig basert på nedbørfeltets størrelse relativt til frem til Vindåslibrua.

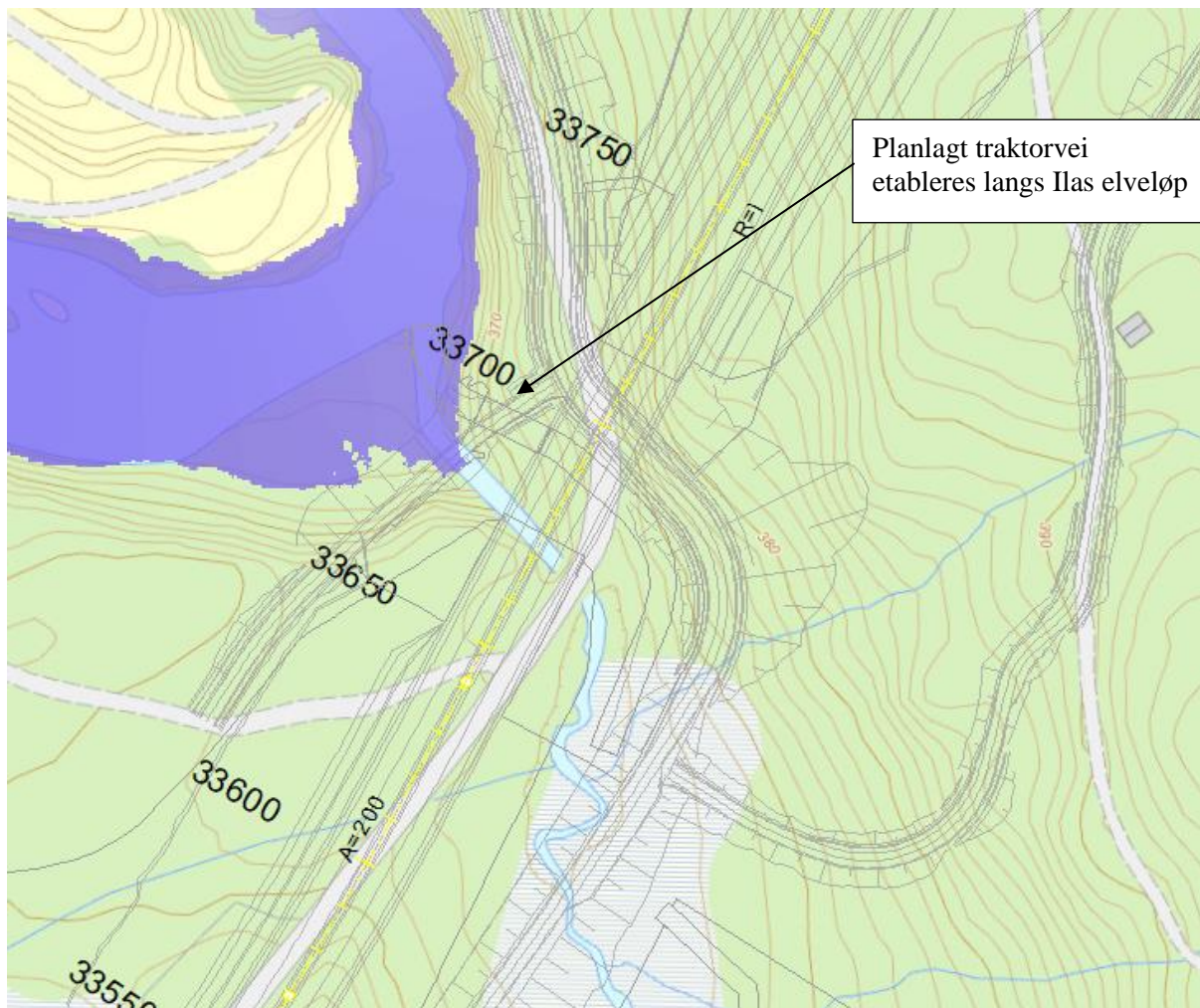
Det er kjørt en 2D-HECRAS modell for Ila for hele planområdets utstrekning for en 200-årsflom inkludert klima- og sikkerhetsfaktor (Q200KL).

### **7.1 Veiprofil 33670 Dørhammerberga/Bjørset.**

HEC-RAS modellen i dette område er basert på laserdata, men inkluderer ikke bruer. Godt fall og terskler langs denne traseen indikerer imidlertid at bruene ikke påvirker flomvannstand forbi Bjørset. Dette må bekreftes i detaljfasen.

#### **7.1.1 Eksisterende situasjon**

Figur 7-1 viser eksisterende situasjon ved profil 33670.



Figur 7-1. Beregnet flomutbredelse for eksisterende situasjon ved Bjørset for 200-årsflom (Q200kl) i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021

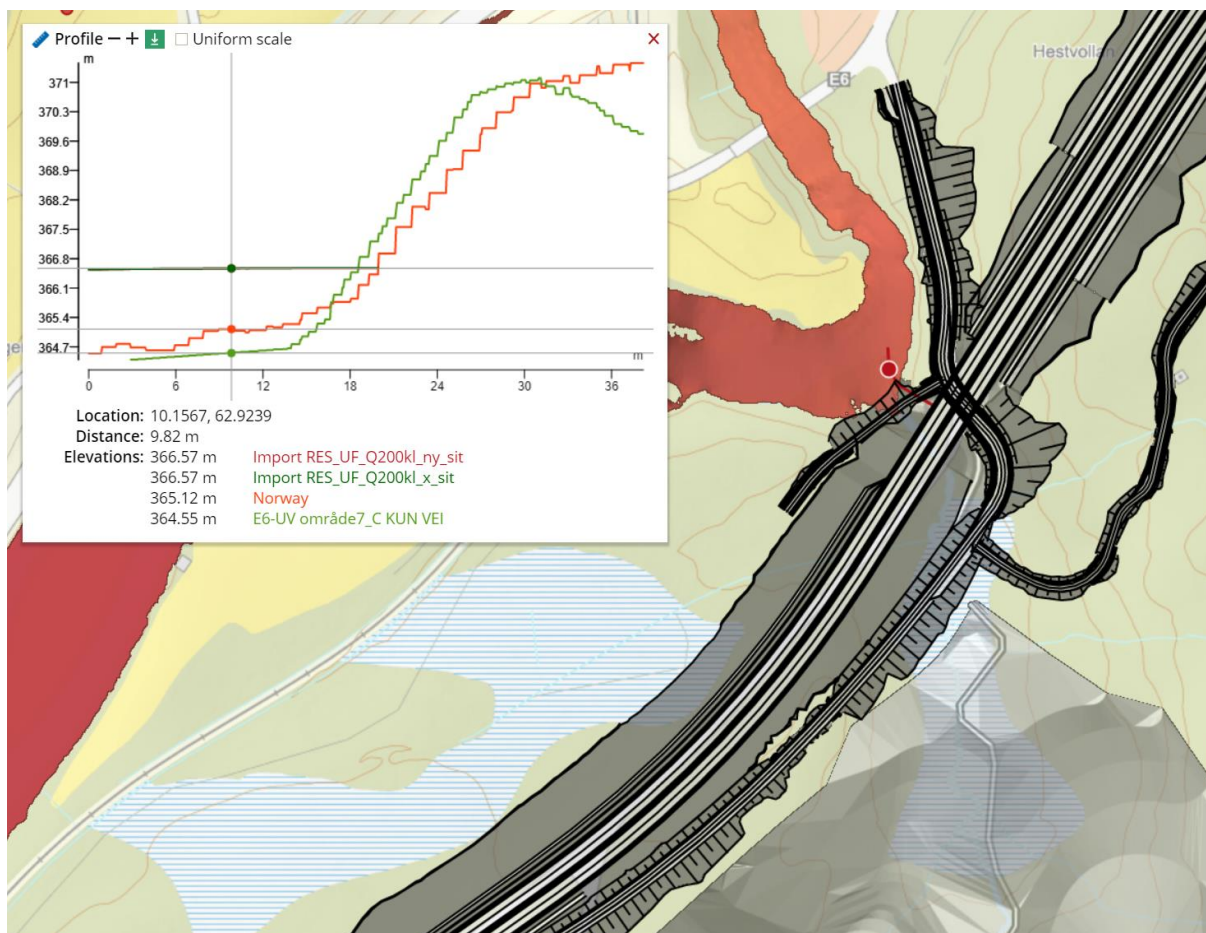
### 7.1. Ny situasjon

For planlagt tiltak for området, se 5.3.2 Ny situasjon – planlagte tiltak vannhåndtering.

Figur 7-2 viser flomutbredelsen i Ila ved planlagt situasjon ved Bjørset.

Vannlinjeberegninger viser at ved en 200-årsflom (Q200KL) i Ila vil nye veifyllinger ikke påvirke flomvannstanden i Ila. Ved utløp omlagt bekk er beregnet flomvannstand før og etter tiltak ligge på ca kt. +366,6 m. Traktorveien ligger på kt. +370,9 m. Fyllings-kanten og særlig foten må erosjonssikres.



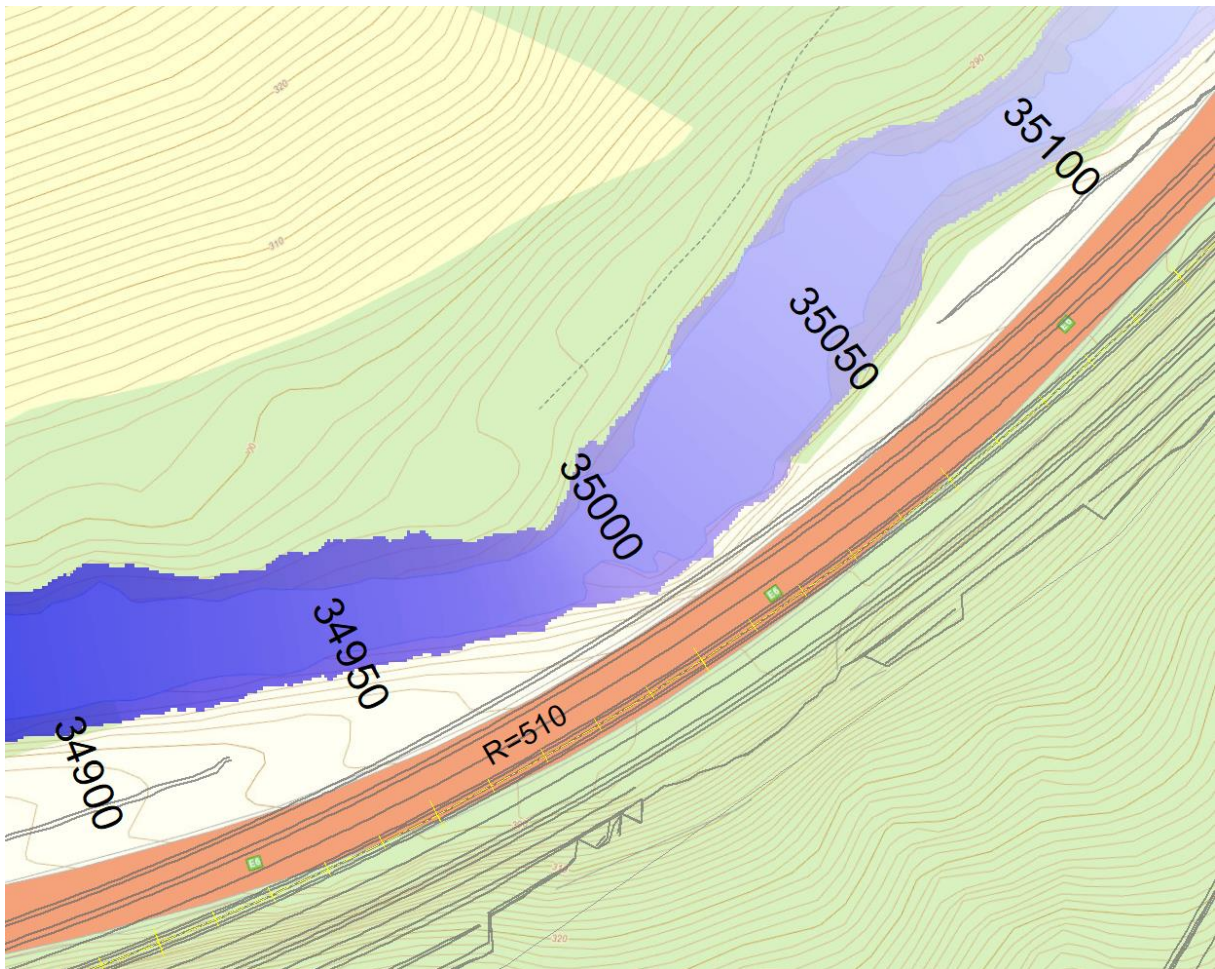


Figur 7-2. Sammenligning av beregnet flomutbredelse ved Bjørset for Q200kl i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021). Rød linje: Eksisterende terreng. Mørk grønn linje: Vannlinje Q200 eks. og ny situasjon. Grønn linje: Nytt terreng/veifylling.

