1 - Akseptert, Maria Hetland Olsen (01-June-2026)

OFOTBANEN
NARVIK HAVN – VASSIJAURE

HORISONTALEN KRYSSINGSSPOR

FAGRAPPORT VA, OVERVANN, DRENERING OG FLOM

Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
06A	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR, lagt til km 25,146 i kapittel 7	20.05.2026	JOTN/ MJOB	INDA	TTR
05A	Lagt inn beregnet flomsoner brukt mot reguleringskart	30.04.2026	JOTN/ MJOB	ASPO	TTR
04A	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR og endret løsning for veg	26.03.2026	JOTN/ MJOB	ASPO	TTR
03A	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR	02.03.2026	JOTN/ MJOB	ASPO	TTR
00A	Første utgave	15.12.2025	JOTN/ KHLU	ASPO	TTR

Tittel:
Ofotbanen
Narvik havn - Vassijaure
Horisontalen kryssingsspor
Fagrapport VA, overvann, drenering og flom

Ant. sider	**87**
Fritekst 1d	
Fritekst 2d	
Fritekst 3d	
Produsent	**NIRAS Norge AS**
Prod. dok. nr.	
Erstatning for	
Erstattet av	

Prosjekt: 60079310
Parsell: 06

Dokument nr.: **UOB-06-A-00062**
Rev.: **06A**

BANE NOR

Dokument nr.:
Rev.:

REVISJONSHISTORIKK

Tabell 0.1 - Oversikt over dokumentets revisjoner.

Rev.	Beskrivelse av endring	Dato	Forfatter
00A	Første utgave	15.12.2025	JOTN/KHLU
01A	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR	13.01.2026	JOTN/ MJOB
02A	Revisjon etter kommentarer. Oppdatert med stikkrenner og drenering av tunnel	09.02.2026	JOTN/ MJOB
03A	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR	02.03.2026	JOTN/ MJOB
04A	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR og endret løsning for veg	26.03.2026	JOTN/ MJOB
05A	Lagt inn beregnet flomsoner brukt mot reguleringskart	28.04.2026	JOTN/ MJOB
06A	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR, lagt til analyse av stikkrenne km 25,146 i kapittel 7	20.05.2026	JOTN/ MJOB

SAMMENDRAG

Rapporten omhandler vurderinger av VA, overvann, drenering og flom i forbindelse med etablering av et nytt kryssingsspor ved Horisontalen på Ofotbanen, på strekningen mellom Rombak og Katterat. Tiltaket inngår i en større satsing for å øke kapasiteten på strekningen, som i dag er preget av bratt og krevende terreng.

Det er gjennomført vurderinger av dimensjonerende vannføring for 17 eksisterende stikkrenner og en konstruksjon (Kviturelva). For stikkrennene er det foreslått nødvendige dimensjoner for å kunne håndtere en klimakompensert 200-årshendelse iht. gjeldende krav i TRV. Stikkrenner har også blitt prosjektert under drifts/-anleggsveg. Videre har det blitt gjort vurderinger av drenering og overvannshåndtering. Det har også blitt prosjektert lukket drenering i tunnel med stake-/spylekummer og sandfangskummer.

INNHOLDSFORTEGNELSE

REVISJONSHISTORIKK **2**
SAMMENDRAG **3**
INNHOLDSFORTEGNELSE **4**
1 INNLEDNING **5**
1.1 BAKGRUNN OG HENSIKT 5
1.2 RAPPORTENS OMFANG 6
2 EKSISTERENDE FORHOLD **7**
2.1 PLANOMRÅDET 7
2.2 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD 7
2.3 EKSISTERENDE DRENERING 10
2.4 EKSISTERENDE STIKKRENNER 11
3 AKTSOMHETSOMRÅDER OG FLOMSONER **22**
3.1 AKTSOMHETSOMRÅDER FLOM 22
3.2 FLOMSONE 23
4 BERGNINGSMETODIKK **24**
4.1 FLOMBEREGNINGER 24
4.2 DIMENSJONERING AV STIKKRENNER 26
5 DIMENSJONERING AV STIKKRENNER OG KONSTRUKSJON **27**
5.1 STIKKRENNE KM 22,422 28
5.2 STIKKRENNE KM 22,952 30
5.3 STIKKRENNE KM 22,989 32
5.4 STIKKRENNE KM 23,063 34
5.5 STIKKRENNE KM 23,129 36
5.6 STIKKRENNE KM 23,238 38
5.7 STIKKRENNE KM 23,343 40
5.8 STIKKRENNE KM 23,366 42
5.9 STIKKRENNE KM 23,576 45
5.10 STIKKRENNE KM 23,747 47
5.11 STIKKRENNE KM 23,975 50
5.12 STIKKRENNE KM 24,132 52
5.13 KONSTRUKSJON KM 24,353 59
5.14 STIKKRENNE KM 24,420 OG 24,460 63
5.15 STIKKRENNE KM 24,832 65
5.16 STIKKRENNE KM 25,022 67
5.17 STIKKRENNE KM 25,146 69
5.18 STIKKRENNE KM 25,325 73
5.19 STIKKRENNE KM 25,535 75
5.20 SAMLET VURDERING 77
6 STIKKRENNER OG PROSJEKTGJENNOMFØRING **78**
7 FLOMSONE **79**
7.1 KLASSIFISERING OG SIKKERHETSPÅSLAG 79
7.2 FLOMSONEKART 80
8 DRENERING **83**
8.1 DRENERING AV SPOR 83
8.2 DRENERING AV VEG 84
8.3 DRENERING AV KONSTRUKSJONER 84
OVERVANNSHÅNDTERING **85**
8.4 OVERVANNSHÅNDTERING FOR SPOR 85
8.5 OVERVANNSHÅNDTERING FOR VEG 85
9 BRANNVANN **86**
10 REFERANSER **87**

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og hensikt

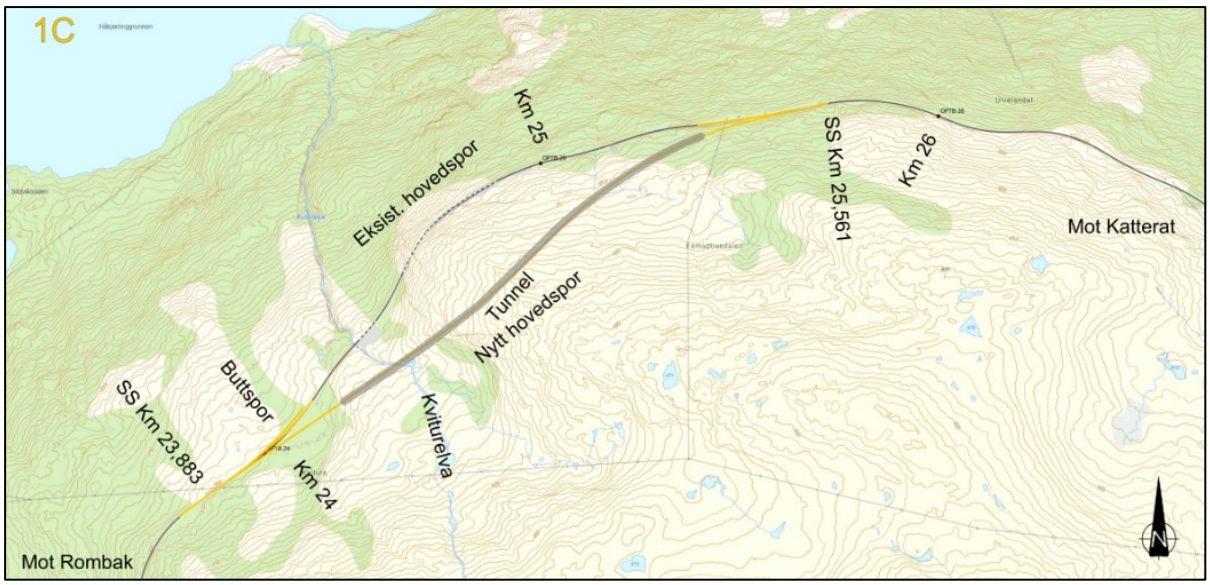
Ofotbanen er Norges nordligste jernbanestrekning og strekker seg 43 km fra Narvik til Riksgrensen. Ofotbanen er Norges tyngste trafikkerte bane der malmtogene fra gruvene ved Kiruna i Sverige utgjør hoveddelen av trafikken. I tillegg er banen viktig for varetransport mellom Sør- og Nord-Norge. All trafikk på Ofotbanen går via Sverige, da banen ikke er tilknyttet det øvrige norske jernbanenettet, se Figur 1.1. Dagens jernbane er karakterisert som bratt og kurvete, og flere steder skjærer banen inn i bratte fjellskråninger noe som vanskeliggjør kurveutretting og sporomlegginger.



Figur 1.1 Utstrekningen av Ofotbanen (sort linje) fra Narvik havn til Riksgrensen [1].

Bane NOR jobber nå med å øke kapasiteten på Ofotbanen. Bakgrunnen for arbeidet er kapasitetsanalyse gjennomført av Jernbanedirektoratet i 2020, hvor de så på kapasiteten på Ofotbanen med prognose for trafikk i 2040 med innspill fra Trafikverket og Bane NOR. Dette for å undersøke om kapasiteten er høy nok med dagens infrastruktur for å håndtere prognosen for trafikk i 2040. Resultatet fra analysen viste at det må utføres kapasitetstiltak på deler av strekningen, spesielt mellom Rombak og Riksgrensen [2].

Som en følge av dette arbeidet fikk NIRAS i 2023 i oppdrag fra Bane NOR å utrede for kapasitetsøkende tiltak på strekningen Rombak til Riksgrensen. Fra denne utredningen ble fire tiltak anbefalt for å øke kapasiteten, et av disse tiltakene er et kryssingsspor på Horisontalen [3]. Alle tiltakene på strekningen må bygges for å kunne hente ut effekten av tiltakene. I starten av denne hovedplanfasen har det blitt gjennomført en siling av fem alternativer for nytt kryssingsspor på Horisontalen, over og under Kviturelva. Etter gjennomført siling er det alternativ 1C som er anbefalt videre i hovedplanfasen. Alternativet er skissert i Figur 1.2 og det vises til silingsrapport [4]. I tillegg skal det i hovedplanfasen prosjekters for et buttspor med plattform, viltovergang rundt km 24 og en anleggsveg fra vestlig tunnelpåhugg/sporveksel 1 til Rombak stasjon.



Figur 1.2 Skisse av alternativ 1C anbefalt fra silingsfasen [4].

1.2 Rapportens omfang

Denne rapporten inngår som en del av hovedplan for nytt kryssingsspor på Horisontalen. Hovedplan skal sikre et gjennomtenkt, gjennomarbeidet og gjennomførbart prosjekt som etterlever prosjektet sine prosjektmål. Fagrapporten omfatter vurderinger rundt håndtering av VA, hydrologi, drenering og overvann innenfor planområdet.

Overordnet mål for VA, hydrologi og overvannshåndtering er å sikre eksisterende og prosjektert infrastruktur mot ekstrem nedbørhendelse, beholde eller forbedre avrenningsmengde og minimere utslipp av forurensing.

2 EKSISTERENDE FORHOLD

2.1 Planområdet

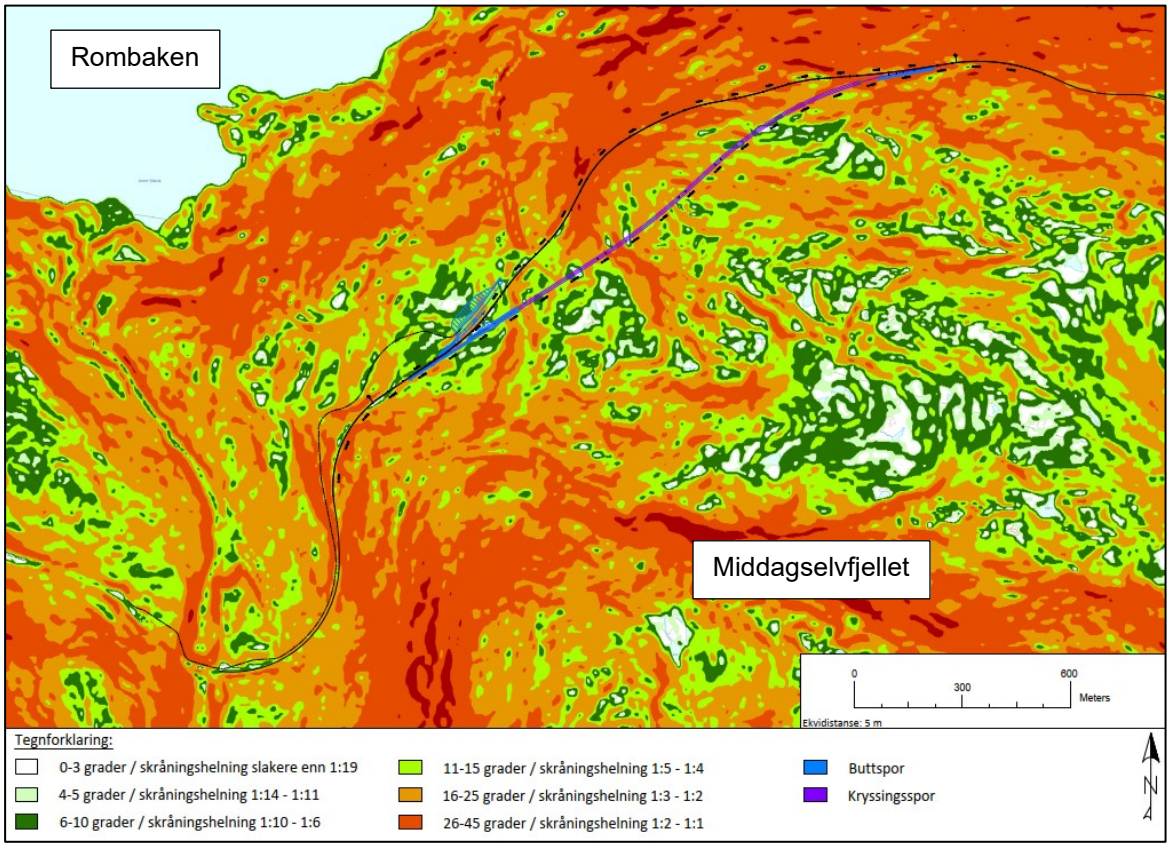
Omgivelsene langs den delen av Ofotbanen der traseen Horisontalen inngår, er preget av bratt og krevende terreng, med åpne bekker, vannveier og høy eksponering for vær og vind. Store sesongmessige og termiske variasjoner medfører betydelige utfordringer, blant annet i form av isdannelse i tunneler om vinteren og kraftige vårflommer i vassdrag og bekkeløp. Dette resulterer i høy vannføring og ukontrollert avrenning, som igjen belaster og utfordrer den eksisterende overvannshåndteringen.

2.2 Topografi og grunnforhold

Følgende beskrivelse av grunnforhold baserer seg på data tilgjengelig på nett (NGU, flybilder, NADAG) og i Bane NOR sine arkiver. Det har i tillegg blitt gjennomført grunnundersøkelser og ingeniørgeologisk befaring i området. For detaljer rundt geologi og berggrunn henvises det til geoteknisk data- og vurderingsrapport, samt fagrapport for ingeniørgeologi (UOB-06-A-00067 [5], UOB-06-A-00066 [6] og UOB-06-A-00068 [7]).

2.2.1 Topografi

NVEs bratthetskart viser at hele område gjennomsnittlig har en helning på mellom 26-45 grader, tilsvarende 1:2 – 1:1 (Figur 2.1). I område ved Kvitura er det noe slakere terreng, 1:10 – 1:6, dette er område med tynt morenedekke (Figur 2.2). Se befaringsbildene i Figur 2.3 og Figur 2.4 for å se område der det er slakest helning i terrenget.



Figur 2.1 NVEs bratthetskart over prosjektområdet.

2.2.2 Marin grense

Den marine grensen (MG) i området ligger iht. NGU på rundt kote +100. Tiltaksområdet ligger ca. på kote +300 og ligger dermed helhetlig over marin grense.

2.2.3 Kvartærgeologi

Fra NGU sitt kvartærgeologiske kart kan man se at prosjektområdet ligger i et område som består av bart fjell og tynt morenedekke (Figur 2.2).

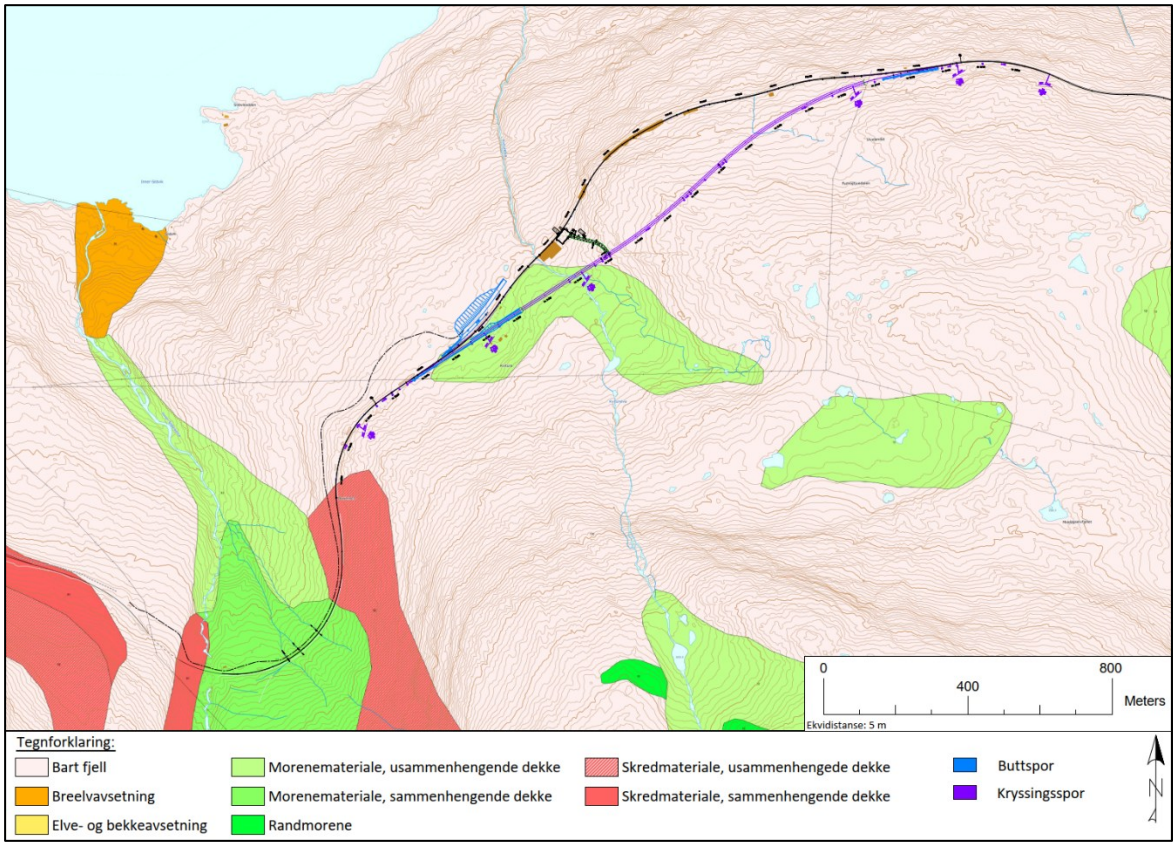
NGU definerer de ulike typer løsmassene som forekommer innenfor prosjektområdet slik:

Bart fjell: Fjelloverflate uten løsmassedekke.

Morenemateriale: Materiale transportert og avsatt av isbreer. Materialet er dårlig sortert, ofte kompakt og kan inneholde alle kornstørrelser, alt fra leir til stein og store blokker.

Målevognsbilder fra sommerperioden indikerer likevel noe vegetasjon og løsmassedekke langs enkelte partier av eksisterende Ofotbanen. Se befaringsbildene i Figur 2.3 og Figur 2.4 for å se område der det er tilsynelatende størst løsmassedekke. Det ble gjennomført grunnundersøkelser ved prosjektområdet i juni 2025, og de fleste borehullene ble plassert i spor for å undersøke tykkelse av underbygningen. I følge geoteknisk datarapport [5] er det generelt grunt til berg, med dybde som varierer mellom ca. 1 og 12,5 m. Det har ikke blitt gjennomført grunnundersøkelser for de planlagte vegalternativene.

Eksisterende fyllinger antas etablert av utsprengt materiale fra etablering av bergskjæringer og tunneler. Øvrige masser i området antas i all hovedsak å bestå av forvitringsmasser og/eller organiskholdig dekke.



Figur 2.2 Kvartærgeologisk kart over tiltaksområdet.



Figur 2.3 Bilde fra oppstartsbefaring 26.08.2024. Bilde tatt mot vest, der sporet går på fylling. Kilde: Bane NOR.



Figur 2.4 Bilde fra oppstartsbefaring 26.08.2024. Bilde tatt mot øst, der sporet går fra fylling til berg i dagen. Kilde: Bane NOR.

2.3 Eksisterende drenering

Fra oversendt materiale fra Bane NOR eksisterer det ikke lukket drenering på strekningen, kun åpen drenering i form av terreng- og linjegrøfter. For oversikt over registrert informasjon innenfor tiltaksområdet, se Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Viser oversikt over eksisterende drenering fra oversendt materiale fra Bane NOR.

Km fra - til	Side	Type	Beskrivelse
22,741 – 22,887	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
22,756 – 22,850	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
22,756 – 22,938	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
22,774 – 22,835	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
22,832 – 22,940	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
22,834 – 22,980	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
22,850 – 22,950	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
22,951 – 22,973	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
22,958 – 22,985	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
22,990 – 23,003	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
23,041 – 23,047	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
23,078 – 23,380	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
23,409 – 23,449	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
23,488 – 23,671	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
23,811 – 23,85	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
23,811 – 23,912	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
23,850 – 23,912	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
23,884 – 23,952	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
23,980 – 24,080	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
23.990 – 24,055	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
24,200 – 24,352	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
24,357 – 24,391	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
24,400 – 24,400	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
24,561 – 24,750	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
24,809 – 24,889	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
24,925 – 24,989	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
25,033 – 25,140	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
25,172 – 25,534	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering
25,326 – 25,371	Høyre	Terrenggrøft	Åpen drenering
25,571 – 25,783	Høyre	Linjegrøft	Åpen drenering

2.4 Eksisterende stikkrenner

Langs dagens strekning på Horisontalen hvor det er planlagt nytt kryssingsspor med tunnel og en anleggsveg er det, ifølge Bane NOR sitt Banekart [8], registrert 16 eksisterende stikkrenner, en konstruksjon (ved km 24,353) og en vanntunnel (ved km 22,726). Disse er plassert langs anleggsvegen, samt før og etter de planlagte tunnelpåhuggene. For oversikt over eksisterende stikkrenner, se Tabell 2.2 og Figur 2.5.

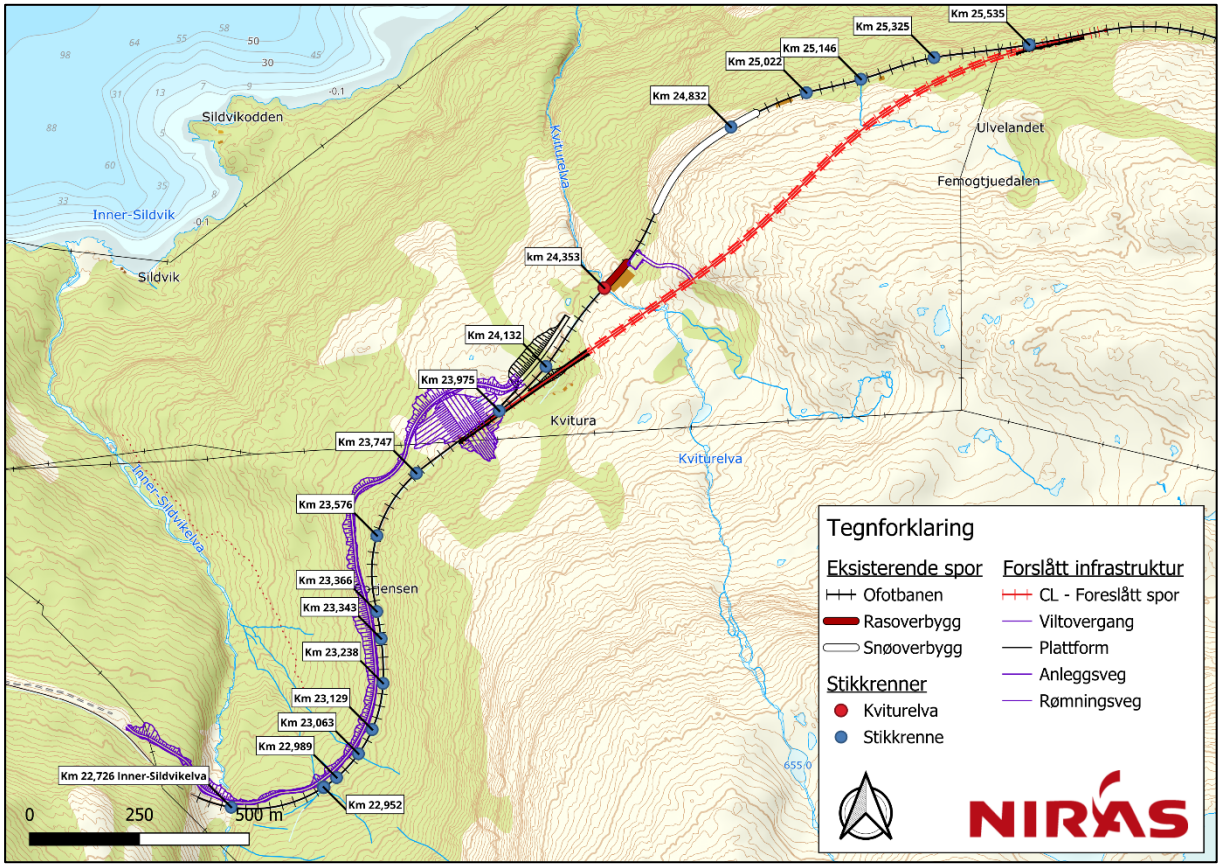
Tabell 2.2 Viser oversikt over eksisterende stikkrenner og konstruksjon sin dimensjon, materialtype og lengde oppgitt fra Banekart.

Km	Dimensjon Bredde x høyde (mm)	Material	Geometrisk fasong	Lengde (m)
22,726 (Inner-Sildvikelva)	3000 x 3000	Stein	-	N/A
22,952	600 x 600	Stein	Rektangulært	16
22,989	600 x 900	Stein	Rektangulært	16,7
23,063	600 x 600	Stein	Rektangulært	10
23,129	600 x 600	Stein	Rektangulært	10,7
23,238	600 x 600	Stein	Rektangulært	6
23,343	600 x 600	Stein	Rektangulært	9,5
23,366	600 x 600	Stein	Rektangulært	N/A
23,576	600 x 600	Stein	Rektangulært	10
23,747	600 x 800	Stein	Rektangulært	26
23,975	600 x 900	Stein	Rektangulært	12
24,132	800 x 1200	Stein	Rektangulært	17
24,353 (Kviturelva)	1500 x 1750	Stein	Buet	N/A
24,832	600 x 500	Stein	Rektangulært	N/A
25,022	600 x 600	Stein	Rektangulært	8,5
25,146	800 x 1200	Stein	Rektangulært	8
25,325	600 x 600	Stein	Rektangulært	9
25,535	600 x 600	Stein	Rektangulært	12,5

I det tidligere oversendte notatet «Kart tiltak 5 og 50 års flom OB» fra Bane NOR, der kapasiteten til eksisterende stikkrenner er kartlagt, har det blitt gjennomført en vurdering av hvilke returperioder for nedbør de enkelte stikkrennene kan håndtere. Beregningene er basert på Vassdragshåndboka og er ikke videre kontrollert i HY-8 eller liknende. Vurderingene viser at flere av stikkrennene er underdimensjonerte og må oppgraderes for å kunne håndtere vannmengdene de potensielt kan utsettes for, se Tabell 2.3.

Tabell 2.3 Vurderinger gjort fra oversendt notat fra Bane NOR.

Km	Kapasitet for 5-års flom	Kapasitet for 50-års flom	Kapasitet for 200-års flom
22,952	Ja	Ja	Nei
22,989	Nei	Nei	Nei
23,063	Nei	Nei	Nei
23,129	Ja	Ja	Ja
23,238	Ja	Ja	Ja
23,343	Ja	Nei	Nei
23,366	Ja	Nei	Nei
23,576	Ja	Ja	Ja
23,747	Ja	Ja	Nei
23,975	Ja	Ja	Ja
24,132	Ja	Nei	Nei
24,353 (Kviturelva)	Ja	Nei	Nei
24,832	Ja	Ja	Nei
25,022	Ja	Ja	Ja
25,146	Ja	Nei	Nei
25,325	Ja	Ja	Ja
25,535	Ja	Ja	Ja



Figur 2.5 Viser oversikt over eksisterende stikkrenner for innenfor planområdet.

Vanntunnelen ved Inner-Sildvikelva omfattes ikke av dette rapporten, grunnet dimensjonen på tunnelen samt at det planlagte tiltaket ikke påvirker eksisterende situasjon eller kolliderer med vanntunnelen. Anleggsveg er likevel planlagt i nærheten, noe som beskrives nærmere i kapittel 8.5. Eksisterende vanntunnel planlegges videreført og det er følgelig ikke blitt utført flomberegninger eller hydrauliske flomanalyser for vassdraget.

Konstruksjonen ved Kviturelva (km 24,353) opplever utfordringer knyttet til stor vannføring, noe som beskrives nærmere i kapittel 5.13. Det har blitt utført flomberegninger for å belyse de store vannmengdene, men konstruksjonen har ikke blitt bestemt utskiftet i dette prosjektet. Det har derfor ikke blitt gjort hydrauliske analyser av denne flomsonen.

2.4.1 Befaringsbilder og ortofoto

I prosjektet har det blitt gjennomført befaringer fra øvrige fagfelt hvor kulverten til Kviturelva er dokumentert, se Figur 2.17 og Figur 2.18. Figur 2.6 viser bilde fra befaring av antatt stikkrenne under veg ved km 22,422. Det er også mottatt oversendt befaringsbilde fra Bane NOR for stikkrennen ved km 24,832. For øvrige stikkrenner foreligger det ikke befaringsbilder som viser innløp og utløp, her vises det til ortofoto oversendt fra Bane NOR og dronebilder. For stikkrennene ved km 23,366, km 23,747, km 25,325 og km 25,535 er det ikke tatt befaringsbilder, og de kommer heller ikke tydelig fram i ortofoto eller dronebilder.



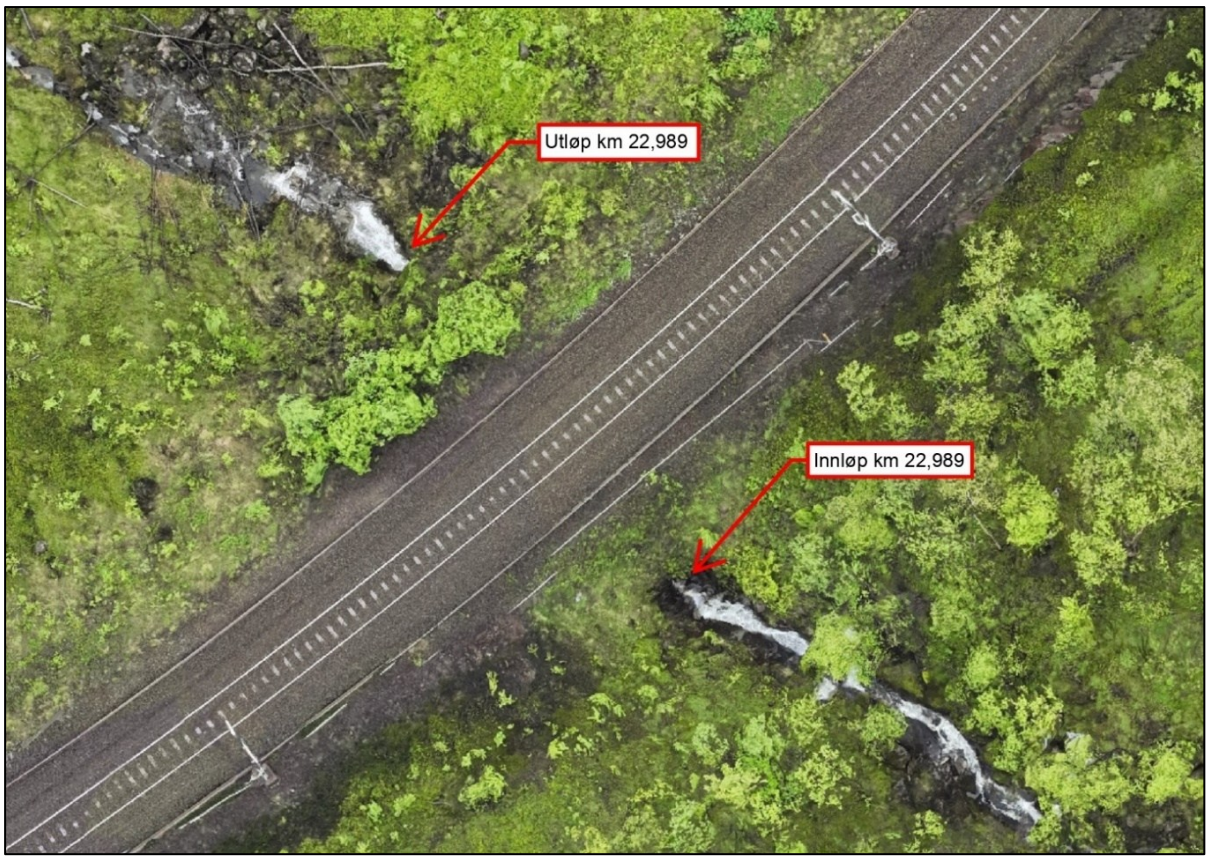
Figur 2.6 Viser utløp fra stikkrenne under veg med antatt lokasjon ved ca. km 22,422. Bildet er tatt på befaring 25.06.2025. Kilde: NIRAS.



Figur 2.7 Viser fyllingen som går ved utløpet til vanntunellen som frakter Inner-Sildvikelva under jernbanen ved km 22,726. Kilde: Dronebilde fra Bane NOR.