## 7.2 Veiprofil ca. 35000

### 7.2.1 Eksisterende situasjon

Figur 7-3 viser eksisterende situasjon ved profil 35000.



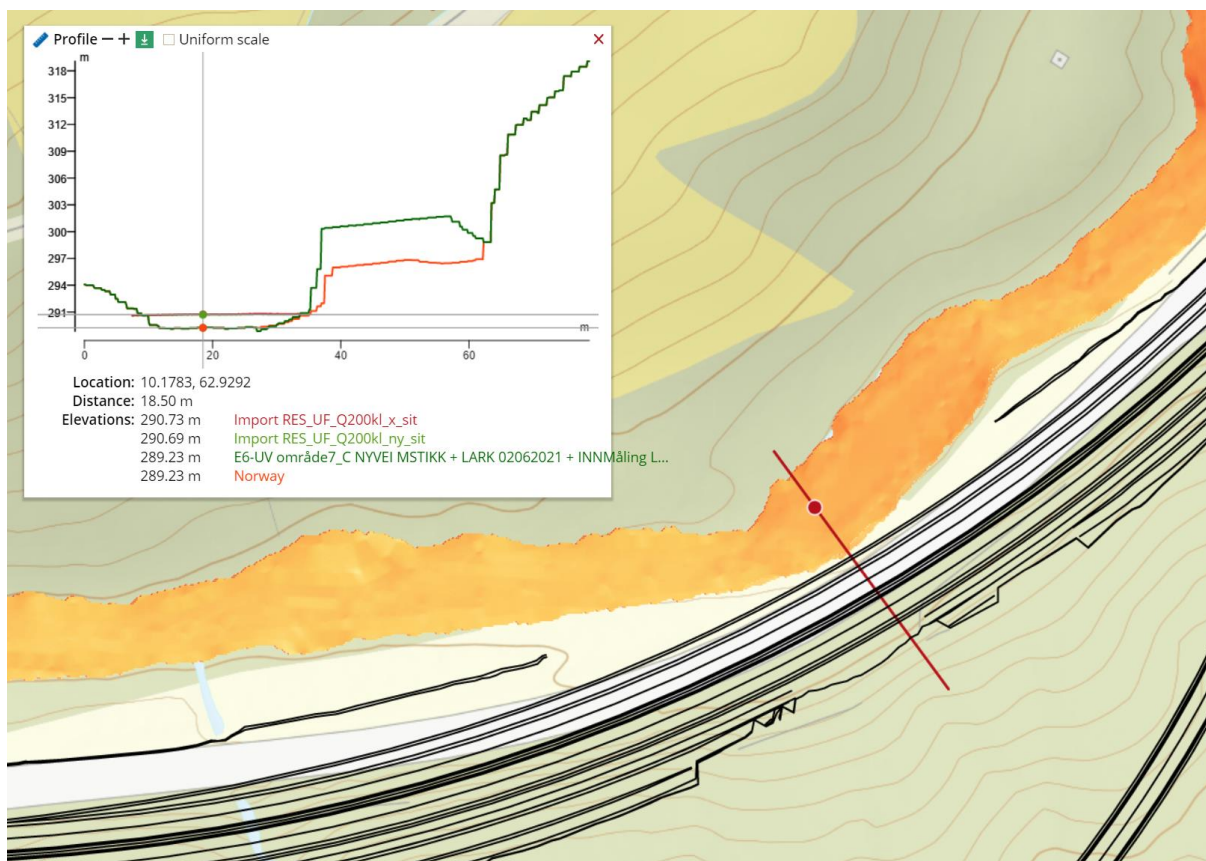
Figur 7-3. Beregnet flomutbredelse for eksisterende situasjon ved profil 35000 for Q200kl i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).

### 7.2.2 Ny situasjon

For å unngå veifylling/konstruksjon mot elveløpet er det planlagt tørrmur langs strekningen som havner nærmest elva.

Her er det lokalt en mindre innsnevring i elveløpet på grunn av store steiner/berg i dagen. Vannlinjeberegninger viser at ved en 200-årsflom (Q200KL) vil ikke ny E6 påvirke Ila, da flomvannet vil ligge på ca. kt. +290,8 m mens veien ligger på kt. +300,5 m, jf. Figur 7-4.

Tørrmuren plasseres i utgangspunktet slik at den kommer utenfor flomsonen. Utforming og detaljert plassering av tørrmur, samt eventuell nødvendig erosjonssikring av tørrmur og nærliggende fylling mot elva, må utredes nærmere i detaljfasen.

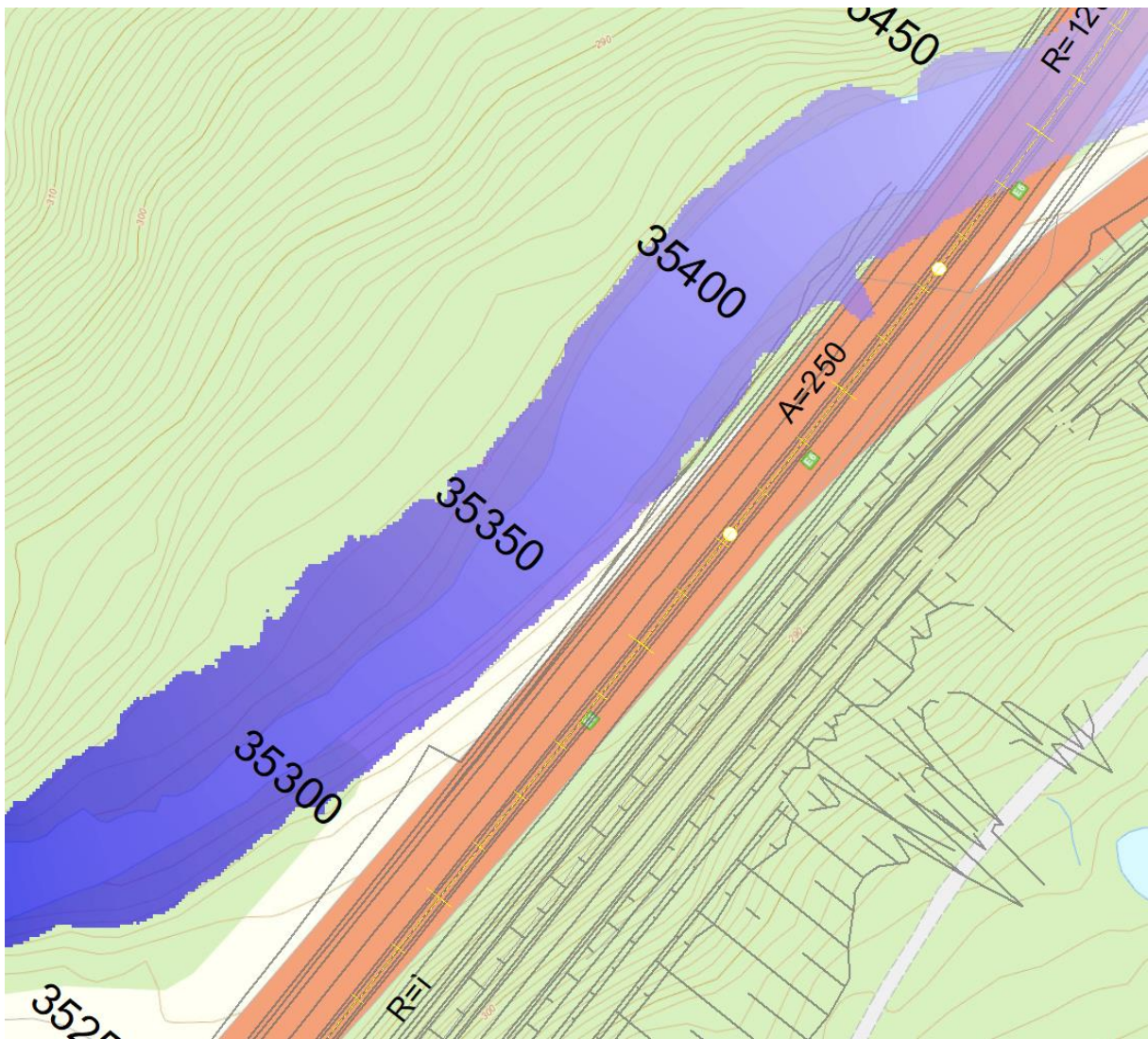


Figur 7-4. Sammenligning av beregnet flomutbredelse ved profil 35000 for Q200kl i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021). Rød linje: Eksisterende terreng. Mørk grønn linje: Nytt terreng/veifylling. Mørke rød linje; Vannlinje Q200 eks. situasjon. Grønn linje: Vannlinje Q200 ny situasjon.

## 7.3 Profil 35320 og fram til Vindåslibrua

### 7.3.1 Eksisterende situasjon

Figur 7-5 viser eksisterende situasjon mellom profil 35320 og Vindåslibrua.

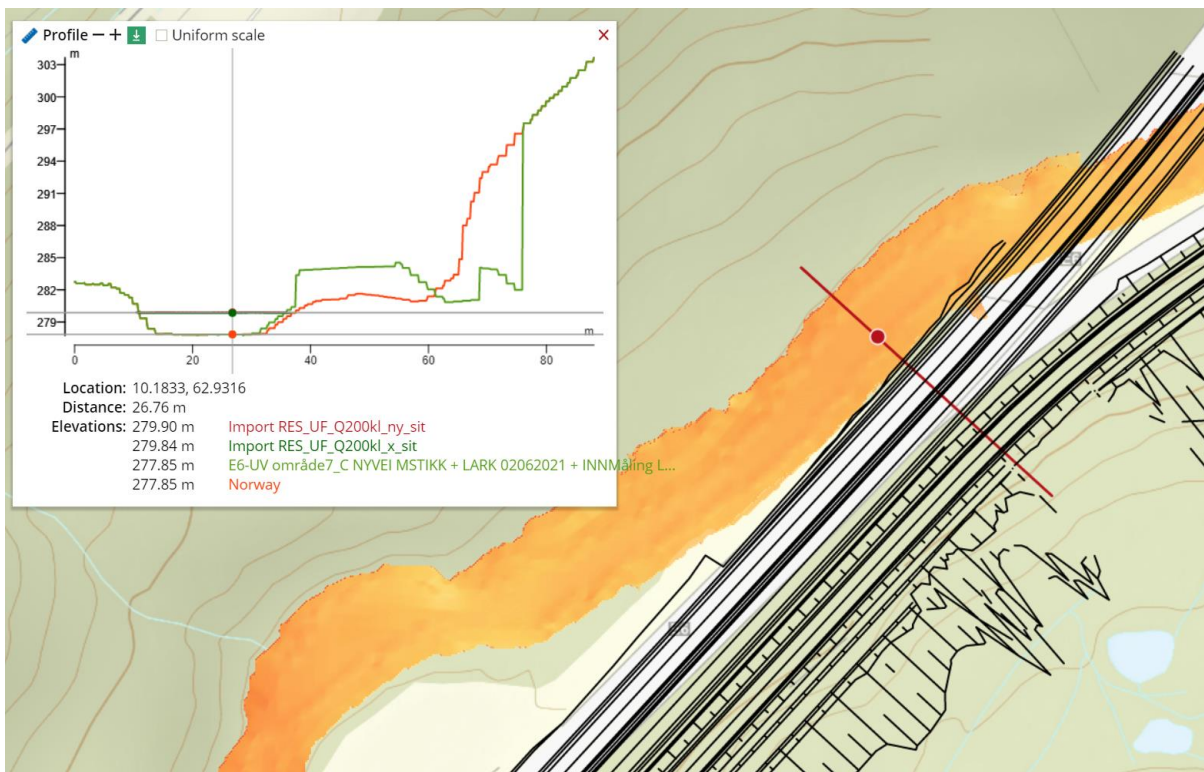


Figur 7-5. Beregnet flomutbredelse for eksisterende situasjon mellom profil 35320 og Vindåslibrua for Q200kl i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).

### 7.3.2 Ny situasjon

Vindåslibrua er allerede bygd, men skal i henhold til plan utvides mot øst, samt utbedring av lokal vei. Figur 7-6 viser flomutbredelsen i Ila ved dels eksisterende og dels planlagt situasjon mellom profil 35320 og Vindåslibrua. Vannlinjeberegninger viser at ved en 200-årsflom (Q200KL) vil ikke Ila påvirke ny E6 noe nevneverdig, da flomvannet vil ligge på ca. kt. +280,3 m mens veien ligger på kt. +284,3 m. På denne strekningen er det tørrmur.

Eventuell nødvendig (oppgradering av) erosjonssikring av tørrmur og nærliggende fylling mot elva, må utredes nærmere i detaljfasen.

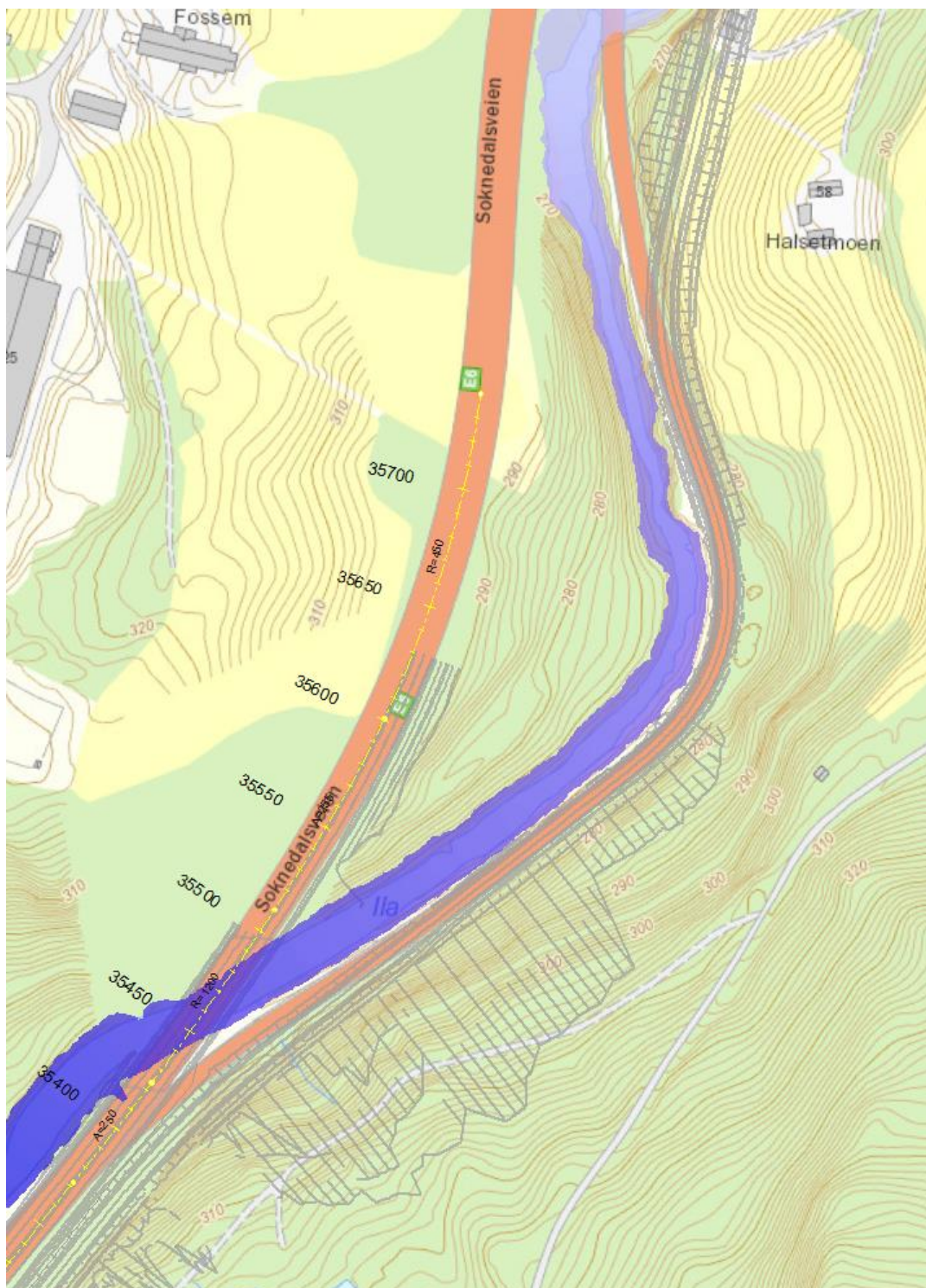


Figur 7-6. Sammenligning av beregnet flomutbredelse fra profil 35320 til Vindåslibrua for Q200kl i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021). Rød linje: Eksisterende terreng. Grønn linje: Nytt terreng/veifylling. Mørke rød linje; Vannlinje Q200 eks. situasjon. Mørke grønn linje: Vannlinje Q200 ny situasjon..

## 7.4 Langs ny lokalvei

### 7.4.1 Eksisterende situasjon

Figur 7-7 viser eksisterende situasjon mellom profil 35320 og Vindåslibrua.

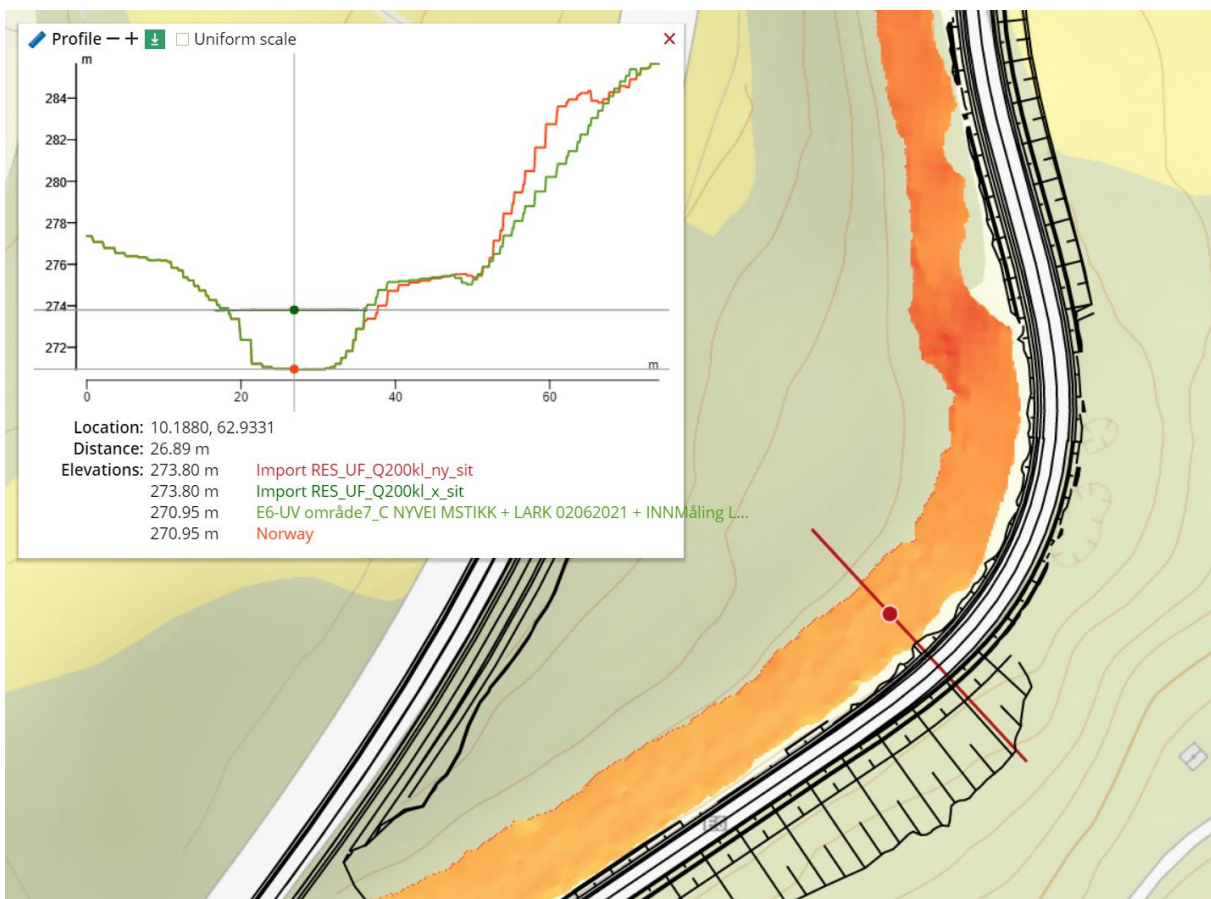


Figur 7-7. Beregnet flomutbredelse for eksisterende situasjon langs ny lokalvei for Q200kl i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).

### 7.4.2 Ny situasjon

Fra Vindåslibrua og ca. 230 m nedstrøms elva, er det planlagt tørrmur langs lokalveien. Fra der elva svinger nordover er det i utgangspunktet ikke planlagt tørrmur, men dette må vurderes nærmere i detaljfasen.

Vannlinjeberegninger i dette området viser at ved en 200-årsflom (Q200KL) vil flomvannet ligge på ca. kt. +273,8 m og er uendret i forhold til eksisterende situasjon. Flommen kommer dermed litt innover veifyllingsfoten, se Figur 7-8. Veien ligger på kt. +275,1 m og har dermed god klaring. Eventuell tørrmur og nødvendig erosjonssikring av veifylling mot elva, må utredes nærmere i detaljfasen.



Figur 7-8. Sammenligning av beregnet flomutbredelse ny lokalvei for Q200kl i Ila, inkludert planlagt ny vei (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021). Rød linje: Eksisterende terreng. Mørk grønn linje: Vannlinje Q200 eks. og ny situasjon. Grønn linje: Nytt terreng/veifylling.

## 8 MASSEDEPONI

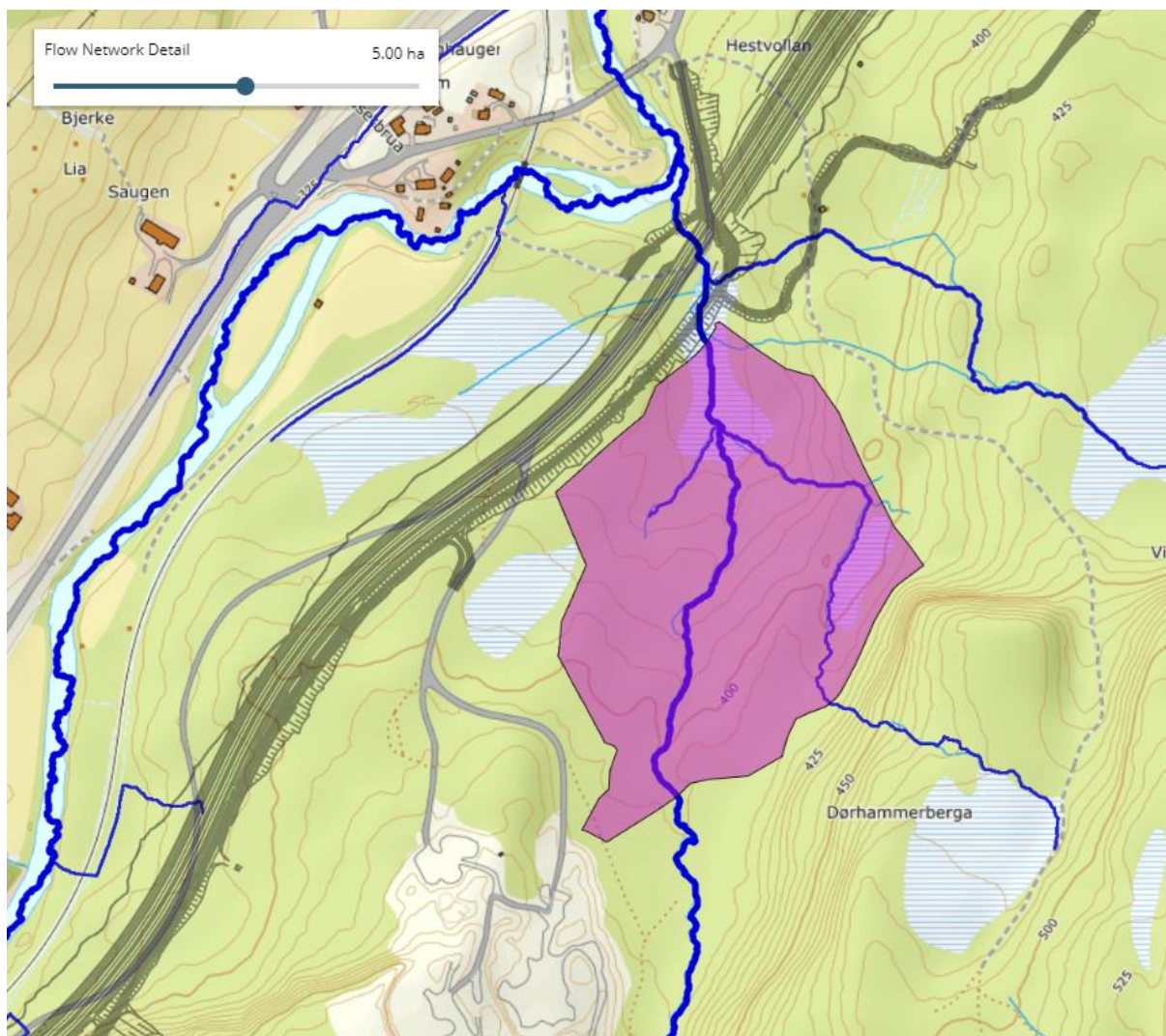
Rambøll har analysert og vurdert avrenning og vannhåndtering fra planlagt deponi i reguleringsplanen, BAA12 ved Dørhammerberga/Bjørset.