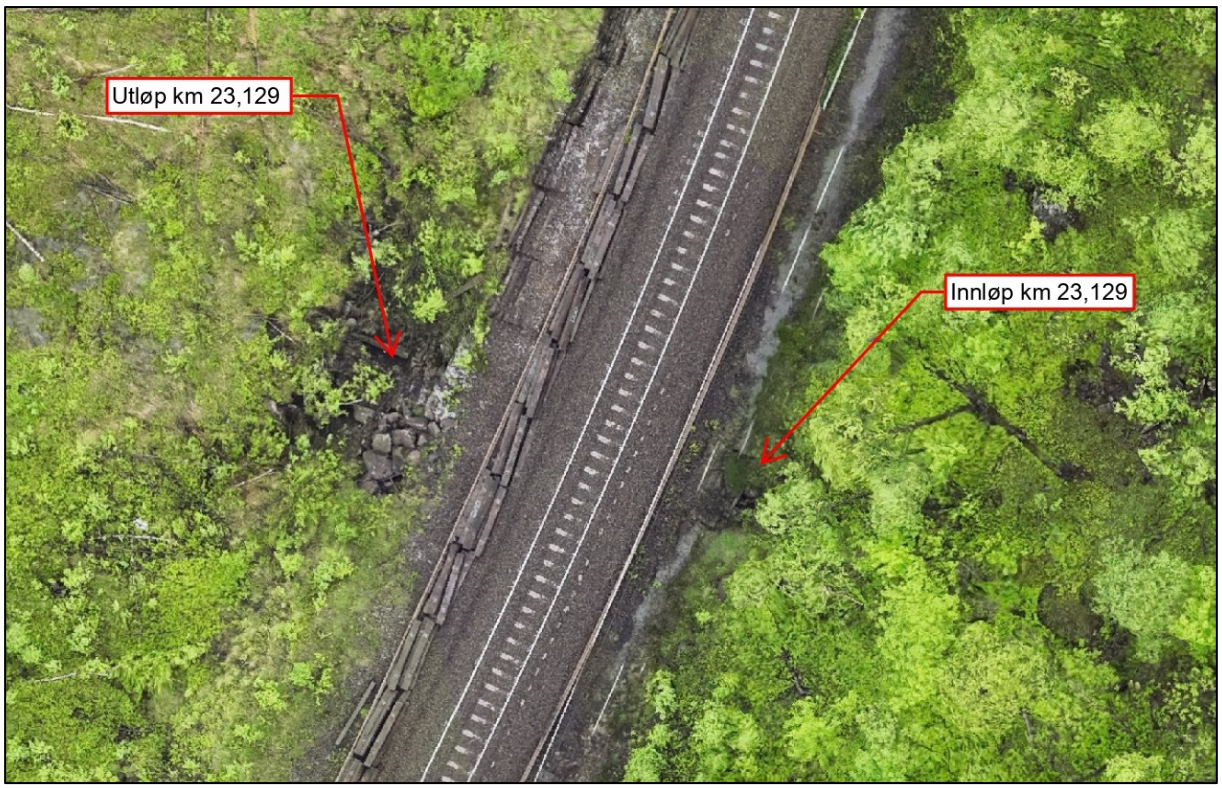
Figur 2.8 Viser oversikt over inn- og utløp til stikkrenne km 22,952. Stikkrennen er registrert som steinkiste med dimensjon 600 x 600 mm. På bildet ses det et rør som stikker ut av utløpet på stikkrennen, og det er trolig et betongrør som er lagt inn i steinkisten. Kilde: Ortofoto fra Bane NOR.



Figur 2.9 Viser oversikt over inn- og utløp til stikkrenne km 22,989. Kilde: Ortofoto fra Bane NOR.



Figur 2.10 Viser oversikt over inn- og utløp til stikkrenne km 23,063. Kilde: Ortofoto fra Bane NOR.



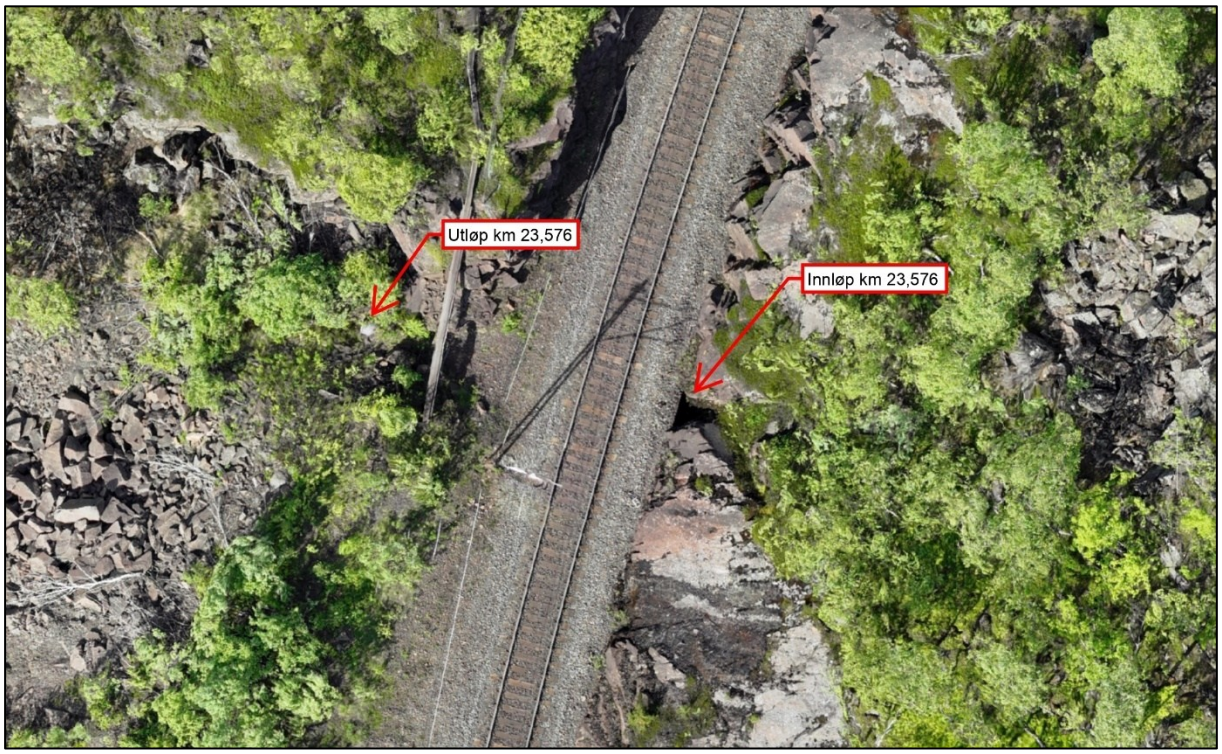
Figur 2.11 Viser oversikt over inn- og utløp til stikkrenne km 23,129. Kilde Ortofoto fra Bane NOR.



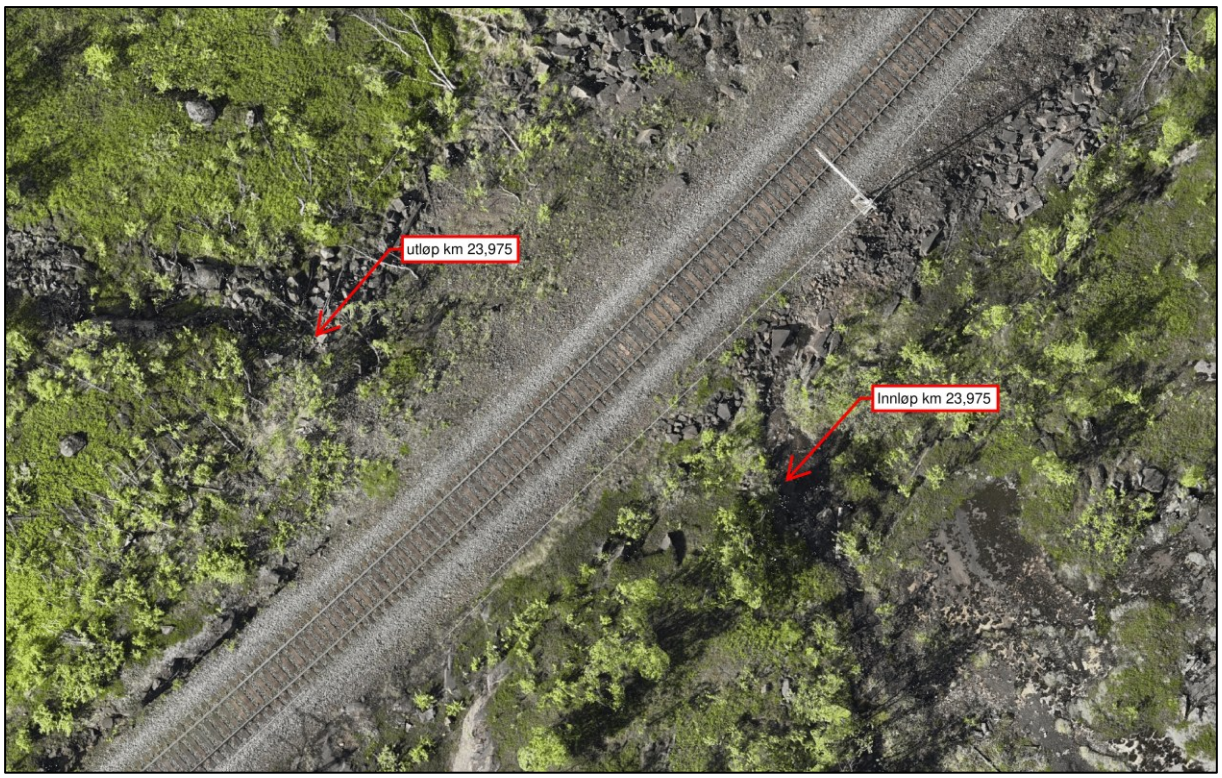
Figur 2.12 Viser oversikt over inn- og utløp til stikkrenne km 23,238. Kilde: Ortofoto fra Bane NOR.



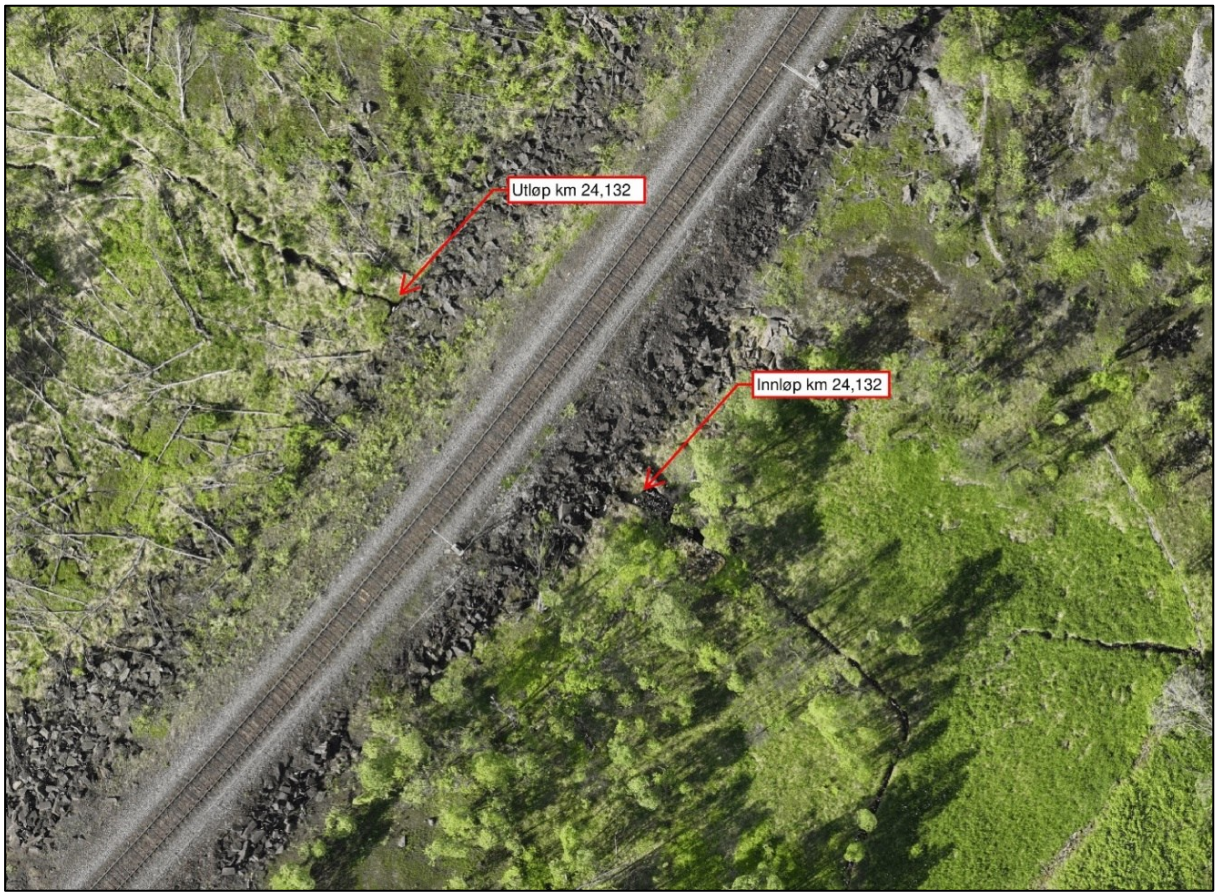
Figur 2.13 Viser plasseringen til innløpet ved km 23,343. Utløpet kommer ikke tydelig frem fra ortofoto. Kilde: Ortofoto fra Bane NOR.



Figur 2.14 Viser plasseringen til inn- og utløp for stikkrennen ved km 23,576. Stikkrennen er registrert som steinkiste med dimensjon 600 x 600 mm. På bildet ses det et rør som stikker ut av utløpet på stikkrennen, og det er trolig et betongrør som er lagt inn i steinkisten. Kilde: Ortofoto fra Bane NOR.



Figur 2.15 Viser oversikt over inn- og utløp til stikkrenne km 23,975. Kilde: Ortofoto fra Bane NOR.



Figur 2.16 Viser oversikt over inn- og utløp til stikkrenne km 24,132. Kilde Ortofoto fra Bane NOR.



Figur 2.17 Viser innløpet til konstruksjonen km 24,353 (Kviturelva). Bildet er tatt fra befaring gjennomført av NIRAS 25.06.2025



Figur 2.18 Viser utløpet til konstruksjonen km 24,353 (Kviturelva). Bildet er tatt fra befaring gjennomført av NIRAS 10.10.2025



Figur 2.19: Viser innløp til stikkrennen ved km 24,832. Kilde: Bane NOR.



Figur 2.20 Bildene viser utløpet til stikkrennen ved km 24,832. Kilde: Bane NOR



Figur 2.21 Viser oversikt over inn- og utløp for stikkrennen ved km 25,146. Kilde: Dronebilde fra Bane NOR.

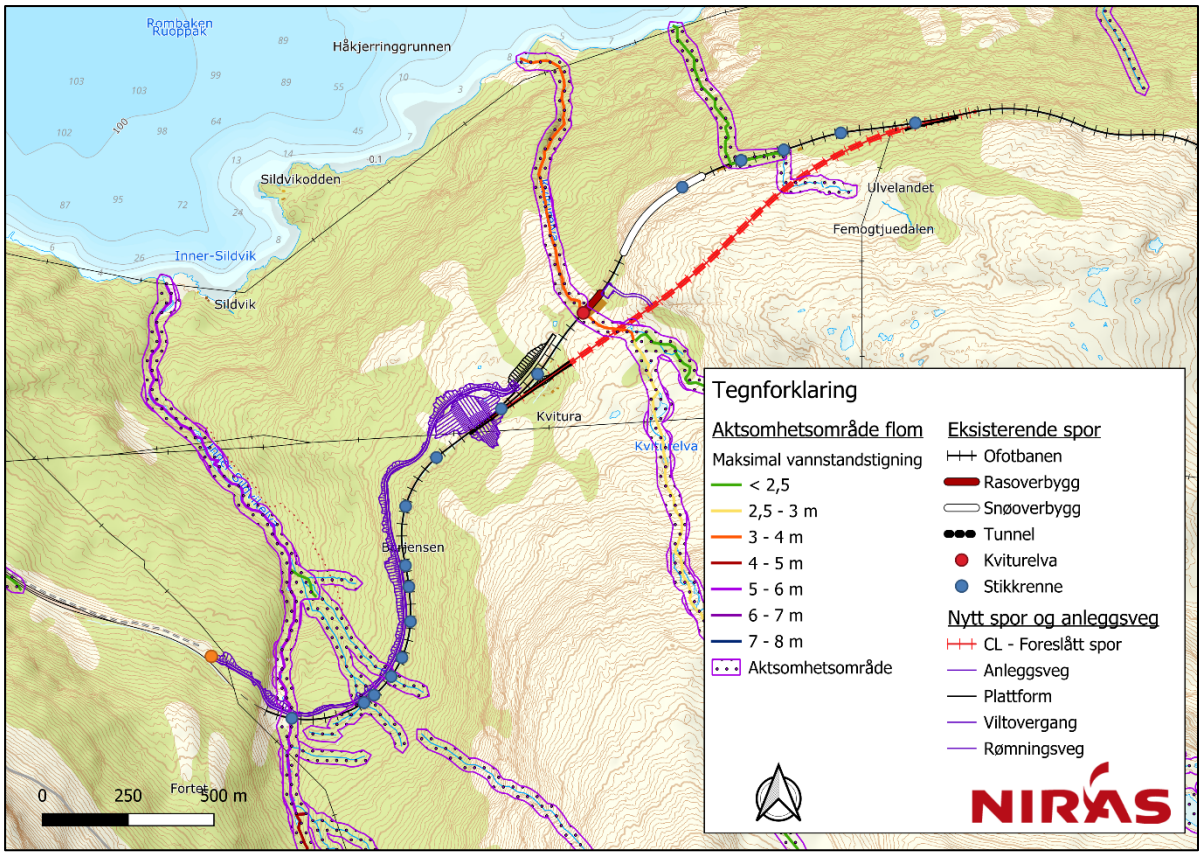
3 AKTSOMHETSOMRÅDER OG FLOMSONER

3.1 Aktsomhetsområder flom

I følge NVE sitt aktsomhetskart for flom [9] finnes det seks aktsomhetsområder innenfor planområdet. Av disse er tre markert med maksimal vannstandstigning. De største aktsomhetsområdene som krysser spor er knyttet til vassdraget Inner-Sildvikelva (maksimal vannstandstigning 5 – 6 m) ved omtrentlig km 22,726 og Kviturelva (maksimal vannstandstigning 3 – 4 m) ved omtrentlig km 24,353. Det minste klassifiserte aktsomhetsområde med henvisning til maksimal vannstandstigning tilhører et bekkeløp som møter spor ved km 25,146 og har klassifisert maksimal vannstandstigning på < 2,5 m. For oversikt over utløpssiden til Inner-Sildvikelva, se Figur 2.7. For bilde over Kviturelva, se Figur 2.17 og Figur 2.18. For stikkrennen ved bekkeløpet km 25,146, se Figur 2.21. Både Inner-Sildvikelva og Kviturelva krysser jernbanen gjennom stikkrenner som så store at de klassifiseres som konstruksjoner. Som følge av dette har det ikke blitt vurdert endring av eksisterende løsninger i dette prosjektet.