### **8.1 Massedeponi BAA12 Bjørset**

Det er planlagt et permanent massedeponi, Bjørset, med et areal på ca. 130 000 m<sup>2</sup>, oppstrøms bekkekryssing p33670 for avhending av masser ved utbyggingen av E6 og lokalvei. Deponiets areal utgjør med andre ord ca. 4,2 % av det totale nedbørfelt frem til nedstrøms bekkekryssing/kulvert.

Det er planlagt 800 000 m<sup>3</sup> i oppfylling. En avrenningsanalyse over området viser at det er to store avrenningslinjer (to bekker) som går gjennom deponiet, jf. Figur 8-1. Figuren viser at planlagt massedeponi gjenfyller eksisterende bekkedal.



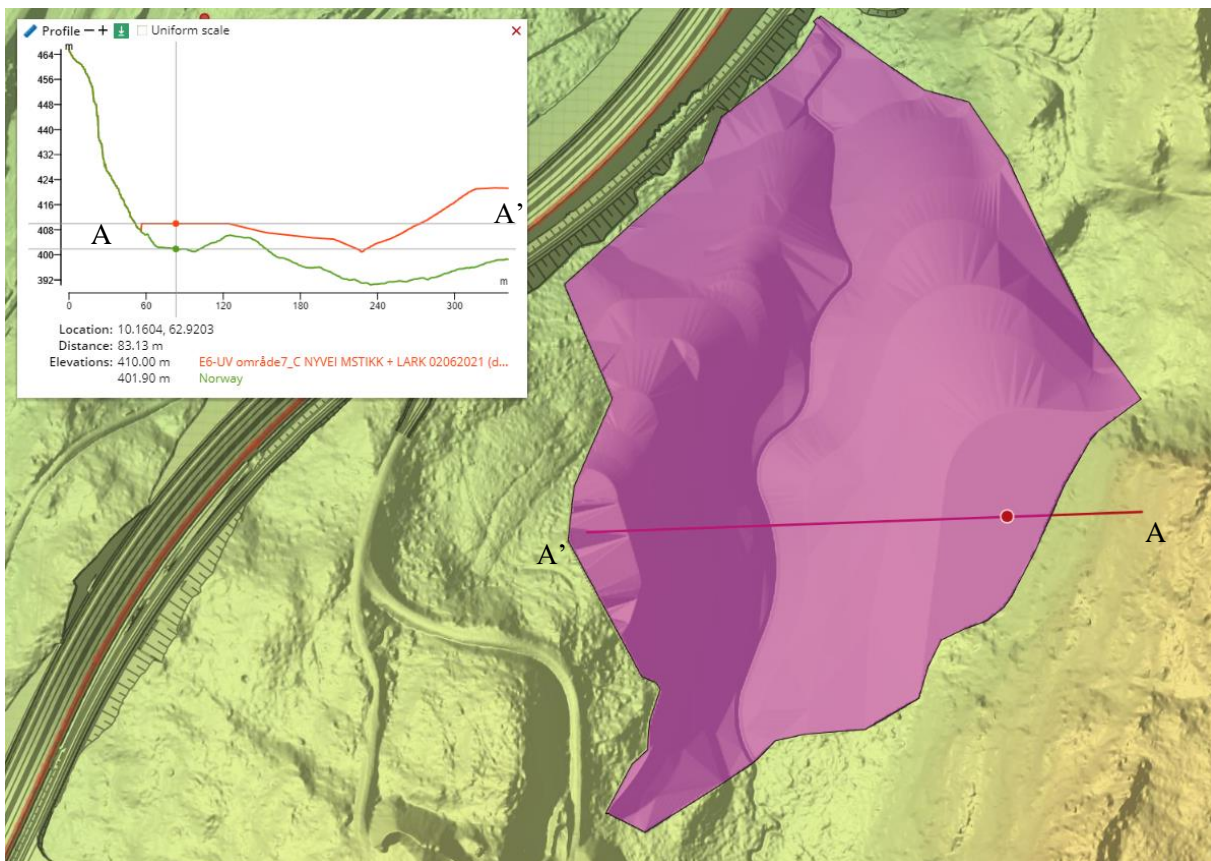


Figur 8-1. Avrenningsanalyse som viser vannveier for eksisterende situasjon sammen med deponiplan (lilla polygon) og med siste versjon av veiplan (E6UV-RNO-C-RD-DM2-DZ07\_T\_Geom.dwg, 01.06.2021).

### 8.1.1 Planlagt område

Planlagt deponiområde ligger i et skogsområde. Avrenningen fra deponiet går nord(øst)over og ned til Ila, via bekk ved profil 33670. Grunnforholdene består for det meste av morenemateriale, som kan både være av sammenhengende tykt dekke og usammenhengende tynt dekke. Løsmassenes kornfordeling og permeabilitet, samt jorddybde og terrengforhold indikerer både middels egnet og dårlig infiltrasjonsevne.

Fyllingshøyden på deponiet er planlagt å ligge på ca. kt. +410 og +420 m. Figur 8-2 viser en sammenligning på høyde av dagens situasjon med planlagt situasjon for deponiområdet.



Figur 8-2. Sammenligning av dagens situasjon (grønn graf) med planlagt situasjon/fyllingshøyde på deponi BAA12 (rød graf)

### 8.1.2 Planlagt bekkeomlegging

For deponiområdet Bjørset, bli eksisterende elv ved deponiområdet hevet og lagt om, jf. Figur 8-2. Nytt bekkeløp dimensjoneres og designes for dimensjonerende 200-årsflom, herunder nødvendig erosjonssikring av bunn og sidekanter.

Under etablering av deponiet (2-3 år) forslås det å legge bekken i rør under deponiet, i eksisterende bekke-trase. Bekke-røret dimensjoneres i utgangspunktet for en årsflom, men med sikre flomveier oppå deponi. Dette for å sikre at rent bekkevann oppstrøms deponiet kan ledes trygt forbi deponiet. Avrenning fra deponi-området ledes via avrenningsgrøfter til sentral sedimentasjons- og fordrøyningsdam nedstrøms, før påslipp til bekk. Viktig at avrenningsgrøfter vedlikeholdes og fornyes løpende under etablering av deponi.

Når deponiet er ferdig etablert og vannkvaliteten fra avrenningen har stabilisert seg til et akseptabelt nivå, åpnes oppstrøms bekk og ledes til permanent løp oppå fyllingen. Eventuelt behov for å beholde sedimentasjonsdam for flomdemping vurderes ved

overgang til permanent fase, blant annet basert på faktiske/resulterende avrenningsforhold fra deponiområdet, samt muligheter for demping i forsenkninger/groper på deponiområdet.

## Bekkeløp, permanent situasjon

Dimensjonering og design av nytt permanent bekkeløp er utført for tre ulike fallforhold, da bekken varierer i bratthet, se Figur 8-3 til Figur 8-5.

### 1. Øvre del (mindre bratt)

#### Kanalstrømning, Mannings formel

Date: 09.03.2021 Prosjektnr: \_\_\_\_\_ Input  
 Utført av: TUPH Prosjektnavn: \_\_\_\_\_ Beregninger  
 Kontrollert av: \_\_\_\_\_ Deponi Bjørset - Midtre del, Qdim = 6 m<sup>3</sup>/s Viktig Resultat  
 Godkjent av: \_\_\_\_\_ Revisjon: \_\_\_\_\_

Metodikk: Statens vegvesen N200 405.9

**Grunnlagsdata**

Kledningsmateriale i kanal: Steinsetting (jevnt utlagt)

Mannings tall, foreslått	M	30 - 60	m <sup>1/3</sup> /s
Mannings tall, valgt	M	40	m <sup>1/3</sup> /s
Fall	I	50	o/oo

**Tverrsnitt**

Bredde, bunn	b1	1.5	m
Max. Vannstand	H	0.53	m
Helning, vertikal	y	1	
Helning, horisontal	x	2	

**Beregninger**

Helning, vinkel	α	26.57	°
Bredde, topp	b2	3.62	m
Areall, tverrsnitt	A	1.36	m <sup>2</sup>
Våt omkrets	P	3.87	m
Hydraulisk radius	R <sub>h</sub>	0.35	m

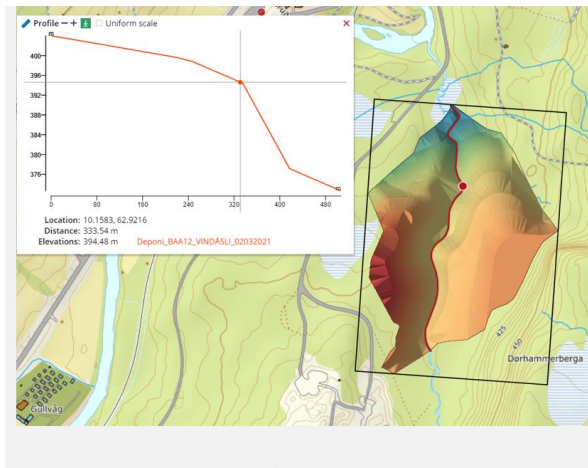
**Resultat**

Hastighet	v	4.5	m/s
Vannføring, kapasitet	Q	6.0	m <sup>3</sup> /s

**Mannings formel for kanalstrømning**

$$Q = M \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Q = kanal vannføring [L/s]  
 M = Mannings tall [m<sup>1/3</sup>/s]  
 A = Tverrsnitt av kanal [m<sup>2</sup>]  
 R<sub>h</sub> = Hydraulisk radius = A / P [m]  
 I = Fall [m/m]  
 P = Våt omkrets av kanalen [m]



Figur 8-3. Dimensjonering og design av nytt permanent bekkeløp for den øvre delen av bekken.