De resterende områdene er ikke markert med maksimal vannstandstigning og er iht. NVE, av data kvalitet «Lav posisjonell- og tematisk nøyaktighet, lav oppløsning og med generalisering». Aktsomhetsområdene er knyttet til bekkeløp som treffer jernbanen ved km 22,952, km 22,989 og km 23,063. Disse bekkeløpene kan også ses på Ortofoto Figur 2.8 - Figur 2.10.

Knyttet til NVEs aktsomhetssoner har det blitt utført flomfarevurderinger i HEC-RAS for stikkrennene ved km 22,952, 22,989 og 23,063, samt for stikkrennen ved km 25,146. Presentasjon av de hydrauliske modellene beskrives nærmere i kapittel 7.



Figur 3.1 Viser oversikt over markerte aktsomhetsområder for flom etter NVE [9].

3.2 Flomsone

Basert på NVEs flomsonekart er det ikke registrert flomsoner som berører eller grenser til prosjektområdet [10]. Nærmeste kartlagte flomsone er ved Rombaksbotn. Prosjektområdet ligger om lag 300 m høyere enn dette nivået, og det vurderes derfor som usannsynlig at foreslått kryssingsspor blir påvirket av flomsonen.

4 BERGNINGSMETODIKK

4.1 Flomberegninger

Beregningene tar utgangspunkt i «Veileder for flomberegninger» utgitt av NVE (Veileder nr. 1-2025) [11]. Der det ikke foreligger målinger av flomstørrelser i aktuelle vassdrag, er det utført egne flomberegninger.

Dimensjonerende vannføring beregnes iht. Teknisk regelverk, kapittel 3 [12].

I beregningene tas det hensyn til klimapåslag for kraftig nedbør iht. Norsk Klima-servicesenter [13]. Små nedbørfelt reagerer raskt på nedbørhendelser, og kan raskt få relativt store flomvannføringer. Intense nedbørhendelser som følge av konvektiv nedbør er vanskelig å forutse, men disse ekstreme nedbørhendelsene vil øke mest i fremtiden og kan gi store skader i små nedbørfelt. Små nedbørsfelt menes her alle felt med areal under 10 km^2. Anbefalte klimapåslag for endring i dimensjonerende korttidsnedbør vises i Tabell 4.1.

Tabell 4.1: Tabell 4.1: Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentaksintervall. Kilde: Norsk Klimaservicesenter [10].

	Dimensjonerende gjentaksintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentaksintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
> 1-3 timer	40 %	40 %
> 3-24 timer	30 %	30 %

NVEs rapport nr. 33/2022 “Regelverk og praksis i flomberegninger” [14] anbefaler at en sikkerhetsmargin skal brukes for å ta høyde for usikkerhet ved beregning av dimensjonerende vannføring i infrastrukturprosjekter. Det er følgelig lagt til en sikkerhetsmargin på 10 % iht. Statens vegvesens vegnormal [15], som tilsvarer sikkerhetsklasse V2/F2.

For nedbørfelt mindre enn 1 km^2 er det tilstrekkelig at én metode for flomberegning benyttes, utvalgt metode er den rasjonale metode. For nedbørsfelt større enn 1 km^2 skal flere metoder for flomberegning benyttes. Utvalgte metoder her er FFA, den rasjonale metode og NIFS-formelverk. Modellering i HY-8 og HEC-RAS er utført for å kontrollere at dimensjonerte stikkrenner har tilstrekkelig kapasitet.

4.1.1 Nedbørfelt

For å beregne flom for et nedbørsfelt må grunnleggende feltegenskaper som areal, nedbørsfeltets helning, lengde, osv. bestemmes. Programmet Scalgo Live har blitt brukt for å hente frem denne typen data. Scalgo Live er en nasjonal flomrisiko-plattform for arbeid med klimatilpasning, byplanlegging, beredskapshåndtering og forvaltning av vassdrag. Terrengmodellen i Scalgo Live er mer detaljert sammenlignet med terrengmodellen i NVEs karttjeneste NEVINA. Scalgo-modellen brukes derfor for å analysere eksisterende forhold og nedbørsfelt.

4.1.2 Den rasjonale metode

Den rasjonale formel blir definert som:

$$Q = C \cdot i \cdot A \cdot K_f \cdot F_u$$

Hvor:
Q = avrenning [l/s]
C = dimensjonerende avrenningsfaktor [dimensjonsløs]
i = dimensjonerende nedbørintensitet fra IVF-kurve [l/s·ha]
A = feltareal [ha]
K_f = klimapåslag [dimensjonsløs]
F_u = sikkerhetsfaktor [dimensjonsløs]

Dimensjonerende avrenningsfaktor for en returperiode defineres som:

$$C = C_m \cdot F_c$$

Hvor:
C = dimensjonerende avrenningsfaktor [dimensjonsløs]
C_m = midlere avrenningsfaktor [dimensjonsløs]
F_c = korreksjonsfaktor [%]

Iht. NVE [11] bør C-verdien justeres i forhold til nedbørshendelsens varighet og gjentaksintervallet det skal beregnes for. En korreksjonsfaktor, F_c, på 1,3 er anbefalt for 200-års gjentaksintervall og har blitt benyttet i beregningene.

Dimensjonerende nedbørintensitet bestemmes for et gitt gjentaksintervall med varighet lik feltets konsentrasjonstid, t_c. Intensiteten til nedbørshendelsen bestemmes ved bruk av relevant IVF-kurve. Konsentrasjonstiden avhenger av størrelse på nedbørsfeltet, samt feltegenskaper som innsjøareal, urbaniseringsgrad og høydeforskjell i feltet. Intensiteten til nedbørhendelsen bestemmes ved bruk av relevant IVF-kurve.

For å velge riktige verdier for nedbørintensitet må konsentrasjonstiden t_c for hvert felt beregnes med følgende formel:

$$t_c = 0{,}6 \cdot L \cdot H^{-0{,}5} + 3000 \cdot A_{SE}$$

Hvor:
L = lengde av feltet (rett linje) [m]
H = høydeforskjell i feltet [m]
A_{SE} = effektiv innsjøprosent

Siste ledd utelates i beregningene dersom ingen av feltene inneholder innsjø. Denne formelen for konsentrasjonstid har benyttes da nedbørsfeltene hovedsakelige ikke er bebygde.

Gjentaksintervall på 200 år ligger til grunn for beregningene. Klimapåslag, sikkerhetsfaktor og korreksjonsfaktor er benyttet i alle beregninger.

4.1.3 Valg av IVF-kurve

Til vurdering av ekstrem nedbør er det benyttet IVF-kurve konstruert av MET på oppdrag fra Bane NOR, se kapitel 3.2 i rapport IUP-00-A-20636 «Flomfarekartlegging Ofotbanen Narvik - Vassijaure». IVF-kurven er bygd på timesoppløste målinger (≥ 60 min) fra nedbørstasjon 84500 Straumsnes. Intensitetene for 3–60 min er ekstrapolert ved å justere Straumsnes-data mot IVF-kurvene fra Klimaservicesenteret for de nærmeste stasjonene med korttidsdata, 82310 Skivika og 89350 Bardufoss.

En felles potens-trendlinje er tilpasset alle tre stasjonene for returperiodene 5, 50 og 200 år (3–1440 min), og denne Straumsnes trendlinjen brukes som dimensjonerende IVF for stikkrennene langs Ofotbanen.

4.1.4 NIFS-formelverk

NVE har utviklet et nasjonalt formelverk for beregning av middelflom og vekstkurver for feltstørrelser < 60 km^2 [11]. Formelverket er basert på regresjonsanalyser, er testet på over 4000 nedbørfelt og er implementert i NVEs karttjeneste NEVINA.

4.2 Dimensjonering av stikkrenner

Nødvendige dimensjoner for stikkrenner beregnes først iht. Vassdragshåndboka [16] og Basal beregningsprogram [17]. Foreslått dimensjon på stikkrenne kontrolleres deretter i HEC-RAS og/eller HY-8 etter behov.

Stikkrenner skal anlegges iht. Teknisk regelverk. Inn- og utløp på stikkrennene må tilpasses stedlige forhold og må sikres mot erosjon.

Prosjektering av stikkrenner har blitt utført basert på tilgjengelig terrengmodell. Denne har en viss usikkerhet. For lokasjoner der det er lavere overdekning enn 1,3 meter, må det utføres innmålinger og vurdering av mulighet til graving for en eventuell lavere plassering av stikkrennen for fastsette at det er mulig å anlegge ønskelig dimensjon. Endelig dimensjon må eventuelt justeres etter innmålinger og befaring.

4.2.1 HEC-RAS

For å sikre et tilstrekkelig dimensjoneringsgrunnlag for stikkrennene er det gjennomført simulering med programmet HEC-RAS utviklet av US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS tar høyde for strømningsforhold i 2D, og brukes blant annet brukes til å modellere flomhendelser i naturlige og kunstige kanaler.

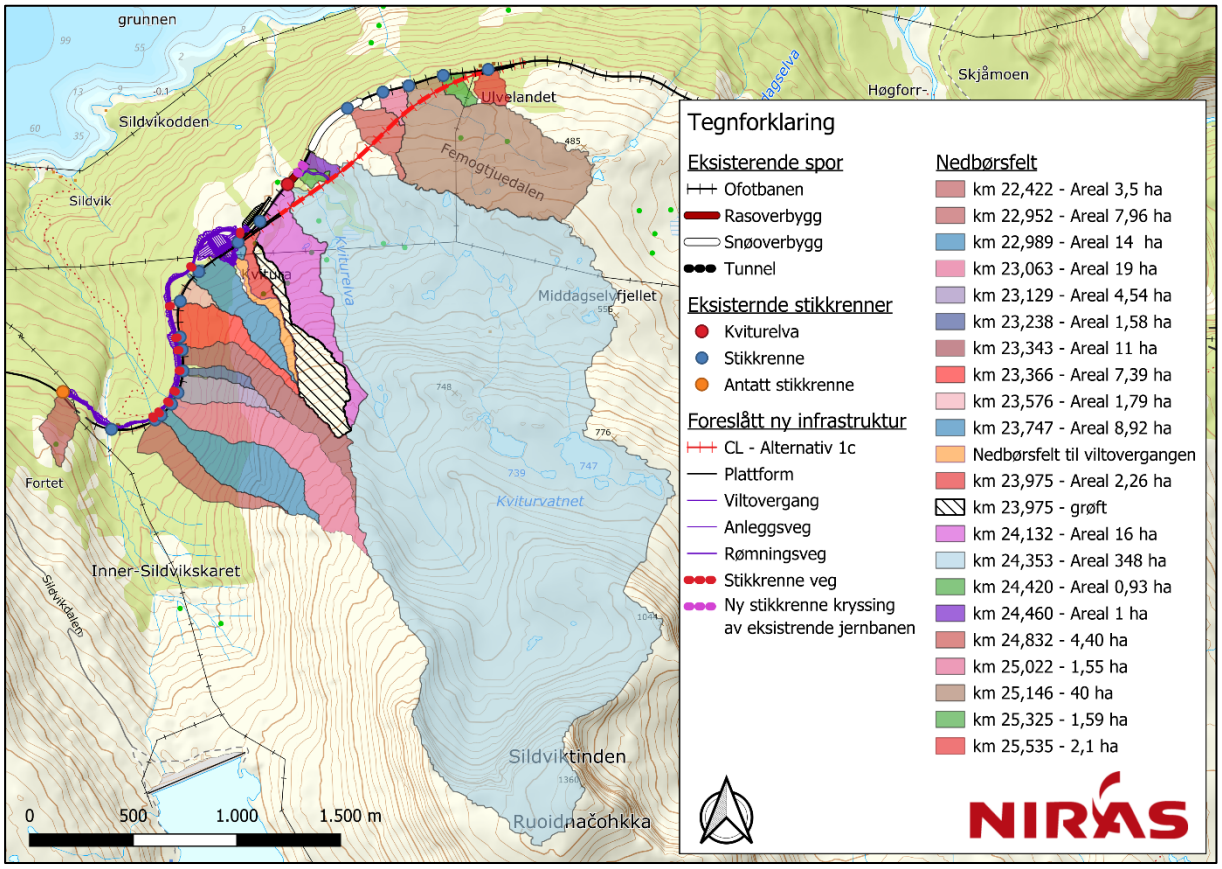
4.2.2 HY-8

Programvaren HY-8 er utviklet av Federal Highway Administration, US Department of Transportation, og brukes til analyse og utforming av kulverter. HY-8 har blitt benyttet for å kontrollere kapasiteten til stikkrennen og for å sikre at ekstremnedbør ikke vil medføre at vann stiger opp til jernbanesporet. HY-8 kan også benyttes for å hente ut vannhastigheter- og dybder ved utløpene for dimensjonering av eventuell erosjonssikring.

Til denne leveransen er HY-8 kun blitt brukt for å analysere kapasiteten ved de anbefalte dimensjonene til hver av stikkrennene som har inn- og utløp i dagen. HY-8-modellene baserer seg kun på terrengmodell, og verken høydene eller lengdene på stikkrennene er endelig fastsatt. Overdekningen i HY-8-modellene er forenklede og gjenspeiler ikke nødvendigvis de faktiske forholdene, men fyllingen over stikkrennene vil likevel vise hvor høy overdekningen over stikkrennene er.

5 DIMENSJONERING AV STIKKRENNER OG KONSTRUKSJON

Det har blitt gjort flomberegninger i prosjektområdet for det planlagte tiltaket ved Horisontalen. I alt ble det hentet ut 22 nedbørsfelt som har gitt beregningsgrunnlaget for videre vurderinger. Nedbørsfeltene er hentet ut fra Scalgo Live som benytter en høydemodell 1 x 1 m. Disse kan ses i Figur 5.1.



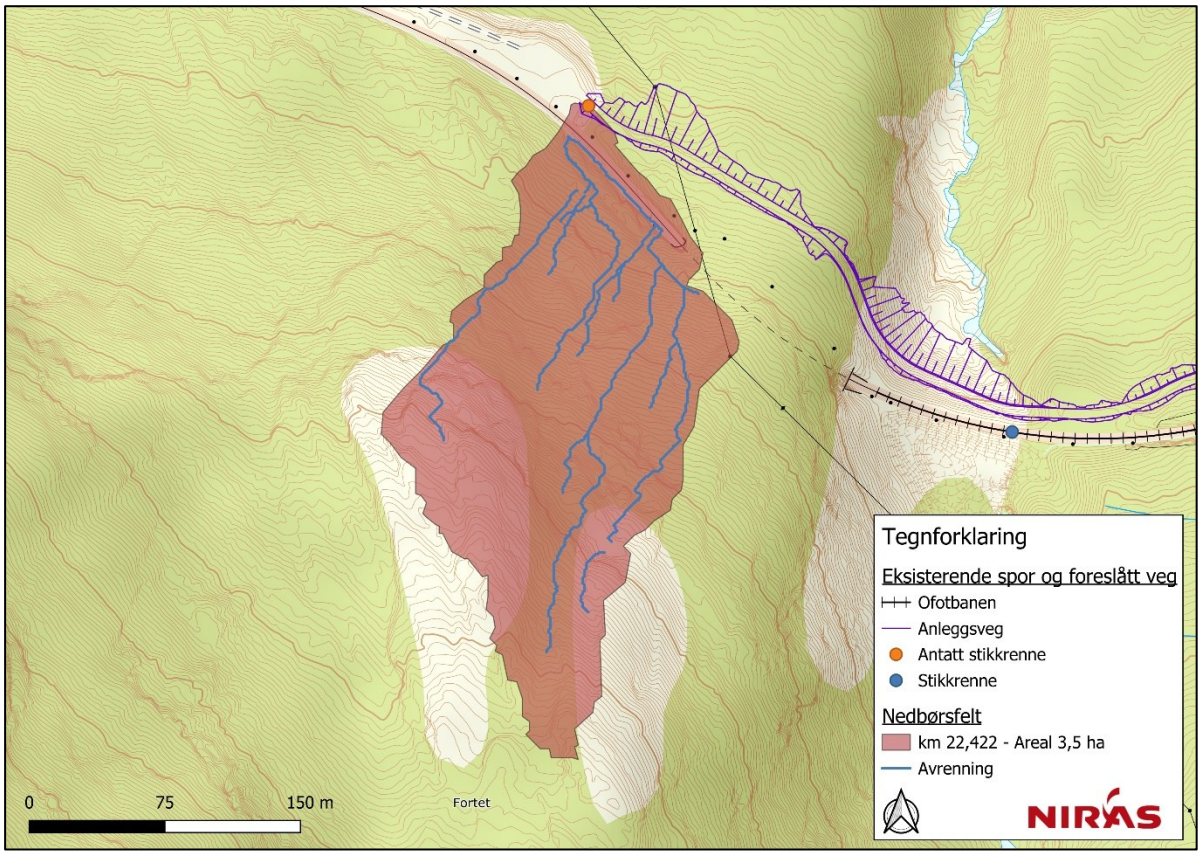
Figur 5.1 Oversiktsbilde over nedbørsfeltene til eksisterende stikkrenner. Hentet fra Scalgo Live.

Stikkrennene ved km 23,975, km 24,132 og km 25,535 vil bli direkte berørt av det nye kryssingssporet. I prosjektet har det blitt trukket inn stikkrenner ved km 22,952, km 22,989, km 23,063, km 23,129, km 23,238, km 23,366, km 23,576 og km 23,747, km 24,353 (Kviturelva), km 24,832 og km 25,146. Disse stikkrennene inngår i prosjektet «32,5 tonn aksellast», men er vurdert i dette prosjektet. Dersom prosjektet «32,5 tonn aksellast» gjennomføres før prosjektet ved Horisontalen, kan stikkrennene nevnt i kapittel 6 vurderes flyttet fra Horisontalen og overført til prosjektet «32,5 tonn aksellast.

Inngangsdata i form av høyder på terrengbunn og jernbane er hentet fra prosjektets terrengmodell. Da disse høydene ikke er innmålt medfører kotene noe usikkerhet.

5.1 Stikkrenne km 22,422

Basert på ortofoto fra Bane NOR, analyse i Scalgo Live og bilder fra befaring, er det antatt at det ligger en stikkrenne under eksisterende veg ved km 22,422, se befaringsbilde på Figur 2.6 og Figur 5.2 for plassering på kart. Gitt at denne plasseringen stemmer, er den eksisterende stikkrennen av nyere dato og består av plast. Dimensjon på stikkrennen er ukjent. Ved denne lokasjonen skal anleggsveg utbedres. Om stikkrennen er i god stand og har tilstrekkelig lengde, planlegges den ombrukt og videreført under den nye vegen.



Figur 5.2 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 22,422 markert i rød med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.1.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 0,28 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0.04	
Bart fjell (Ckorr = 0.90)	21 %	
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.20)	3 %	
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.35)	75 %	
Jernbane (Ckorr = 0.5)	1 %	
Feltlengde [m]	358	
Høydeforskjell [m]	136	
Min høyde [m]	279	
Maks. høyde [m]	415	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	18	
C-verdi (korrigert)	0.53	
Klimafaktor	1.4	

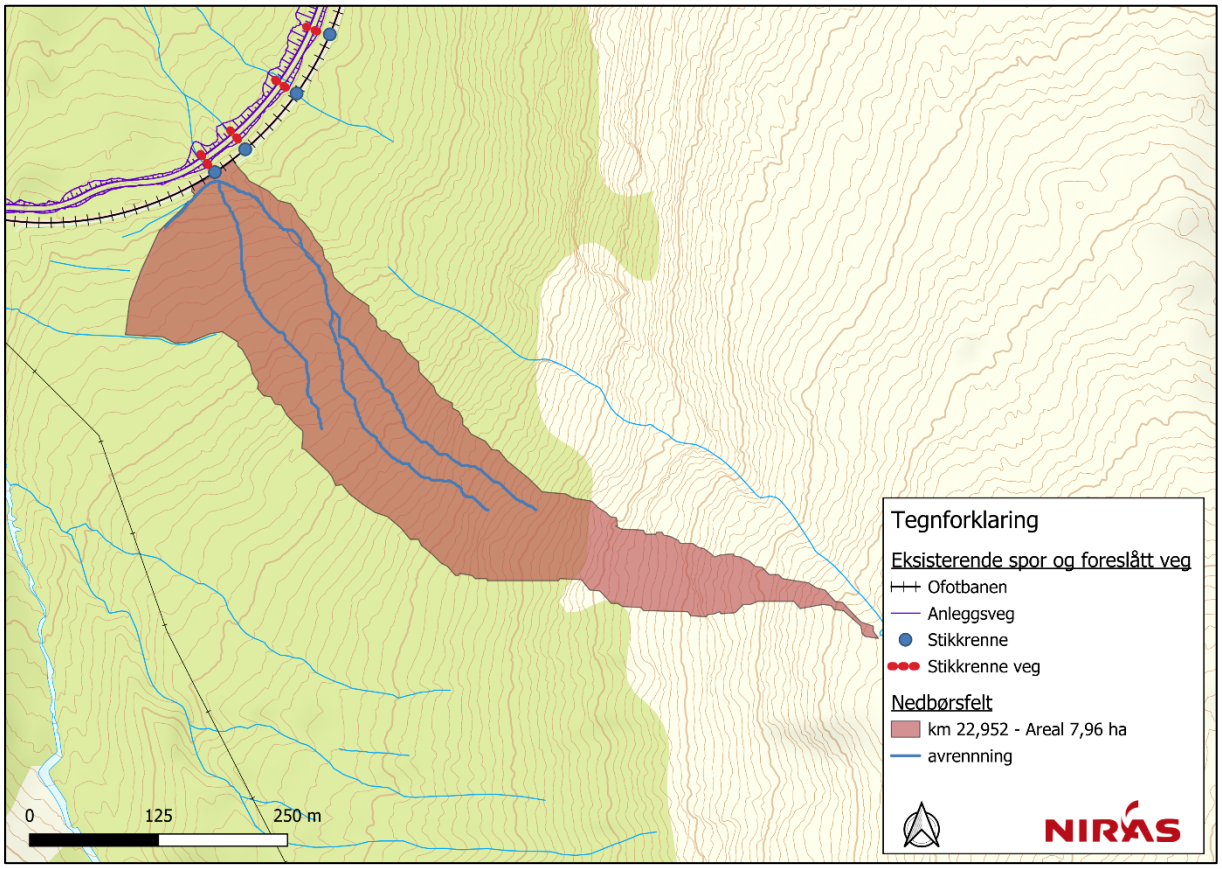
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	0.28	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	600
Basal	DN	600

5.1.2 Foreslått løsning

Fra befaringsbilder for lokasjonen ser det ut til at eksisterende plastrør er i god forfatning. Dimensjonen og tilstand til eksisterende stikkrenne er ikke innmålt/kontrollert, men det antas at stikkrennen kan gjenbrukes og legges under prosjektert veg.

5.2 Stikkrenne km 22,952

Stikkrennen ved km 22,952 er etter Banekart registrert til å være en 600x600 mm steinkiste på 16 m. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 7,96 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennes plasserings, se Figur 5.3. For oversikt over inn- og utløpsforhold fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.8.



Figur 5.3 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 22,952 markert i rustrød med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.2.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 1,43 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1200 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.2.

Tabell 5.2 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0.08	
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	91 %	
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)	8 %	
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.455)	0 %	
Jernbane (Ckorr = 0.65)	0 %	
Feltlengde [m]	777	
Høydeforskjell [m]	437	
Min høyde [m]	284	
Maks. høyde [m]	721	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	22	
C-verdi (korrigert)	0.89	
Klimafaktor	1.5	
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	1.43	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1200
Basal	DN	1200

For anleggsvegen vil det være nødvendig å etablere en ny stikkrenne for å videreføre overvannet fra jernbanen på en sikker måte. For lokasjonen foreslås det å etablere en stikkrenne med tilsvarende dimensjon som under jernbanen med vingemur som sikrer at vannet tar seg trygt og kontrollert forbi anleggsvegen.

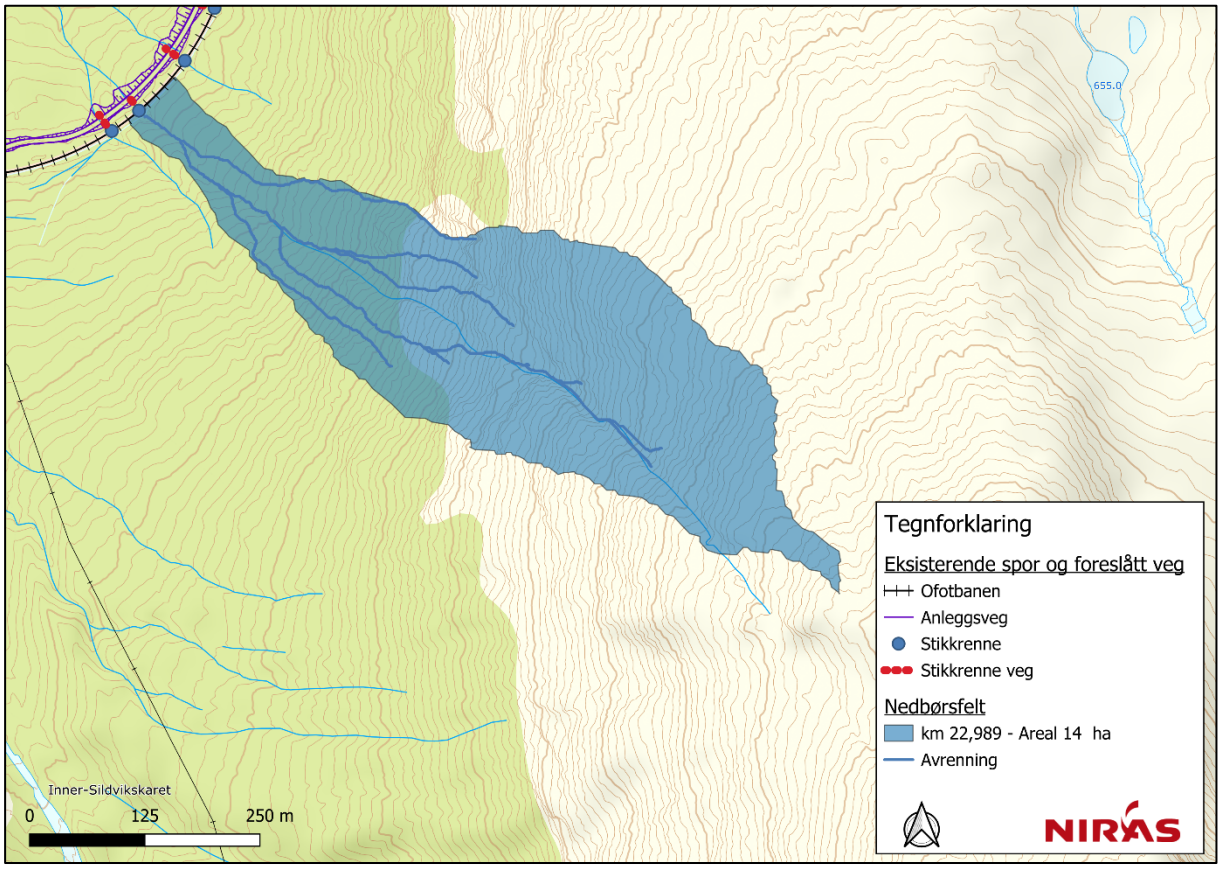
Det har blitt gjennomført en hydraulisk analyse med en konservativ, klimakompensert 200-årshendelse for stikkrennen. Detaljer og resultater fra modelleringen beskrives nærmere i kapittel 7.

5.2.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere en DN1200 mm stikkrenne under eksisterende bane og foreslått anleggsveg. Innløpet for anleggsveggen foreslås etablert med vingemur.

5.3 Stikkrenne km 22,989

Stikkrennen ved km 22,989 er etter Banekart registrert til å være en 600x900 mm steinkiste på 16,7 m. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 13,84 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennes plasserings, se Figur 5.4. For oversikt over inn- og utløpsforhold fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.9.



Figur 5.4 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 22,989 markert i blå med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.3.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 2,42 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1400 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.3.

Tabell 5.3 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0.14
Bart fjell (Ckorr = 0.95)		94 %
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)		6 %
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.455)		0 %
Jernbane (Ckorr = 0.65)		0 %
Feltlengde [m]		914
Høydeforskjell [m]		506
Min høyde [m]		285
Maks. høyde [m]		792
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		24
C-verdi (korrigert)		0.91
Klimafaktor		1.5

Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		2.42
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1400
Basal	DN	1400

For anleggsvegen vil det være nødvendig å etablere en ny stikkrenne for å videreføre overvannet fra jernbanen på en sikker måte. For lokasjonen foreslås det å etablere en stikkrenne med tilsvarende dimensjon som under jernbanen med vingemur som sikrer at vannet tar seg trygt og kontrollert forbi anleggsvegen.

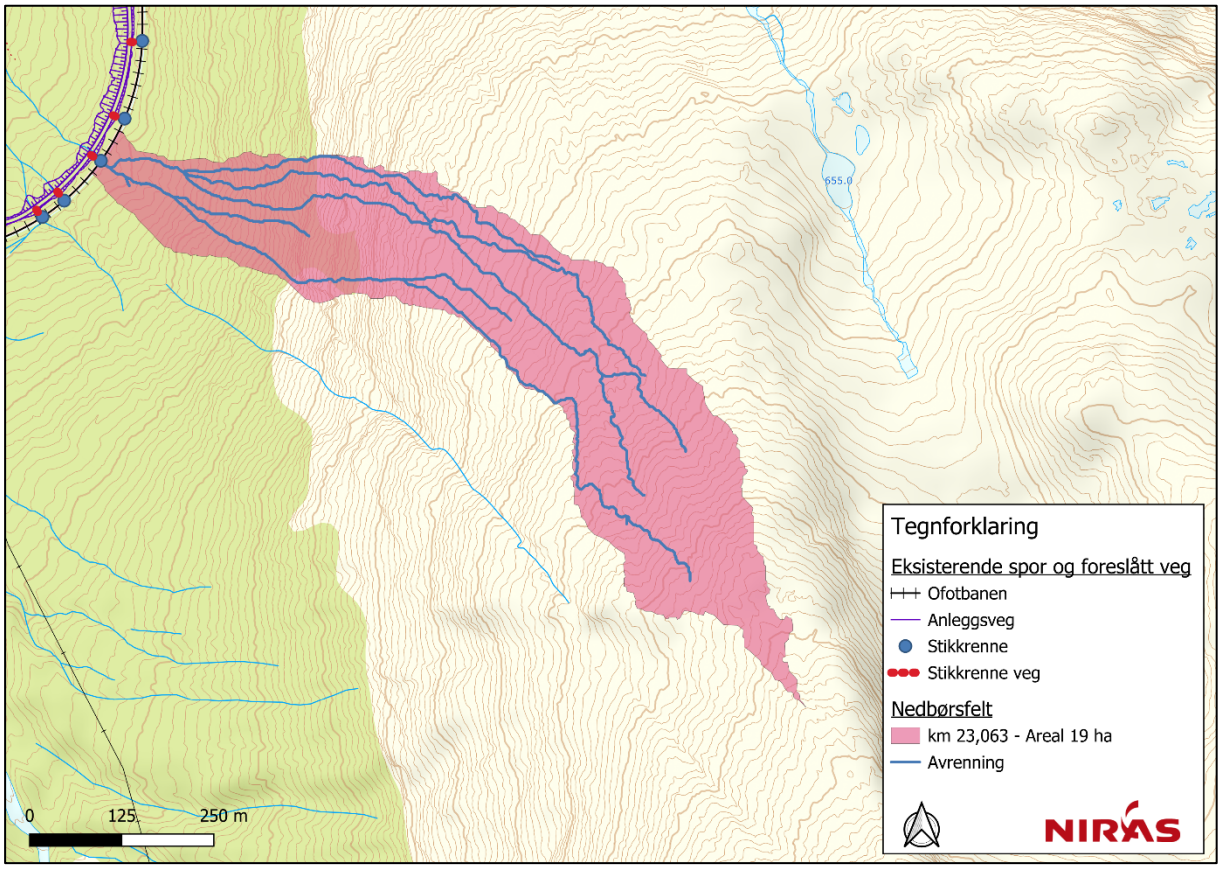
Det har blitt gjennomført en hydraulisk analyse med en konservativ, klimakompensert 200-årshendelse for stikkrennen. Detaljer og resultater fra modelleringen beskrives nærmere i kapittel 7.

5.3.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere en DN1400 mm stikkrenne under eksisterende bane og foreslått anleggsveg. Innløpet for anleggsveggen foreslås etablert med vingemur.

5.4 Stikkrenne km 23,063

Stikkrennen ved km 23,063 er etter Banekart registrert til å være en 600x600 mm steinkiste på 10 m. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 19 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennes plasserings, se Figur 5.5. For oversikt over inn- og utløpsforhold fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.10.



Figur 5.5 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 23,063 markert i rosa med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.4.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 2,93 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.4.

Tabell 5.4 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0.19
Bart fjell (Ckorr = 0.95)		90 %
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)		0 %
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.455)		10 %
Jernbane (Ckorr = 0.65)		0 %
Feltlengde [m]		1200
Høydeforskjell [m]		590
Min høyde [m]		289
Maks. høyde [m]		880
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		33
C-verdi (korrigert)		0.90
Klimafaktor		1.5
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		2.93
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1600
Basal	DN	1600

For anleggsvegen vil det være nødvendig å etablere en ny stikkrenne for å videreføre overvannet fra jernbanen på en sikker måte. For lokasjonen foreslås det å etablere en stikkrenne med tilsvarende dimensjon som under jernbanen med vingemur som sikrer at vannet tar seg trygt og kontrollert forbi anleggsvegen.