### 2. Midtre del (brattest)

#### Kanalstrømning, Mannings formel

Date: 09.03.2021 Prosjektnr: \_\_\_\_\_ Input  
 Utført av: TUPH Prosjektnavn: \_\_\_\_\_ Beregninger  
 Kontrollert av: \_\_\_\_\_ Deponi Bjørset - nederst, Qdim = 6,6 m<sup>3</sup>/s Viktig Resultat  
 Godkjent av: \_\_\_\_\_ Revisjon: \_\_\_\_\_

Metodikk: Statens vegvesen N200 405.9

**Grunnlagsdata**

Kledningsmateriale i kanal: Naturlig bekk og elv

Mannings tall, foreslått	M	5 - 40	m <sup>1/3</sup> /s
Mannings tall, valgt	M	40	m <sup>1/3</sup> /s
Fall	I	206.7	o/oo

**Tverrsnitt**

Bredde, bunn	b1	1.5	m
Max. Vannstand	H	0.39	m
Helning, vertikal	y	1	
Helning, horisontal	x	2	

**Beregninger**

Helning, vinkel	α	26.57	°
Bredde, topp	b2	3.06	m
Areall, tverrsnitt	A	0.89	m <sup>2</sup>
Våt omkrets	P	3.24	m
Hydraulisk radius	R <sub>h</sub>	0.27	m

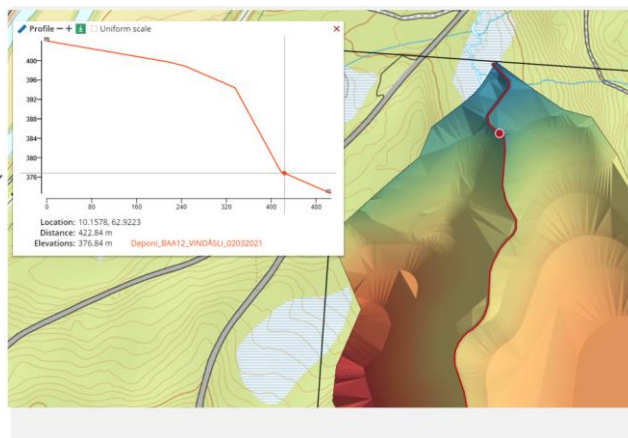
**Resultat**

Hastighet	v	7.7	m/s
Vannføring, kapasitet	Q	6.6	m <sup>3</sup> /s

**Mannings formel for kanalstrømning**

$$Q = M \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Q = kanal vannføring [L/s]  
 M = Mannings tall [m<sup>1/3</sup>/s]  
 A = Tverrsnitt av kanal [m<sup>2</sup>]  
 R<sub>h</sub> = Hydraulisk radius = A / P [m]  
 I = Fall [m/m]  
 P = Våt omkrets av kanalen [m]



Figur 8-4. Dimensjonering og design av nytt permanent bekkeløp for den midtre delen av bekken.

### 3. Nedre del (slak)

### Kanalstrømning, Mannings formel

Dato: 09.03.2021  
 Utført av: TUPH  
 Kontrollert av:  
 Godkjent av:  
 Metodikk: Statens vegvesen N200 405.9

#### Grunnlagsdata

Kledningsmateriale i kanal	Naturlig bekk og elv
Mannings tall, foreslått	5 - 40 m <sup>1/2</sup> /s
Mannings tall, valgt	40 m <sup>1/2</sup> /s
Fall	51.6 ‰

#### Tversnitt

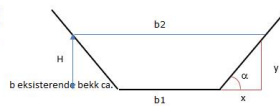
Bredde, bunn	b1	1.5	m
Max. Vannstand	H	0.56	m
Helling, vertikal	y	1	
Helling, horisontal	x	2	

#### Beregninger

Helling, vinkel	α	26.57	°
Bredde, topp	b2	3.74	m
Areal, tversnitt	A	1.47	m <sup>2</sup>
Våt omkrets	P	4.00	m
Hydraulisk radius	R <sub>h</sub>	0.37	m

#### Resultat

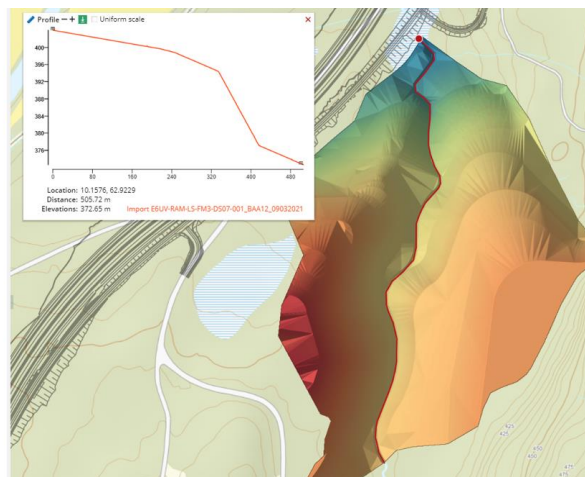
Hastighet	v	4.65	m/s
Vannføring, kapasitet	Q	6.83	m <sup>3</sup> /s



#### Mannings formel for kanalstrømning

$$Q = M \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

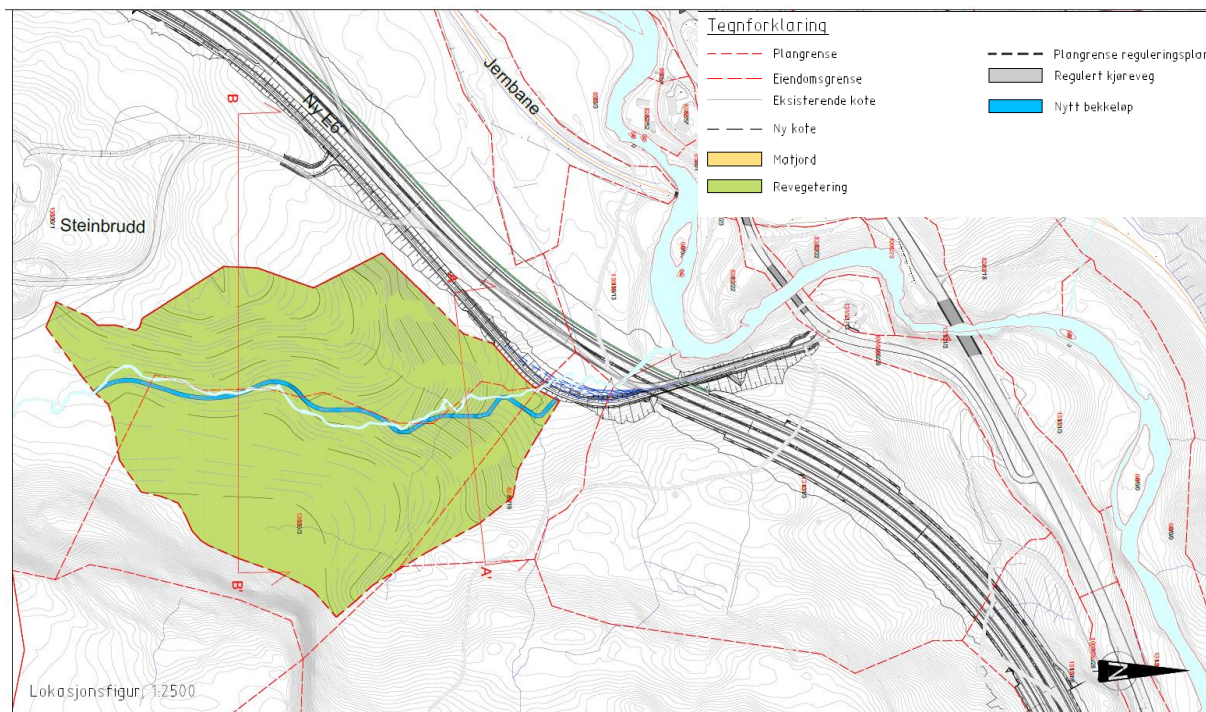
Q = kanal vannføring [L/s]  
 M = Mannings tall [m<sup>1/2</sup>/s]  
 A = Tversnitt av kanal [m<sup>2</sup>]  
 R<sub>h</sub> = Hydraulisk radius = A / P [m]  
 I = Fall [m/m]  
 P = Våt omkrets av kanalen [m]



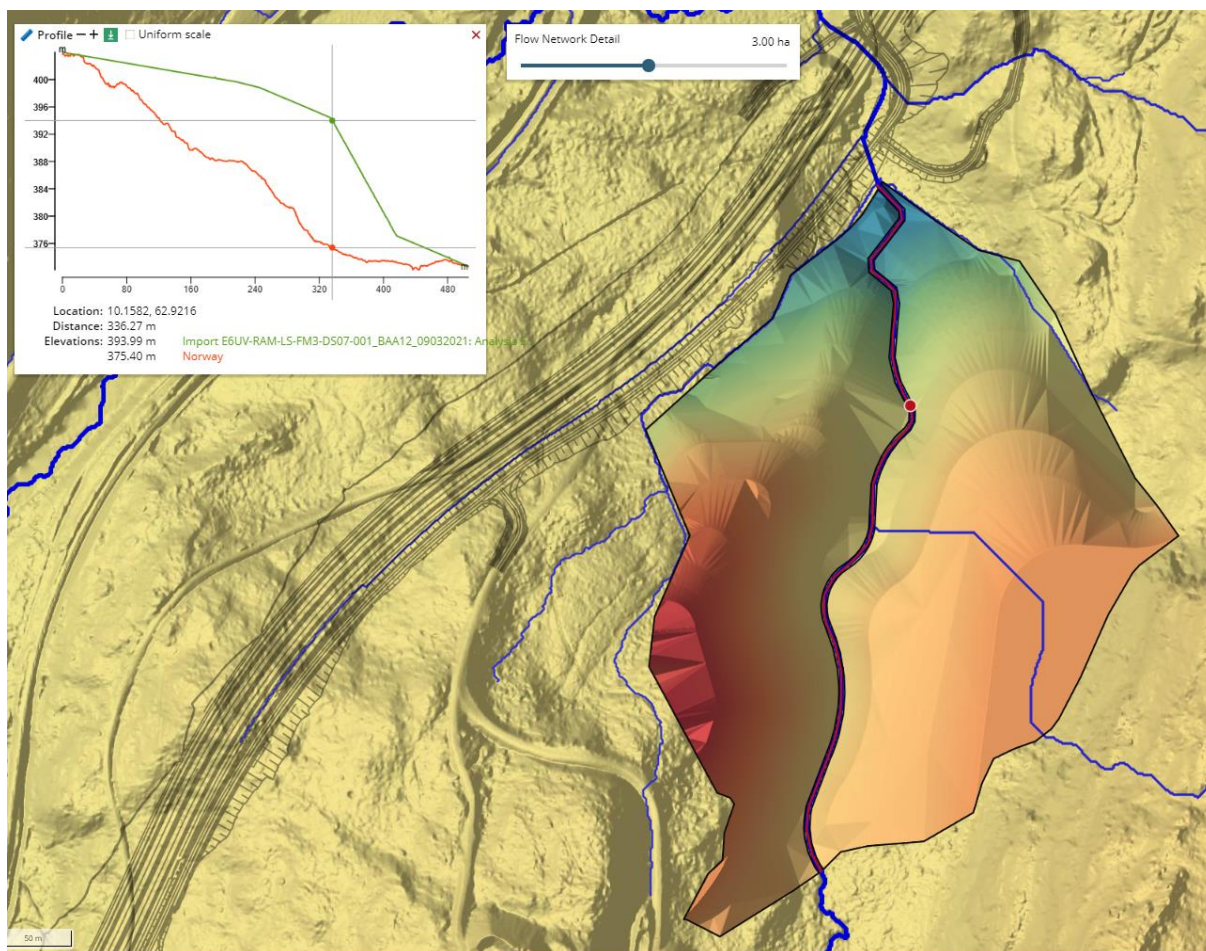
Figur 8-5. Dimensjonering og design av nytt permanent bekkeløp for den nedre delen av bekken.

I overgang mellom bratt midtre del og slak nedre del må det vurderes en energidreper i bekkeløpet.

Bekken blir også lagt om ved utvalgte områder, jf. Figur 8-6 og Figur 8-7.



Figur 8-6. Omlegging og heving av eksisterende bekk ved deponiområdet. Nytt kanalisert bekkeløp vist i blått, følger grovt samme trase som eksisterende bekk. Tegning datert 09.03.2021.



Figur 8-7. Avrenningsanalyse over planlagt deponiområde samt heving av bekk ved planområdet (planlagt permanent situasjon). «Norway» viser dagens terreng, mens Deponi\_BAA12\_Bjorset indikerer nytt terreng av bekkebunn.

Figur 8-7 viser at på det meste vil nytt permanent bekkeløp bli hevet med nesten 19 m. Terrengmodellen viser at siste delen av bekken på ny situasjon blir relativt bratt, med ca. 20 % fall.

Under detaljfasen må det utføres vannlinje- og hastighetsberegninger, blant annet som grunnlag for å dimensjonere og designe erosjonssikring i nytt bekkeløp og spesielt ved overgang fra bratt til slakt parti. Nytt bekkeløp må være tilnærmet tett i bunn for å sikre en minimumsvannføring langs hele traseen, og for å hindre vann å trenge ned i deponiet og bidra til utvasking derifra.