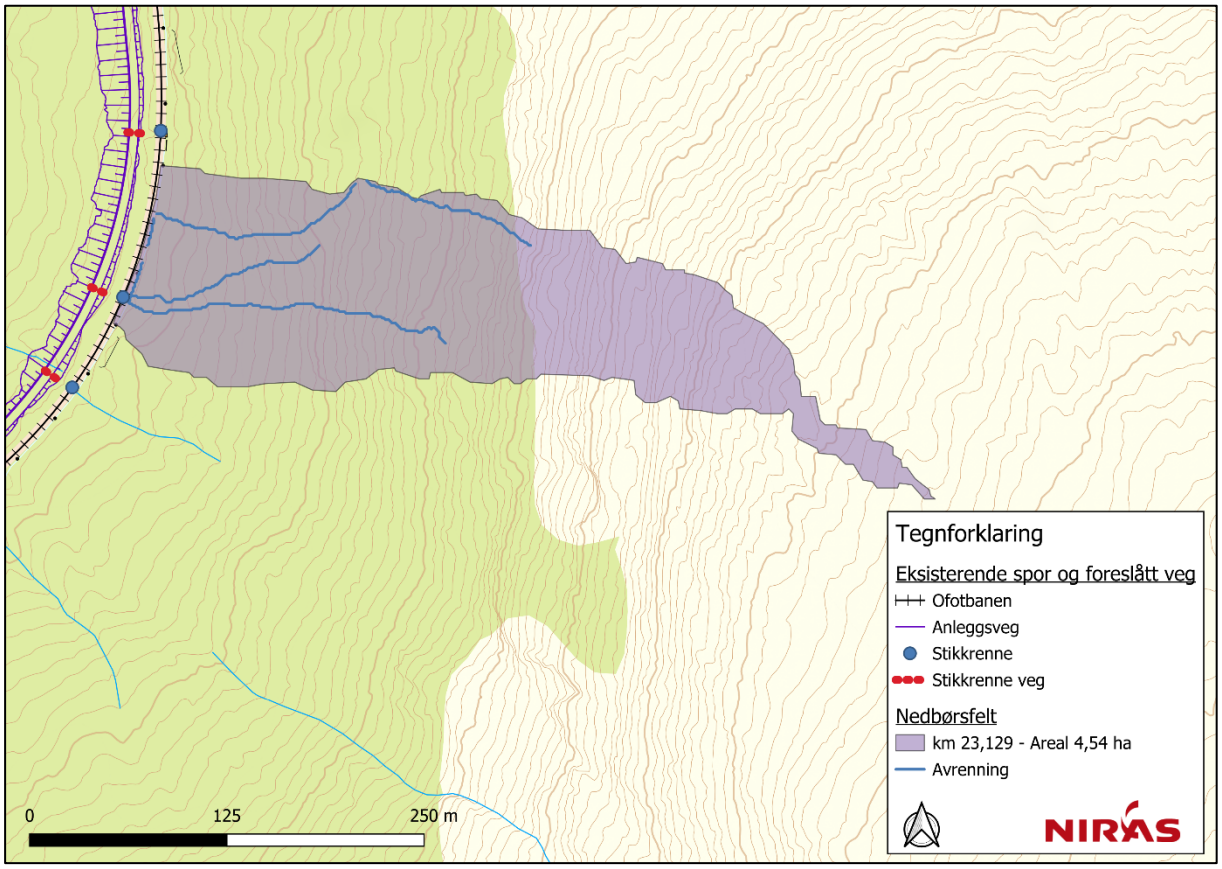
Det har blitt gjennomført en hydraulisk analyse med en konservativ, klimakompensert 200-årshendelse for stikkrennen. Detaljer og resultater fra modelleringen beskrives nærmere i kapittel 7.

5.4.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere en DN1600 mm stikkrenne under eksisterende bane samt under foreslått anleggsveg. Innløpet for anleggsveggen foreslås etablert med vingemur.

5.5 Stikkrenne km 23,129

Stikkrennen ved km 23,129 er etter Banekart registrert til å være en 600x600 mm steinkiste på 10,7 m. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 4,54 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennes plasserings, se Figur 5.6. For oversikt over inn- og utløpsforhold fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.11.



Figur 5.6 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 23,129 markert i lilla med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.5.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 1,06 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1000 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.5.

Tabell 5.5 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0.05	
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	94 %	
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)	0 %	
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.455)	6 %	
Jernbane (Ckorr = 0.65)	0 %	
Feltlengde [m]	690	
Høydeforskjell [m]	397	
Min høyde [m]	288	
Maks. høyde [m]	685	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	21	
C-verdi (korrigert)	0.92	
Klimafaktor	1.5	
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	1.06	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1000
Basal	DN	1000

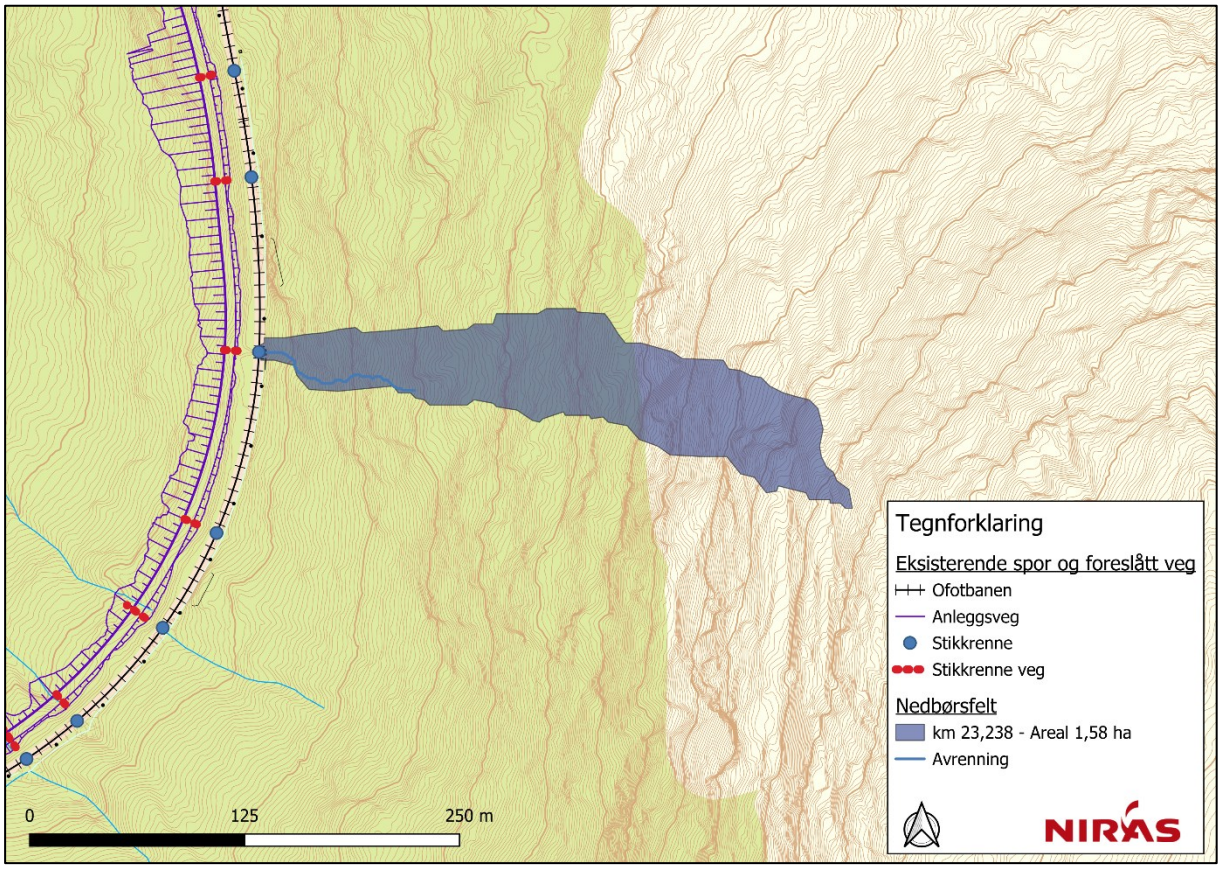
For anleggsvegen vil det være nødvendig å etablere en ny stikkrenne for å videreføre overvannet fra jernbanen på en sikker måte. Anleggsvegens plassering gjør at en eventuell tilstopping eller overvannsproblematikk ved vegen ikke vil medføre negative konsekvenser for jernbanen. Stikkrennen dimensjoneres derfor for en klimakompensert 50-årshendelse, i henhold til *Normaler for landbruksveier*, Vegklasse 3 [18]. Nedbørsfelt og tilhørende parametere fremgår av Tabell 5.8. Ved overgang fra vurderingen av en 200-årshendelse til en 50-årshendelse, er korreksjonsfaktoren (F_c) justert fra 1,3 til 1,2. Dette gir minimalt utslag på verdi for dimensjonerende avrenningsfaktor (C). Klimafaktoren er tilsvarende justert fra 1,5 til 1,4. Dimensjonerende nedbørintensitet er beregnet til 92,4 l/s/ha, noe som gir en dimensjonerende vannføring på 0,72 m^3/s. Etter Vassdragshåndboken og Basal gir dette nødvendig dimensjon DN1000 mm. I henhold til *Normaler for landbruksveier* skal overdekning tilsvare dimensjon på røret, her satt til 1 m. Dette vil kreve tilpasninger ved innløpet til stikkrennen under veg for å sikre at stikkrennen får innløp i dagen.

5.5.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere en DN1000 mm stikkrenne under eksisterende bane og ny foreslått anleggsveg.

5.6 Stikkrenne km 23,238

Stikkrennen ved km 23,238 er etter Banekart registrert til å være en 600x600 mm steinkiste. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 1,58 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennes plasserings, se Figur 5.7. For oversikt over inn- og utløpsforhold fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.12.



Figur 5.7 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 23,238 markert i blå med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.6.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 0,40 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN800 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.6.

Tabell 5.6 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0.02	
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	100 %	
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)	0 %	
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.455)	0 %	
Jernbane (Ckorr = 0.65)	0 %	
Feltlengde [m]	431	
Høydeforskjell [m]	302	
Min høyde [m]	290	
Maks. høyde [m]	592	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	15	
C-verdi (korrigert)	0.95	
Klimafaktor	1.5	
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	0.40	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	800
Basal	DN	800

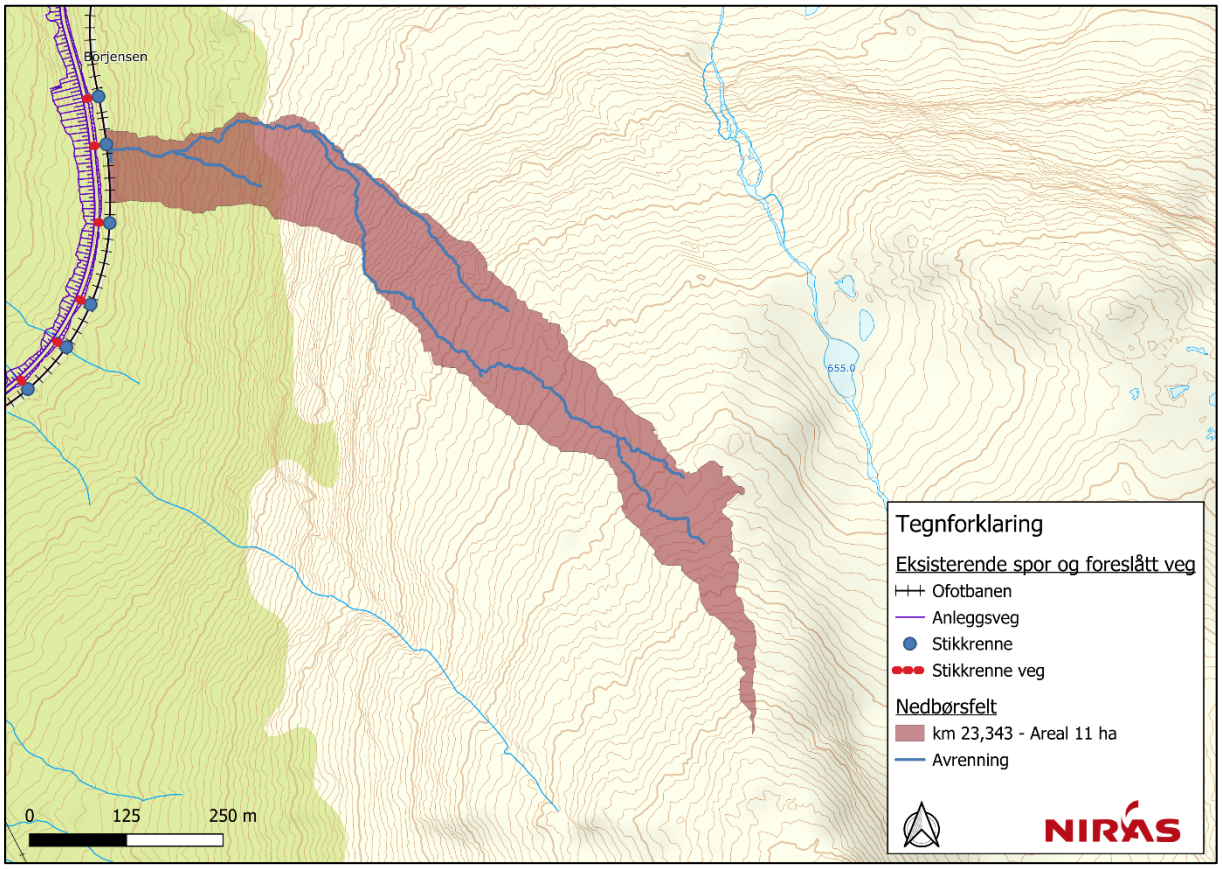
For anleggsvegen vil det være nødvendig å etablere en ny stikkrenne for å videreføre overvannet fra jernbanen på en sikker måte. Anleggsvegens plassering gjør at en eventuell tilstopping eller overvannsproblematikk ved vegen ikke vil medføre negative konsekvenser for jernbanen. Stikkrennen dimensjoneres derfor for en klimakompensert 50-årshendelse, i henhold til *Normaler for landbruksveier*, Vegklasse 3 [18]. Nedbørsfelt og tilhørende parametere fremgår av Tabell 5.6. Ved overgang fra vurderingen av en 200-årshendelse til en 50-årshendelse, er korreksjonsfaktoren (F_c) justert fra 1,3 til 1,2. Dette gir minimalt utslag på verdi for dimensjonerende avrenningsfaktor (C). Klimafaktoren er tilsvarende justert fra 1,5 til 1,4. Dimensjonerende nedbørintensitet er beregnet til 11,4 l/s/ha, noe som gir en dimensjonerende vannføring på 0,27 m^3/s. Etter Vassdragshåndboken og Basal gir dette nødvendig dimensjon DN600 mm. I henhold til *Normaler for landbruksveier* skal overdekning tilsvare dimensjon på røret, her satt til 0,6 m. Dette vil kreve tilpasninger ved innløpet til stikkrennen under veg for å sikre at stikkrennen får innløp i dagen.

5.6.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere en DN800 mm stikkrenne under eksisterende bane og DN600 mm under ny foreslått anleggsveg.

5.7 Stikkrenne km 23,343

Stikkrennen ved km 23,343 er etter Banekart registret til å være en 600x600 mm steinkiste. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 1,28 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.8. For oversikt over inn- og utløpsforhold fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.13.



Figur 5.8 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 23,343 markert i burgunder med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.7.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 1,58 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1200 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.7.

Tabell 5.7 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0.11	
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	85 %	
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)	9 %	
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.455)	6 %	
Jernbane (Ckorr = 0.65)	0 %	
Feltlengde [m]	1220	
Høydeforskjell [m]	525	
Min høyde [m]	293	
Maks. høyde [m]	819	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	32	
C-verdi (korrigert)	0.86	
Klimafaktor	1.5	

Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	1.58	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1200
Basal	DN	1200

Beregninger viser at den eksisterende steinkisten under jernbanen ikke har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere en klimakompensert 200-årshendelse, og den bør derfor skiftes ut.

Anleggsvegens plassering gjør at en eventuell tilstopping eller overvannsproblematikk ved vegen ikke vil gi tilbakeslag mot jernbanen. For stikkrennen er det derfor ikke benyttet samme gjentaksintervall for flom som for jernbanen. Beregningene legger til grunn en 50-årsflom, i henhold til *Normaler for landbruksveier*, Vegklasse 3 [18]. Nedbørsfelt og tilhørende parametere fremgår av Tabell 5.7. Ved overgang fra vurderingen av en 200-årshendelse til en 50-årshendelse, er korreksjonsfaktoren (F_c) justert fra 1,3 til 1,2. Dette reduserer avrenningsfaktoren (C) fra 0,86 til 0,85. Klimafaktoren er tilsvarende justert fra 1,5 til 1,4.