## 8.2 Tiltak mot avrenning fra deponi - renseløsning

### 8.2.1 Under anleggsfasen

#### Bekkelukking:

I anleggsfasen legges eksisterende oppstrøms bekk i rør under deponiet. For å kunne håndtere en årsflom må selve bekkelukkingen ha en dimensjon på 1000 mm. Eventuelle flommer større enn årsflom i anleggsfasen (2-3 år) går i kontrollert overløp og i kanal over deponifylling. Videre nedstrøms kan rørdimensjon reduseres til 800 mm ved 50 ‰ fall. Ved utløp til eksisterende bekk må det erosjonssikres særskilt med stein. Dimensjonering og design av erosjonssikring ved utløpet vil bli gjennomført i detaljfasen.

Kapasitet delvis fylte rør

RAMBOLL

Dimensjon	<input type="text" value="800"/>	mm
Fyllingsgrad	<input type="text" value="75"/>	%
Fall	<input type="text" value="50"/>	Promille
Ruhet, mannings M	<input type="text" value="80"/>	Betongledninger M=80
Vannføring, Q	<input type="text" value="2804"/>	l/s
Hastighet, v	<input type="text" value="6.9"/>	m/s

Beregn

Kapasitet delvis fylte rør

— □ ×

Dimensjon  mm


Fyllingsgrad  %

Fall  Promille

Ruhet, mannings M   v

Vannføring, Q  l/s

Hastighet, v  m/s



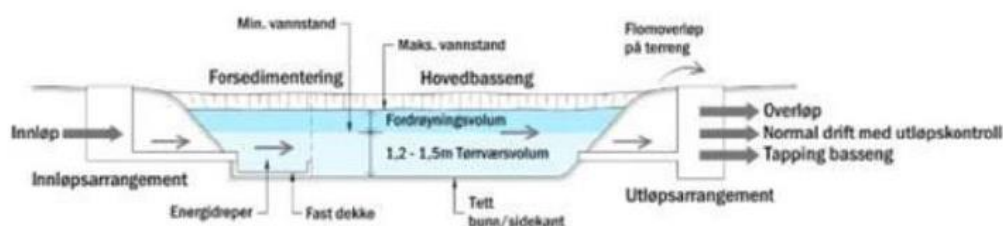
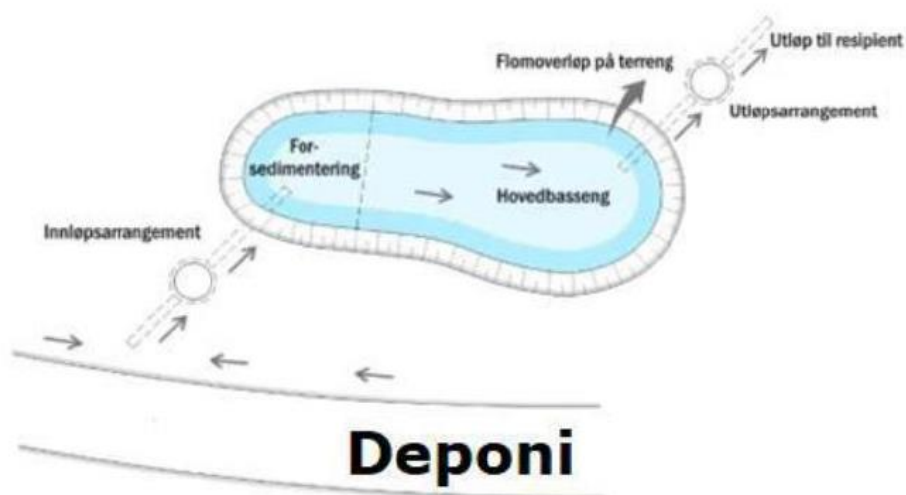
Figur 8-8. Eksempel på rørdimensjon videre nedstrøms bekkeinntaket til deponi BAA12.

### Overvann fra deponi og renseløsning

Overvann fra deponier, spesielt i anleggsfasen, kan påvirke miljøet og vannkjemien negativt ved avrenning av partikler og utvasking av nitrogenforbindelser. Reduksjon av avrenning fra deponiet er et grunnleggende tiltak for å minimere avrenning av forurensede partikler fra anleggsområdet. Alt (rent) overvann som strømmer inn mot deponiet (fremmedvann) bør avskjæres, og bekker/vannveier må isoleres/lukkes/flyttes slik at ikke bekkevannet/vannveier inngår i avrenningen som skal renses.

Det er i dag ingen konkrete myndighetskrav til rense-/prosessløsninger for avrenning fra deponier. Håndtering og rensing av deponi-avrenning må tilpasses forventet vannkvalitet i ulike avrenningstilfeller samt resipientens sårbarhet. Aktuelle renseløsninger dersom resipient er sårbar vill kunne være sedimentasjonsdam med fast vannspeil. Arealbehov ca. 2-2,5 % vil gi en renseeffekt for partikler på ca. 70-85 %, mens fangdam (med konstant vannspeil) med areal ca. 0,5-1,0% gir en forventet renseeffekt på ca. 50-75%.

Avrenning fra deponiet Bjørset ledes via grøftesystem til en sentral nedstrøms sedimentasjonsdam, som også fungerer som en fordrøyningsdam. Prinsippet er vist i Figur 8-9. Bruk av fangdam ble også vurdert (mindre dimensjon, høyere belastning), men da det forventes en del finstoff i massene som skal deponeres anbefales sedimentasjonsdammer.



Figur 8-9. Prinsipløsning av sedimentasjonsdam/-basseng med permanent vannspeil. Kilde: COWI AS, 2020.

Sedimentasjonsdammen kan dimensjoneres i henhold til anbefalinger i Statens vegvesen V240 kap 10 (høringsutkast) samt Statens vegvesen rapport 295, hvor krav til renseeffekt settes til ca. 80 %. Slike dammer kan dimensjoneres basert på et volumbehov på 200-250 m<sup>3</sup> per redusert ha, altså ca. 2-2,5 % av redusert areal. Vanddyb tørrvær ca. 1,2 meter og inntil 2 meter vanddyb ved full kapasitet/flomhendelse. Et viktig suksesskriterie er at dammen hele tiden er vått/fast vannspeil, det vil si at bunnen og sidekantene opp mot 1,2 meter må være tett.

Videre anbefales det dykket inn- og utløp, og at dammen har skråkanter (sikkerhet). Lengde-breddeforhold for dammen skal være ca. 3-4 : 1.

Forsedimenteringssonen utgjør typisk 15-30 % av totalvolumet. Det bør være mulig å tømme innløpssonen for sedimenter i løpet av anleggsperioden.

Endelig dimensjonering, utforming og plassering av avskjærende grøfter samt sedimentasjonsdam inkludert tilhørende kummer og ledninger utføres i detaljplanfasen. Erfaringer fra tilsvarende sedimentasjonsdammer i området som nå er i drift tillegges vekt.



### **8.2.2 Etter anleggsfasen**

Når deponiet er etablert og vannkvaliteten fra avrenningen har stabilisert seg til et akseptabelt nivå, kan sedimentasjonsdammen fylles igjen og settes ut av drift. Vannveiene vil bli oppretthold slik som før. Eventuelt behov for å beholde sedimentasjonsdam for flomdemping vurderes ved overgang til permanent fase, blant annet basert på faktiske/resultierende avrenningsforhold fra deponiområdet, samt muligheter for demping i forsenkninger/groper på deponiområdet.

Massedeponi på 130 000 m<sup>2</sup> vil øke avrenningen noe. Avrenningsfaktoren vil trolig øke fra 0,4 fra naturlig felt til i størrelsesorden 0,7 for massedeponi. Dette vil gi en total økning på avrenningen på ca. 0,26 m<sup>3</sup>/s til feltet, ca. 4 % (0,26 m<sup>3</sup>/s /6,67 m<sup>3</sup>/s). Det vil si marginal økning på avrenningen.

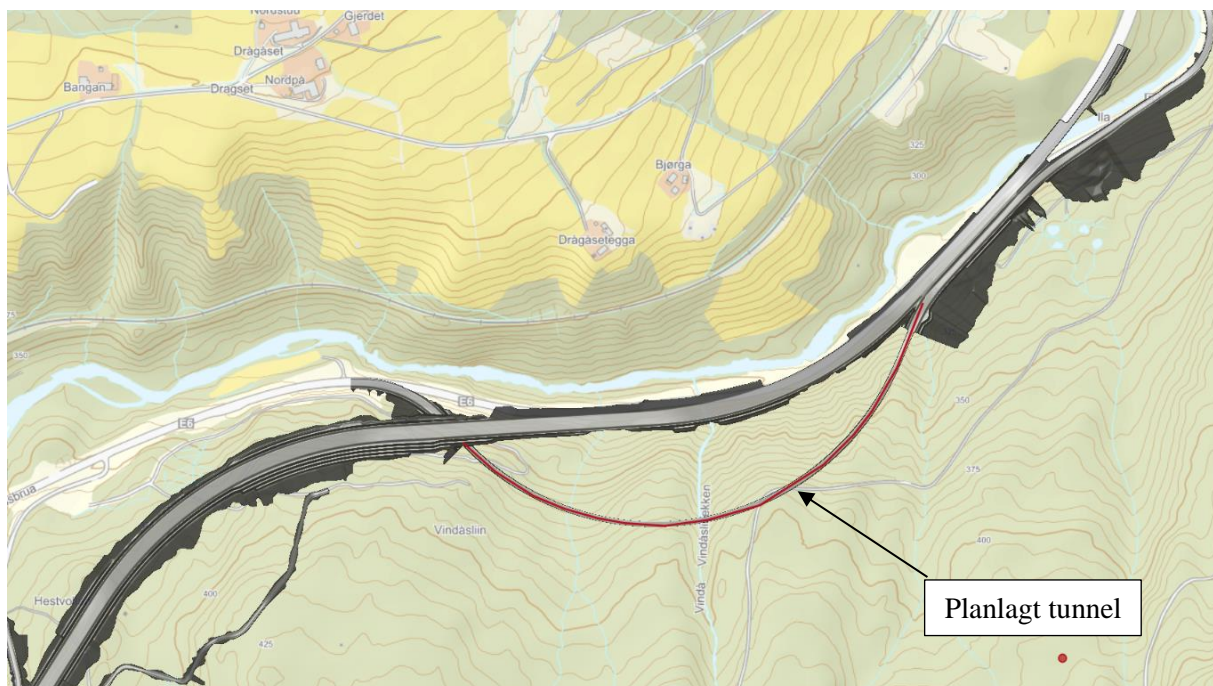
## 9 VANNHÅNTERING OG RENSING AV TUNNEL- OG OVERVANN

### 9.1 Generelt

Utslippsvann fra anleggsfasen vil i stor grad omfatte tunnelvann (rent lekkasjevann fra tunnelen og produksjonsvann fra borerigg). Tunnelvannet vil kunne inneholde partikler, nitrogen, høy pH, rester fra oljeprodukter, evt. tungmetaller og rensemidler fra anleggsmaskiner. I tillegg vil det være enkelte utslippspunkter i forbindelse med anleggsvann fra dagsonen inkludert rigg- og deponiområder (se antatte områder over), som hovedsakelig vil omfatte avrenning av partikler og nitrogen (ammonium) og olje (fra riggområder).

I driftsfasen er det aktuelt med utslipp av tunnelvaskevann, i tillegg overvann fra vei.

Det planlegges én tunnel for ny E6 Skogheim-Fossum, jf. Figur 9-1.



Figur 9-1. Oversikt over plassering av planlagt tunnel.

Tunnelen er en del av lokalveien og har en lengde på ca. 830 m. Tunnelen går på fall/synk mot nordøst.

Det er 4 ulike vanntyper som er aktuelle ved vannhåndtering av tunnel:

- Dagsonvann/overvann som har avrenning fra omkringliggende areal og inn til tunnelåpningen.
- Tunnelvann fra tunneldriving i anleggsfasen.

- Drensvann er vann som lekker inn i tunnelen, inkludert grunnvann, og samles opp underbygningen.
- Vaskevann fra tunnel, dvs. vann fra vask av selve tunnelen (veibane, vegger, tak, skilt etc.).