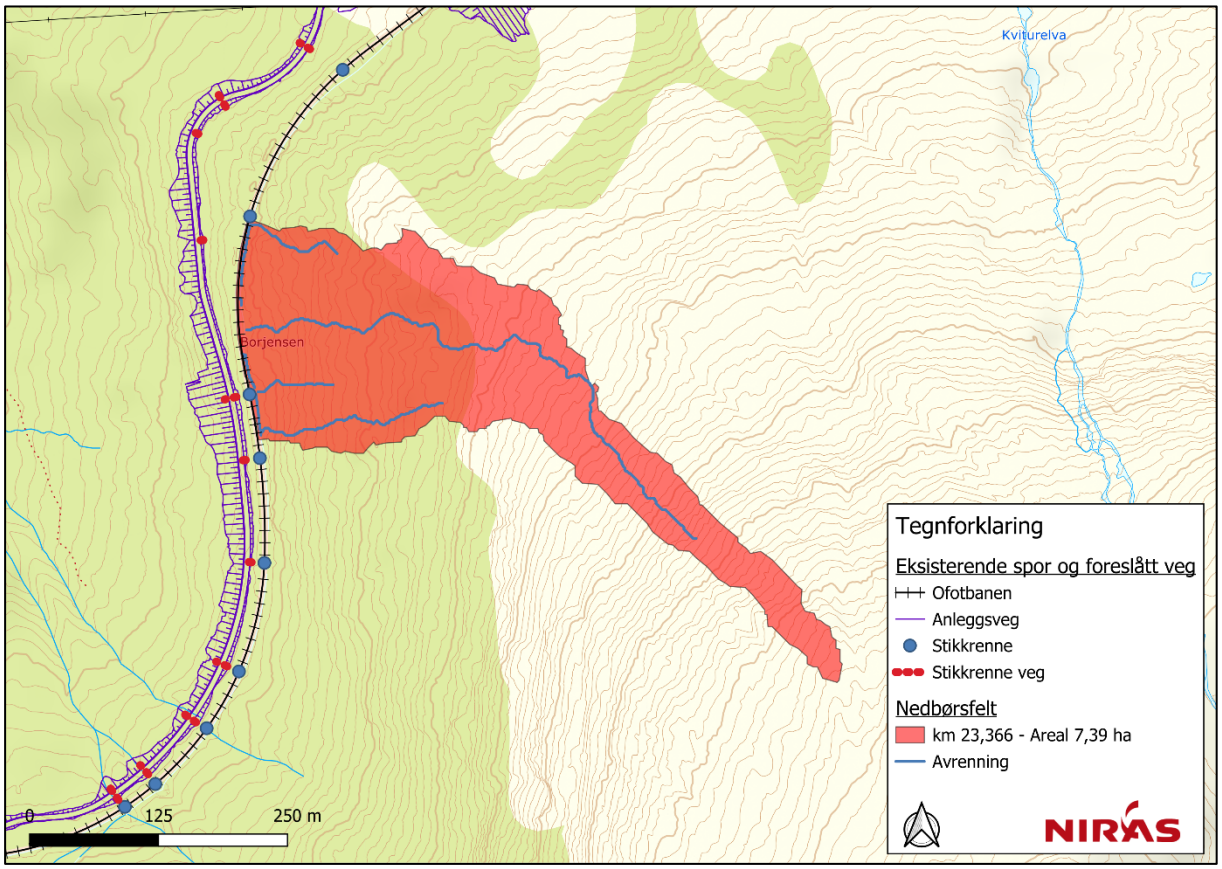
For en 50-årsflom er dimensjonerende nedbørintensitet beregnet til 72,7 l/s/ha, som gir en dimensjonerende vannføring på 1,07 m^3/s. Etter Vassdragshåndboken og Basal gir dette nødvendig dimensjon DN1000 mm. I henhold til *Normaler for landbruksveier* skal overdekning tilsvare dimensjon på røret, her satt til 1 m. Dette vil kreve tilpasninger ved innløpet til stikkrennen under veg for å sikre at stikkrennen får innløp i dagen.

5.7.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere et nytt DN1200 mm stikkrenne under banen og DN1000 mm under anleggsvegen.

5.8 Stikkrenne km 23,366

Stikkrennen ved km 23,366 er etter Banekart registret til å være en 600x600 mm steinkiste. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 6,08 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.15. Inn- og utløpsforhold til stikkrennen kommer ikke tydelig frem på tilgjengelige ortofoto og lokasjonens plassering er derfor vurdert på analyse av avrenningslinjer i Scalgo Live og faglig skjønn.



Figur 5.9 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 23,366 markert i rød med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød firkant. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.8.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 1,02 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1000 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.8.

Tabell 5.8 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

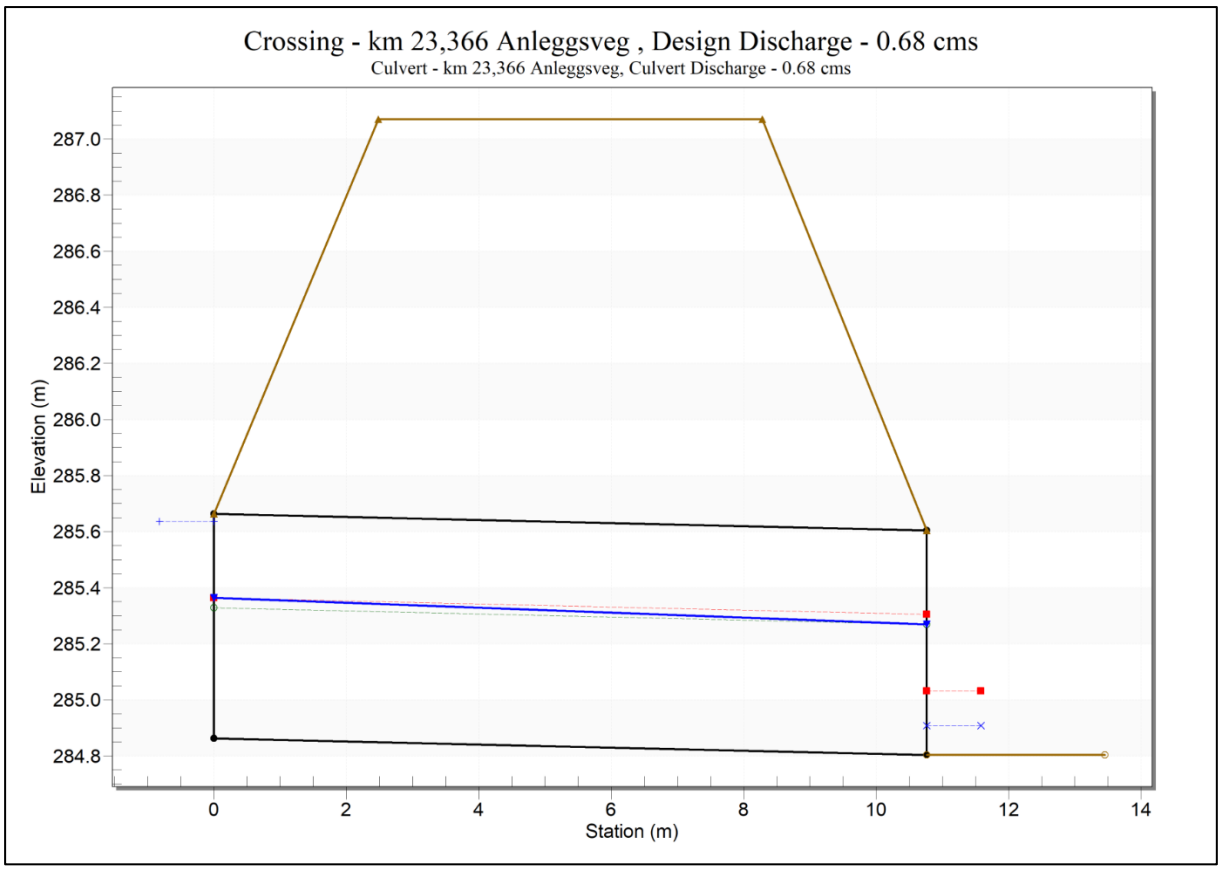
Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0.07	
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	54 %	
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)	25 %	
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.455)	20 %	
Jernbane (Ckorr = 0.65)	1 %	
Feltlengde [m]	666	
Høydeforskjell [m]	342	
Min høyde [m]	292	
Maks. høyde [m]	634	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	22	
C-verdi (korrigert)	0.68	
Klimafaktor	1.5	

Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	1.02	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1000
Basal	DN	1000

Beregninger viser at den eksisterende steinkisten under jernbanen ikke har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere en klimakompensert 200-årshendelse, og den bør derfor skiftes ut.

For anleggsvegen vil det være nødvendig å etablere en ny stikkrenne for å videreføre overvannet fra jernbanen på en sikker måte. Anleggsvegens plassering gjør at en eventuell tilstopping eller overvannsproblematikk ved vegen ikke vil medføre negative konsekvenser for jernbanen. Stikkrennen dimensjoneres derfor for en klimakompensert 50-årshendelse, i henhold til *Normaler for landbruksveier*, Vegklasse 3 [18]. Nedbørsfelt og tilhørende parametere fremgår av Tabell 5.8. Ved overgang fra vurderingen av en 200-årshendelse til en 50-årshendelse, er korreksjonsfaktoren (F_c) justert fra 1,3 til 1,2. Dette reduserer avrenningsfaktoren (C) fra 0,68 til 0,66. Klimafaktoren er tilsvarende justert fra 1,5 til 1,4.

Dimensjonerende nedbørintensitet er beregnet til 90,5 l/s/ha, noe som gir en dimensjonerende vannføring på 0,68 m^3/s. Etter Vassdragshåndboken gir dette nødvendig dimensjon på DN1000 mm, mens Basal gir dette nødvendig dimensjon DN800 mm. For å sikre tilstrekkelig kapasitet er det gjennomført en HY-8 for lokasjonen. Analysen viser at DN800 gir tilstrekkelig kapasitet og er valgt foreslått løsning. For oversikt over analysen, se Figur 5.10.



Figur 5.10 Viser oversikt over HY-8-analyse for DN800 mm stikkrenne under anleggsveg km 23,366.

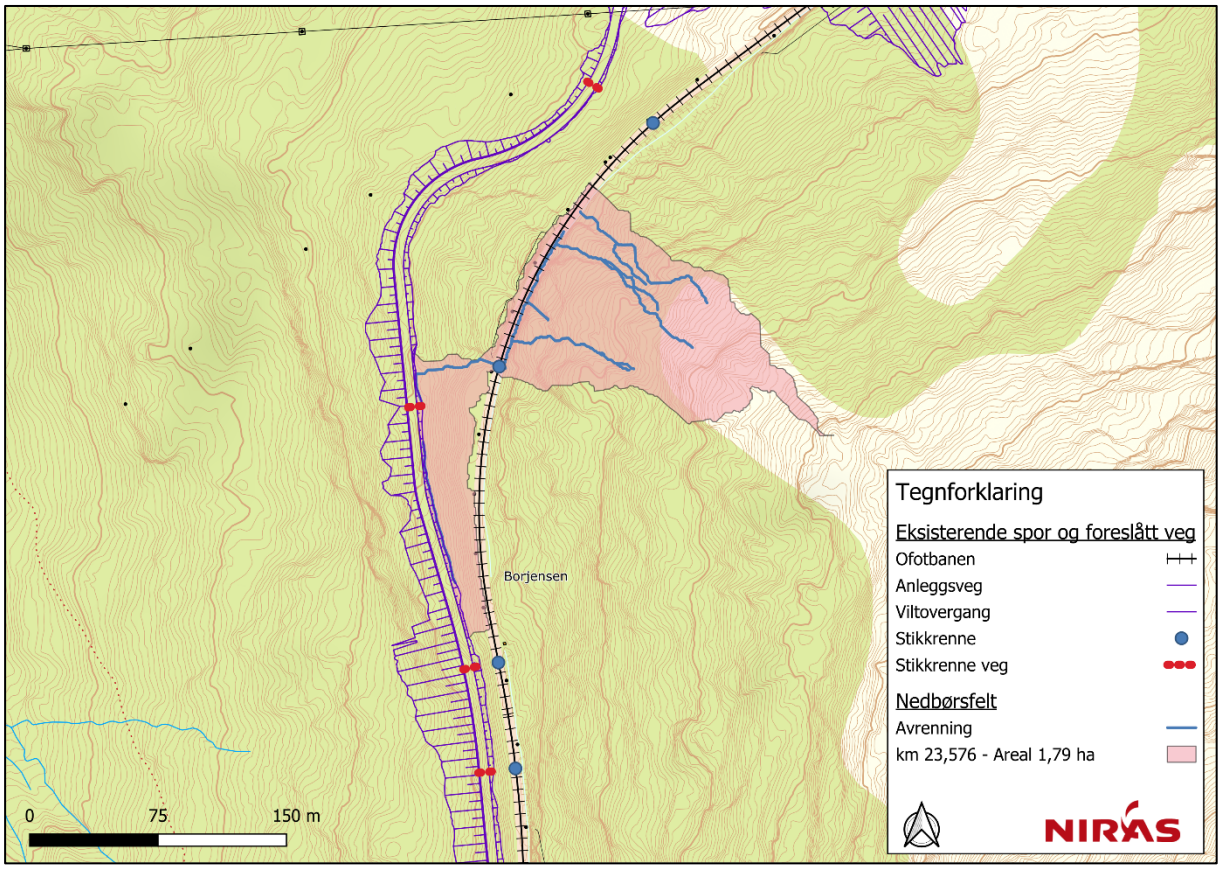
I henhold til *Normaler for landbruksveier* skal overdekning tilsvare dimensjon på røret, her satt til 0,8 m. Dette vil kreve tilpasninger ved innløpet til stikkrennen under veg for å sikre at stikkrennen får innløp i dagen.

5.8.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å oppgradere eksisterende stikkrenne km 23,366 som går under jernbanen fra 600x600 mm steinkiste til DN1000 mm. For anleggsvegen legges vurderinger fra HY-8 til grunn med dimensjon DN800 mm.

5.9 Stikkrenne km 23,576

For stikkrenne km 23,576 endres det ikke sporunderbygning for lokasjonen og lokasjonen er vurdert til å ha tilstrekkelig kapasitet fra vurdering oversendt i forbindelse med prosjektet «32,5 tonn aksellast» fra Bane NOR. Lokasjonen har derfor ikke blitt vurdert med tanke på kapasitet til eksisterende stikkrenne under jernbanen, men for nedstrøms forhold der det ses på etablering av anleggsveg. Nedbørsfelt til og foreslått plassering av ny stikkrenne er gjort etter analyse fra Scalgo Live. Nedbørsfeltet er avgrenset til et areal på 1,79 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.11.



Figur 5.11 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til foreslått ny stikkrennen under anleggsvegen ved km 23,576 markert i rosa med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 500 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med stiplet rød linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.9.1 Flomberegninger

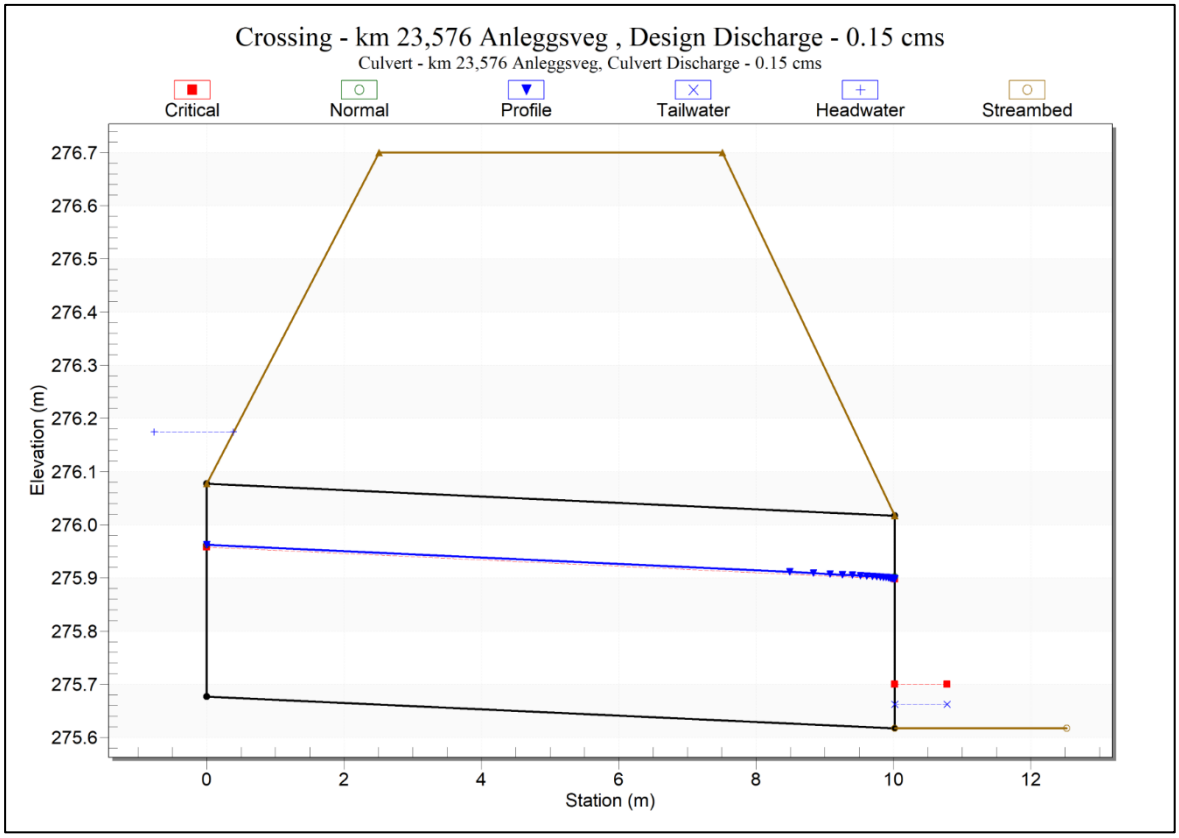
Det er gjennomført flomberegninger for foreslått stikkrenne under anleggsvegen. Grunnet anleggsvegens plassering er det vurdert at en eventuell tilstopping eller overvannsproblematikk ved vegen ikke vil medføre negative konsekvenser for jernbanen. Stikkrennen dimensjoneres derfor for en klimakompensert 50-årshendelse, i henhold til *Normaler for landbruksveier*, Vegklasse 3 [18]. Nedbørsfelt og tilhørende parametere fremgår av Tabell 5.9.