## **9.2 Myndighetskrav**

Følgende krav er førende for vannhåndtering i tunnel:

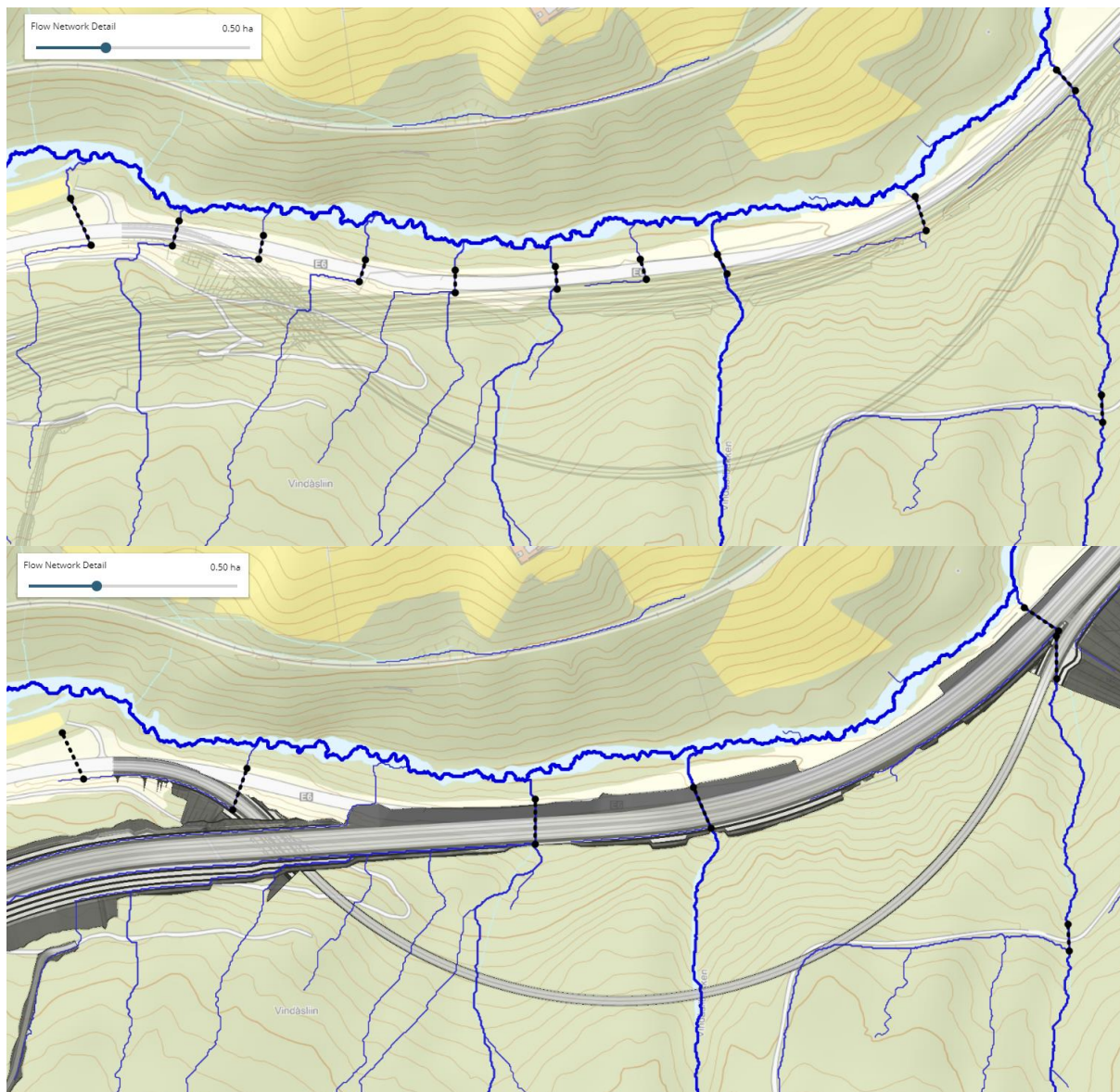
- N500 – veitunneler, kapittel 8.3 System for oppsamling av overvann, brannfarlige og giftige væsker samt vaskevann.
- Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse veitunneler (Tunnelforskriften), spesielt vedlegg 1 delkapittel 2.6.1 Avløp.
- Statens vegvesen rapport nr. 99. Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann (Statens vegvesen, 2013).

## **9.3 Tunnelvann**

### **9.3.1 Dagsonevann/overvann som har avrenning inn til tunnel**

Tunnelen ved Vindåslien går på fall mot nordøst. Dette betyr at vann som har ev. avrenning inn til tunnelen må avskjæres ved tunnelinnslaget i vest.

Avrenningsanalyse for planlagt situasjon over planlagt tunnel viser at overvannet har avrenning nordover og ned mot Ila, jf. Figur 9-2. Det planlegges en ny stikkrenne rett før tunnelinnslag/påhugg i vest for å unngå at overvann kommer inn i tunnelen, jf. delkapittel 5.4 Kryssing 3 – Tunnelinnslag vest (tunnelinnløp).



Figur 9-2. Avrenningsanalyse av dagens situasjon (øverst) og planlagt situasjon (nederst) for tunnel ved lokalvei.

### 9.3.2 Tunneldrivevann

Vannkvaliteten på drifts- og drensvann fra tunnelbygging (heretter kalt tunnelvann) vil variere forholdsvis mye i den perioden anleggsarbeidene foregår. Typisk for tunnelvannet er at det i perioder vil ha høyt innhold av suspendert stoff som følge av stor aktivitet knyttet til bl.a. boring og sprengning, nedmaling av steinmasser ved bruk av anleggsmaskiner. Det kan forventes en variasjon i konsentrasjonen av suspendert stoff i drifts- og drensvann fra 100 – 20 000 mg suspendert stoff per liter (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009).

Tunnelvannet vil også inneholde uomsatt sprengstoff som medfører høyere utslipp av nitrogen. Som eksempel kan nevnes at slurry (emulsjonssprengstoff bestående i hovedsak av  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), har et nitrogeninnhold på 26,2 %. Det kan påregnes at mellom 7 - 15 % av nitrogenet forblir uomsatt etter sprengningen, og kan finnes igjen i drensvannet og tunnelmassene. Av det uomsatte nitrogenet vil i størrelsesorden 50 % kunne følge tunnelvannet til resipienten. Den reelle andelen av totalt nitrogen som følger tunnelvannet forventes å være lavere. Erfaringer og teoretiske beregninger har vist at i størrelsesorden 2 - 5 % av totalt nitrogen følger tunnelvannet til utslipp i resipienten.

Rensemetodikk for fjerning av nitrogen har ikke blitt benyttet for utslipp av tunnelvann og er en lite aktuell problemstilling.

I tunnelanlegg forbrukes store mengder sementprodukter både til injeksjon og til sprøytebetong. Dette fører til at drensvannet i perioder kan få svært høy pH. Det er ikke uvanlig at pH kan komme opp i 11 - 12,5 rett etter bruk av store mengder sprøytebetong eller injeksjon. Dette vannet kan og bør pH-justeres ved at det tilsettes syre eller karbondioksid. Dette er imidlertid prosesser som krever en hyppig og kvalifisert oppfølging for å oppnå et sikkert resultat. Langvarig lufting av tunnelvannet vil også kunne gi en nøytralisering av pH. Terrengspredning av anleggsvann og utnyttelse av naturlige nøytraliseringsprosesser kan benyttes der forholdene ligger til rette for det.

Ved bruk av enkelte typer tetningsmidler, kan tunnelvannet også inneholde rester av kjemiske komponenter som inngår i disse stoffene, og det vil være nødvendig å gjennomføre en risikovurdering knyttet til stoffer som kan gi skadelige effekter.

Ved anleggsarbeidet vil det være større eller mindre fare for oljesøl, for eksempel ved fylling av tanker og oljeskift på maskiner, eller ved lekkasje fra midlertidige oljelagre. Oljerester fra brudd på hydraulikkslanger, lekkasje fra boremaskiner og annet anleggsutstyr kan også komme ut i tunnelvannet. Det vil ofte være usikkerhet med hensyn til giftige forbindelser i oljeprodukter (PAH, samt tilsetningsstoffer som benyttes til injeksjon). Sprengstoff skal imidlertid inneholde rene mineraloljer med lavt aromatinhold. Ulike miljøgifter (for eksempel PAH'er) som følge av drift av forbrenningsmotorer. Det forutsettes at man etablerer utstyr som kan ta hånd om oljeutslipp, samt renseanlegg som skal ta hånd om den delen av oljen og forbindelser i oljen som bindes til partikler.

For øvrig gjenspeiler tunnelvannet den kjemiske sammensetningen av berggrunnen i området, og for enkelte typer fjell kan tungmetallinnholdet være forhøyet.

#### Krav til rensing

Det må settes minimums grenseverdier for rensing av vann i utslippssøknad som sendes Statsforvalter. Dette utføres av Miljø i detaljfasen. For å kunne resirkulere utslippsvannet

er det nødvendig at partikkelinnholdet reduseres til minst 50 mg suspendert stoff per liter.

### **9.3.3 Drensvann**

Drensvann, innlekkasjevann og grunnvann, vurderes som rent vann. Vannet blir fanget opp av dreneringssystem og ført ut av tunnelen.

Dimensjoneringen av dreosanlegget utføres i fht. N500 -veitunneler kapittel 8.3.

### **9.3.4 Rensing av vaskevann**

Vaskevannet fra tunnelrenhold, uavhengig av trafikkmengde og lengde, har vist seg å være svært forurenset (Meland og Røland, 2018). Vaskevannet inneholder stoffer som gjør at utslipp av vaskevann vil kunne medføre overskridelser av grenseverdier og miljøkvalitetsstandarder (Meland og Røland, 2018). Sammenlignet med forurenset overvann fra høytrafikkerte veier så er konsentrasjonene av forurensningsstoffer i tunnelvaskevann betydelig høyere (Meland og Røland, 2018).

Alt vann fra tunnel skal ledes til fordrøyningsmagasin og renseanlegg før utslipp til resipient. Renseanleggene skal hovedsakelig redusere mengde av suspendert stoff, olje, og justere pH til akseptable verdier. Det må settes minimums-grenseverdier for rensing av vann i utslippssøknad som sendes Statsforvalter. Dette utføres av Miljø i detaljfasen.

Aktuelt tiltak kan være å anlegge lukkede sedimenteringsbasseng og oljeutskiller før utslipp til resipient. Tunnel-vaskevann behandles separat i egne oppsamlingsbasseng med tilstrekkelig volum for oppsamling av en helvask og mulighet for lang oppholdstid. Kontrollert tømning av bassenget tilpasset sårbarhet i resipient.

For planlagt tunnel, med fall/synk mot nordøst, er det naturlig å etablere renseanlegget for vaskevann ved eller nær tunnelinnslaget i øst (nedstrøms), ved ca. profil 35180. Utslipp til Ila må vurderes særskilt i detaljfasen. Det må settes av nødvendige arealer til magasiner og renseanlegg.

## **9.4 Dagsnearbeider og riggområder**

### **9.4.1 Planlegging av anleggsaktiviteter og vannhåndtering**

Før oppstart av anleggsfasen utarbeides for hvert anleggsområde en vannhåndteringsplan som omfatter:

- Avskjærende tiltak, som avskjærende grøfter eller bruk av stikkrenner. Bruk av stikkrenner under anleggsområder er aktuelt ved bygging av anleggsveier, rigg- og deponiområder. Dette vil også sørge for at de naturlige hydrologiske forholdene ivaretas, og er særlig viktig i myrområder.
- Dimensjonering av renseløsninger og avskjærende tiltak. Ved dimensjonering skal det tas hensyn til perioder med snøsmelting og flom (20-årsintervall), og gjennomføres i henhold til gjeldende veiledere, for eksempel Norsk Vanns veiledning i overvannshåndtering.
- Planlegging av tiltak/anleggsaktiviteter. Ved planlegging av anleggsvirksområder skal det tas hensyn til:
  - Klimaforhold, og perioder med snøsmelting. Tiltak i og nær vassdrag skal ikke gjennomføres i perioder med risiko for flom og høy vannføring.
  - Grunnvannstilsig til gravegrop. I områder med høy grunnvannstand skal tilsig av grunnvann reduseres ved god planlegging av tiltak, slik at tidsperiode med åpen gravegrop reduseres.
  - Det skal ikke foregå mellomagring av masser langs vassdrag og oppstrøms avskjærende grøfter.
  - Kjøring i bløte områder skal planlegges på forhånd. I bløte områder skal terrengskade/kjørespor reduseres ved bruk av matter eller andre tiltak.
  - Skade i terreng og kantsone repareres så snart som mulig, for eksempel ved bruk av geonett.
  - Trafikksikkerhet under utfordrende kjøreforhold. I anleggsperioden vil det være en del anleggstrafikk i området, noe som vil medføre større risiko for trafikkuhell som kan føre til utslipp til vassdrag. For å redusere faren for trafikkuhell er det viktig at kjøring avpasses trafikforholdene, og at det ved reduserte kjøreforhold gjøres tiltak for å utbedre forholdene.

#### **9.4.2 Renseløsninger**

Ved prosjektering av renseløsning skal det tas hensyn til at renseløsningene skal fungere i vinterperioden (lave temperaturer), i tillegg skal det tas hensyn til flomperioder (snøsmelting). Det skal tas hensyn til følgende prinsipper:

1. Sandfang med dykket inn- og utløp. På grunn av klimatiske forhold skal overvann ledes til sandfangkum med dykket innløp, slik at anlegget også vil fungere i perioder med snøsmelting og i perioder med lav temperatur. Dykket utløp vil forhindre partikkelflukt.
2. Sedimentasjonsanlegg. Fra sandfangkummen ledes vann til sedimentasjonsbasseng. Anlegget skal være utrustet med oljeutskiller.

Et eksempel på utforming av et sedimentasjonsanlegg vises i (deponier) og sammenfattes i teksten under:

1. Anlegget skal ha både et kammer til forsedimentering og et hovedbasseng.
2. Anlegget skal utformes slik at det er muligheter for jevnlig tømning for sedimenter.
3. Utslippsvann kan gjerne gå via kantsone til bekk i tilfellet uberørt kantsone, alternativt gjennom en filtergrøft med puk/sand før utslipp.

### **9.5 Overvann fra vei**

Grad av forurensning av overvann fra veioverflater i tunnel er avhengig av veitrafikken og vedlikehold av veien. I tillegg vil atmosfærisk deposisjon også spille inn. Grad av rensekraft/behov er avhengig av trafikkmengde og resipientens sårbarhet.

Bortledning og rensing av overvann fra vei vil bli ivarettatt innenfor område for veiformål i henhold til Statens vegvesens håndbok N-200. Resipientene i planområdet er vurdert å ha middels til høy sårbarhet (Møller, 2020. ref. 2.1.5 *Krav til rensing av forurenset overvann fra vei*).

Rensetiltak skal benyttes hvis vannforekomsten har middels eller høy sårbarhet, det benyttes derfor infiltrasjonsgrøfter som trinn 1 rensing. Det er dette som er planlagt for planområdet. Grøfteutforming og infiltrasjonsløsning vil variere avhengig av topologi/grunnforhold. Ved infiltrasjon i grøftebunn vil det etableres terskler ved jevne mellomrom.

Ved behov vil veigrøftene også utnyttes til fordrøyning av overvann fra veiflatene, ved at det jevnlig etableres terskler. Fordrøyning vil være nødvendig ved infiltrasjon til grøftebunn og/eller dersom veivann må fordrøyes for å unngå at nedstrøms vannvei blir negativt påvirket. Dette gjelder primært for utslipp fra grøft til små vannveier/bekker.

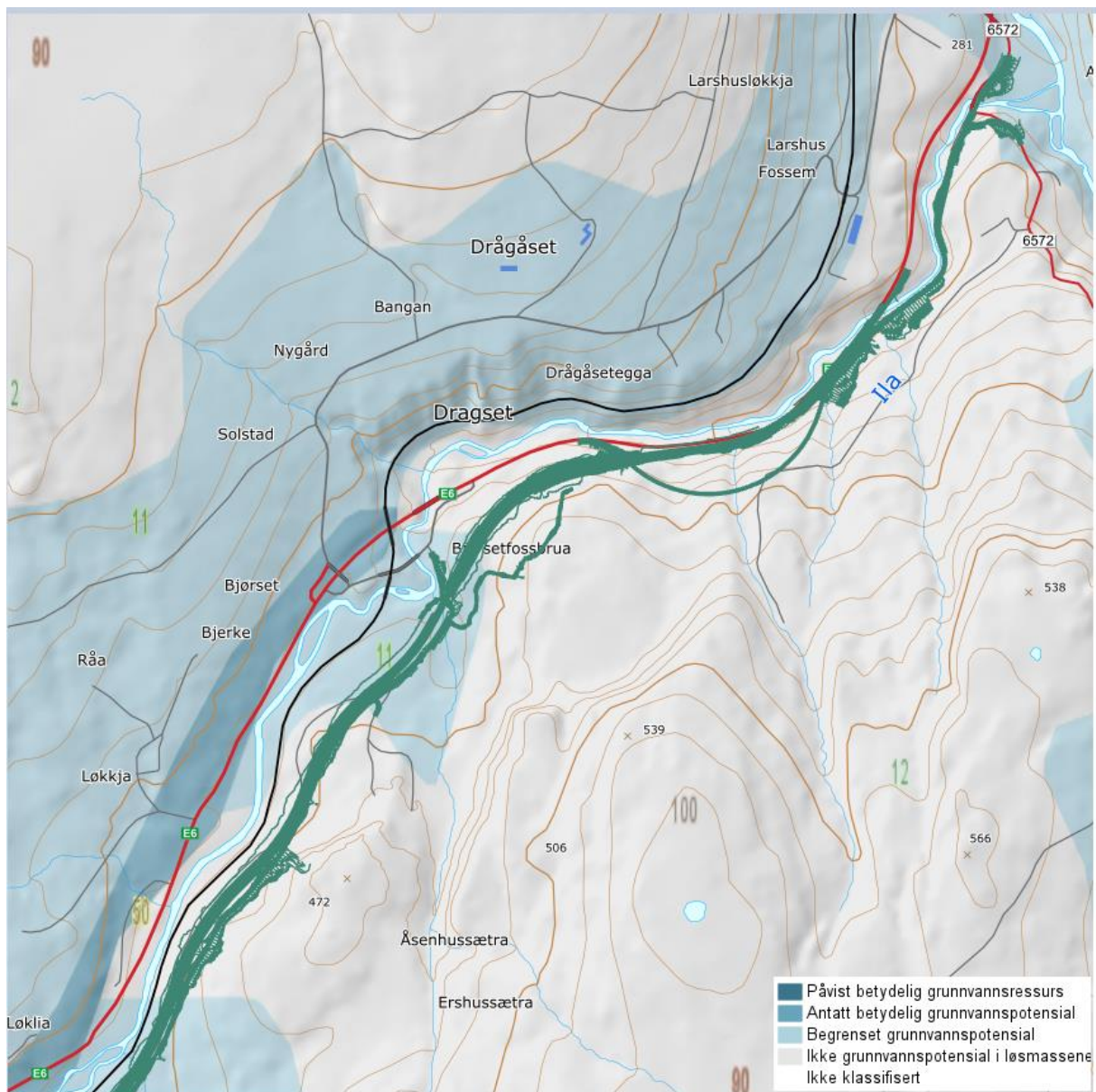
Grøftesnittene og hyppighet av/lengde mellom grøfteterskler vil variere, men typisk vil det kunne samles opp ca. 0,5 m<sup>3</sup> per løpemeter vei/25 m<sup>2</sup> veianlegg ved ensidig fall på veien. Det betyr at grøftemagasinerne har en kapasitet på ca. 20 mm nedbør. For påslipp til små bekker/vannveier, med flomutsatte nedstrøms-kryssinger eller vannveier, kan eventuelt grøftetverrsnittet økes noe.



## 10 GRUNNVANN

Oversikt over grunnvannspotensialet i området langs ny E6 er vist i Figur 3. Utenom to mindre områder med begrenset grunnvannspotensiale vil veien gå i områder uten grunnvannspotensiale. Det foreligger to målinger på grunnvannsnivå langs traseen, hvor grunnvannsnivået er registrert å ligge 5 og 0,2 meter under terreng (se geologisk rapport, G-rap-D7-001-1350036723). Målepunktet hvor grunnvannsnivået er registret 5 meter under terreng er plassert i område uten grunnvannspotensiale (profil 31980). Målepunktet hvor grunnvannsnivået er registrert til 0,2 meter under terreng er ved profil 32110, og ligger i massene oppgitt med begrenset grunnvannspotensiale.

I områder uten grunnvannspotensiale og hvor løsmassetykkelsen er svært begrenset, er det antatt at utbyggingen i liten grad vil påvirke grunnvannsnivået. I områder hvor veien går på fylling vil det være liten eller ingen påvirkning på grunnvannsnivået. I områder med dype skjæringer kan oppstrøms grunnvannsnivå bli påvirket. Eventuelle konsekvenser på grunnvannsnivå i områder hvor veien går på skjæring må derfor hensyntas i framtidige søknader.



Figur 3. Oversikt over grunnvannspotensiale i området, hentet fra NGUs løsmassekart. Veien går i hovedsak i områder uten grunnvannspotensiale (grå farge), og to mindre områder med begrenset grunnvannspotensiale (lyseblå farge).

Påvirkning av grunnvann i forbindelse med utbygging av ny tunnel for lokalvei er beskrevet i ingeniørgeologisk rapport («*Ingeniørgeologisk rapport tunnel for lokalvei i Vindåsliene for reguleringsplan E6 Skogheim – Fossum*»).

## **11 EKSISTERENDE VA-ANLEGG**

Midtre Gauldal kommune er kontaktet og bekreftet at det ikke er kommunale vann- og avløpsanlegg langs planlagt ny vei og dens plangrense.

Forurensning av drikkevannskilder/vannbrønner og tilhørende private ledningsanlegg er ivaretatt i egen fagrapport.

## 12 REFERANSER

- **Bævre, I., 2001.** Delprosjekt Støren Flomsonekart. 1/2001.  
[http://publikasjoner.nve.no/flomsonekart/2001/flomsonekart2001\\_01.pdf](http://publikasjoner.nve.no/flomsonekart/2001/flomsonekart2001_01.pdf)
- **COWI AS, 2020.** Naturbasert håndtering av forurenset overvann fra veg.  
<https://www.tiltak.no/e-beskytte-eller-reparere-miljoet/e2-luft-og-vannforurensning/e-2-5/>
- **K. Møller Gabrielsen, 2020.** Sårbarhetsvurdering vannforekomster. E6UV-RNO-M-RAP-NN00-N00-G-002-Sårbarhetsvurdering vannforekomster. Datert: 29.05.2020.  
<https://www.statsforvalteren.no/contentassets/b082302859e94cbba3a7caf89464aaef/e6uv-rno-m-rap-nn00-n00-g-002-sarbarhetsvurdering-vannforekomster.pdf>
- **Meland og Rødland, 2018.** Forurensning i tunnelvaskevann – en studie av 34 veitunneler i Norge. <https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2018/07/Meland.pdf>
- **Norsk forening for fjellsprenningsteknikk, 2009.** Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. <https://nff.no/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/Teknisk-rapport-nr-9.pdf>
- **NVE, 2/2011.** Flaum- og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014.
- **NVE, 7/2015.** Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt.  
[http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015\\_07.pdf](http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015_07.pdf)
- **Pettersson, L.-E., 2000.** Flomberegning for Gaulavasdraget (122.Z). Flomsonekartprosjektet. 15/2000.  
[http://publikasjoner.nve.no/dokument/2000/dokument2000\\_15.pdf](http://publikasjoner.nve.no/dokument/2000/dokument2000_15.pdf)
- **Rambøll, 2021.** Rambøll GIS.
- **Statens vegvesen 2013.** *Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann.*  
<https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesenxmlui/bitstream/handle/11250/2508287/>

[SVV%20rapport%2099%20Estimering%20av%20forurensning%20i%20tunnel%20og%20tunnelvaskevann.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.vegvesen.no/attachment/865860/binary/1030718)

- **Statens vegvesen, 2015.** *Håndbok N400 – Bruprosjektering.*  
<https://www.vegvesen.no/attachment/865860/binary/1030718>
- **Statens vegvesen, 2018.** *Håndbok N200 – vegbygging.*  
<https://www.vegvesen.no/attachment/2364236/binary/1269980>
- **Statens vegvesen, 2020.** *N500- Vegtunneler.*  
<https://www.vegvesen.no/attachment/61913>
- **SWECO, 2015.** Rapport. Statens vegvesen. Ny E6 Ulsberg-Vindåsliene- Korporalsbrua-Støren. Kapasitetsberegning for bru og kulvert til elv og bekkekryssing.
- **«Vassdragsloven»,** Lov om vassdragene:  
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1940-03-15-3>
- **Vegkart.no:**  
[https://vegart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:topo4/@255114,6986779,17/hva:~\(id~79\)\)/valgt:844102589:79](https://vegart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:topo4/@255114,6986779,17/hva:~(id~79))/valgt:844102589:79)