Dimensjonerende nedbørintensitet er beregnet til 111 l/s/ha, noe som gir en dimensjonerende vannføring på 0,15 m^3/s. Grunnet lav overdekning er det valgt å benytte ig-falsrør DN400 i betong. I henhold til Basal krever disse en overdekning på kun 20 cm, noe som er gunstig for lokasjonen [19].

Tabell 5.9 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre	
Nedbørsfelt [km^2]	0.02
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	3 %
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.24)	74 %
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.42)	20 %
Jernbane (Ckorr = 0.6)	2 %
Feltlengde [m]	246
Høydeforskjell [m]	104
Min høyde [m]	276
Maks. høyde [m]	381
Andel innsjø i felt	0 %
Konsentrasjonstid [min]	14
C-verdi (korrigert)	0.33
Klimafaktor	1.4
Beregninger	
$Q_{50+klima}$ [m^3/s]	0.15

Løsningen gir en teoretisk overtopping av rør på 8 cm, noe som anses som akseptabelt for lokasjonen. For oversikt over HY-8 analysen, se Figur 5.12.



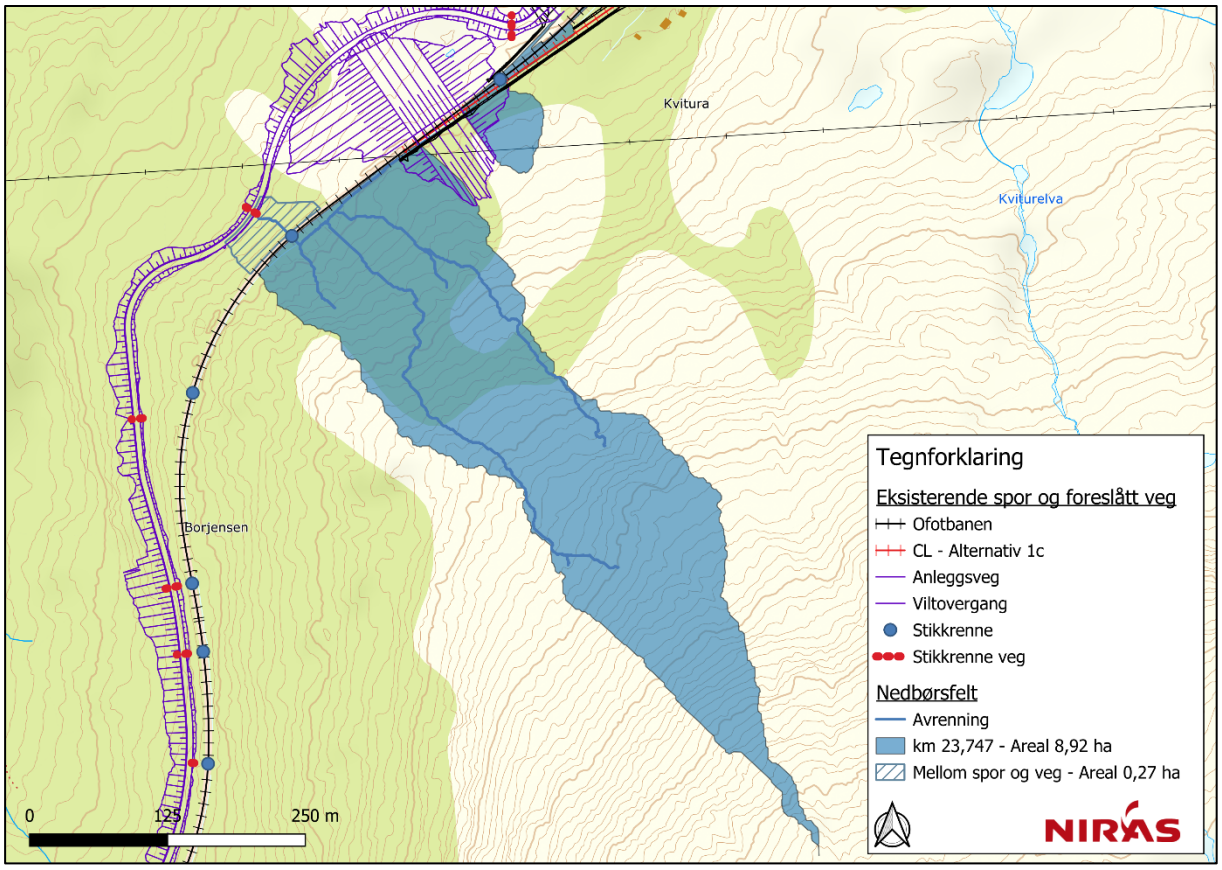
Figur 5.12 Viser oversikt over HY-8-analyse for ig-falsrør DN400 mm stikkrenne under anleggsveg km 23,576.

5.9.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere et ig-falsrør DN400 mm under anleggsvegen.

5.10 Stikkrenne km 23,747

Stikkrennen ved km 23,747 er etter Banekart registret til å være en 600x600 mm steinkiste. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 8,92 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.13.



Figur 5.13 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til foreslått ny stikkrennen under anleggsvegen ved km 23,747 markert i blå med avrenningslinjer fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.10.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 1,26 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1200 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.10.

Tabell 5.10 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0.09
Bart fjell (Ckorr = 0,95)		56 %
Tett vegetasjon (Ckorr = 0,455)		38 %
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0,26)		5 %
Jernbane (Ckorr = 0,65)		0 %
Feltlengde [m]		727
Høydeforskjell [m]		338
Min høyde [m]		290
Maks. høyde [m]		628
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		24
C-verdi (korrigert)		0.72
Klimafaktor		1.5
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		1.26
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1200
Basal	DN	1200

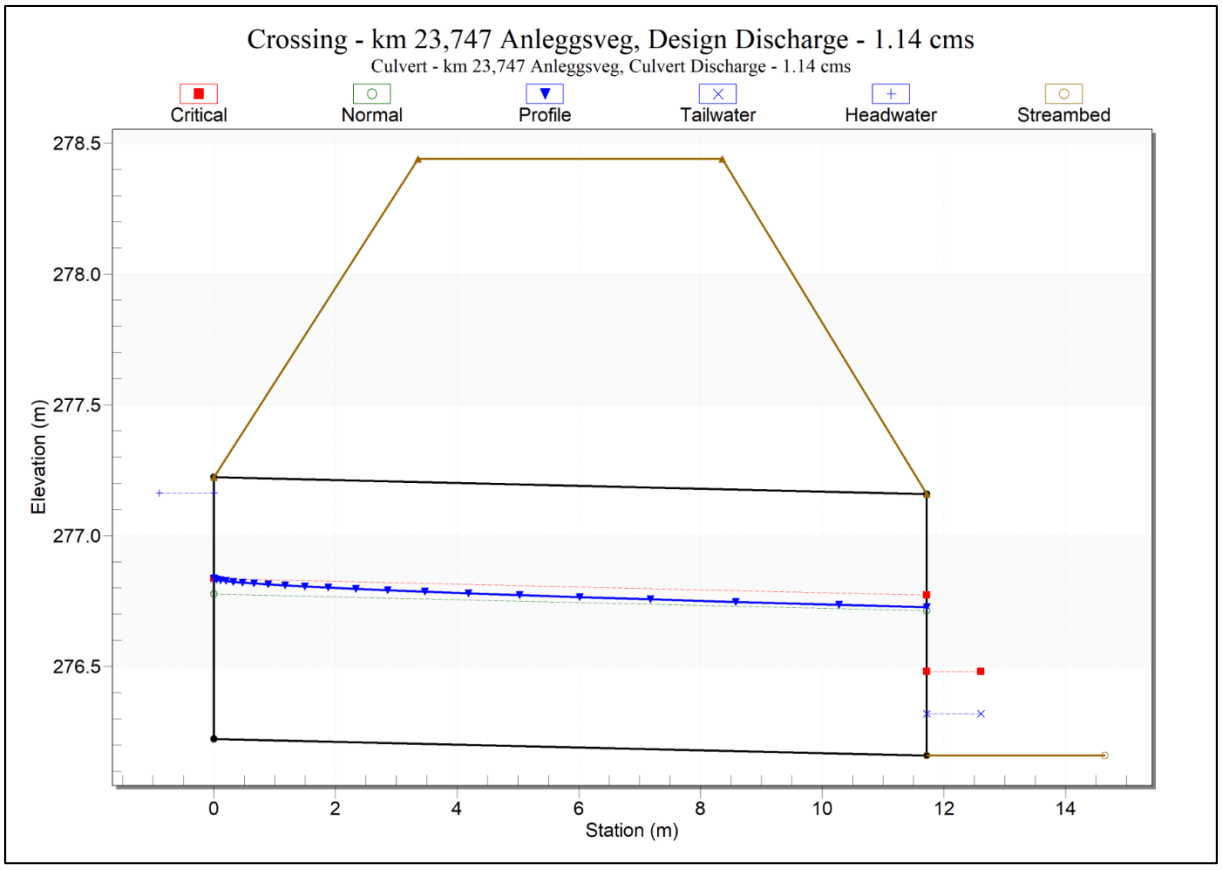
Det er gjennomført flomberegninger for foreslått stikkrenne under anleggsvegen. Grunnet anleggsvegens plassering er det vurdert at en eventuell tilstopping eller overvannsproblematikk ved vegen ikke vil medføre negative konsekvenser for jernbanen. Stikkrennen dimensjoneres derfor for en klimakompensert 50-årshendelse, i henhold til *Normaler for landbruksveier*, Vegklasse 3 [18]. Nedbørsfelt og tilhørende parametere fremgår av Tabell 5.11.

Tabell 5.11 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre	
Nedbørsfelt [km^2]	0.12
Bart fjell (Ckorr = 0,95)	58 %
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0,455)	35 %
Tett vegetasjon (Ckorr = 0,26)	5 %
Jernbane (Ckorr = 0,65)	1 %
Feltlengde [m]	772
Høydeforskjell [m]	349
Min høyde [m]	279
Maks. høyde [m]	628
Andel innsjø i felt	0 %
Konsentrasjonstid [min]	25
C-verdi (korrigert)	0.72
Klimafaktor	1.4
Beregninger	
$Q_{50+klima}$ [m^3/s]	1.14
Minstedimensjon [mm]	

Vassdragshåndboken	DN	1200
Basal	DN	1000

Grunnet variasjon i foreslått minste dimensjon er det gjennomført en ytterligere kontroll i HY-8. Analysen viser at for lokasjonen er det tilstrekkelig med DN1000 mm stikkrenne for en klimakompesnert 50-årshendelse. For oversikt over analyse, se Figur 5.14.



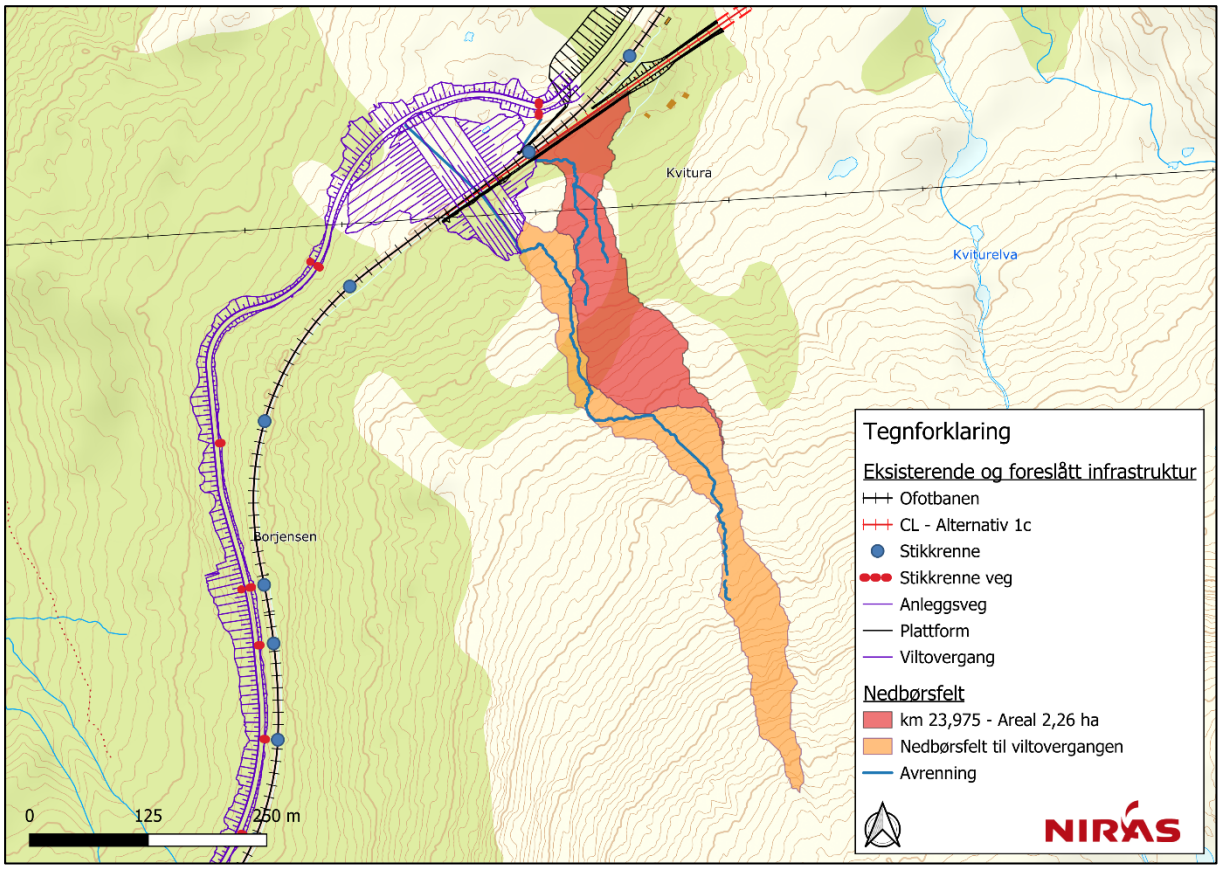
Figur 5.14 Viser oversikt over HY-8-analyse for DN1000 mm stikkrenne under anleggsveg km 23,747.

5.10.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere et DN1200 mm under jernbanen og DN1000 under anleggsvegen.

5.11 Stikkrenne km 23,975

Stikkrennen ved km 23,975 er etter Banekart registret til å være en 600x800 mm steinkiste. Nedbørsfeltet til eksisterende stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 5,51 ha. For lokasjonen ses denne i sammenheng med tiltenkt viltovergang og anleggsveg. Fra analyse i Scalgo Live vil nåværende deler av eksisterende nedbørsfelt renne over viltovergang og ikke til stikkrennen. Det nye nedbørsfeltet til stikkrennen er avgrenset til 2,20 ha. I denne leveransen legges det til grunn at deler av avrenning fra eksisterende nedbørsfelt ledes over viltovergangen og dimensjonerende nedbørsfelt til stikkrennen blir på 2,20 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.15. For oversikt over eksisterende inn- og utløpsforhold fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.15.



Figur 5.15 Oversiktsbilder over nedbørsfeltet til stikkrennen km 23,975 markert i rødt mens nedbørsfeltet for avrenning til viltovergang er markert med oransje. Avrenningslinjer er fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne for anleggsveg er markert med rød stiplet linje. Nedbørsfeltet er hentet fra Scalgo Live.

5.11.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 0,34 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken på DN800 mm og Basal på DN600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Figur 5.11.

Tabell 5.12 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0,02	
Bart fjell (C_{korr} = 0.95)	48 %	
Lav vegetasjon (C_{korr} = 0.455)	49 %	
Tett vegetasjon (C_{korr} = 0.26)	3 %	
Jernbane (C_{korr} = 0.65)	0 %	
Feltlengde [m]	371	
Høydeforskjell [m]	146	
Min høyde [m]	300	
Maks. høyde [m]	446	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	16	
C-verdi (korrigert)	0,68	
Klimafaktor	1,5	

Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	0,34	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	800
Basal	DN	600

Grunnet variasjon i minste nødvendige dimensjon fra Vassdragshåndboken og Basal har dimensjonen blitt ytterliggere kontrollert i HY-8.

For anleggsvegen vil det være nødvendig å etablere en ny stikkrenne for å videreføre overvannet fra jernbanen på en sikker måte. Anleggsvegens plassering gjør at en eventuell tilstopping eller overvannsproblematikk ved vegen ikke vil medføre negative konsekvenser for jernbanen. Stikkrennen dimensjoneres derfor for en klimakompensert 50-årshendelse, i henhold til *Normaler for landbruksveier*, Vegklasse 3 [18]. Nedbørsfelt og tilhørende parametere fremgår av Tabell 5.8. Ved overgang fra vurderingen av en 200-årshendelse til en 50-årshendelse, er korreksjonsfaktoren (F_c) justert fra 1,3 til 1,2. Dette reduserer avrenningsfaktoren (C) fra 0,68 til 0,67. Klimafaktoren er tilsvarende justert fra 1,5 til 1,4.

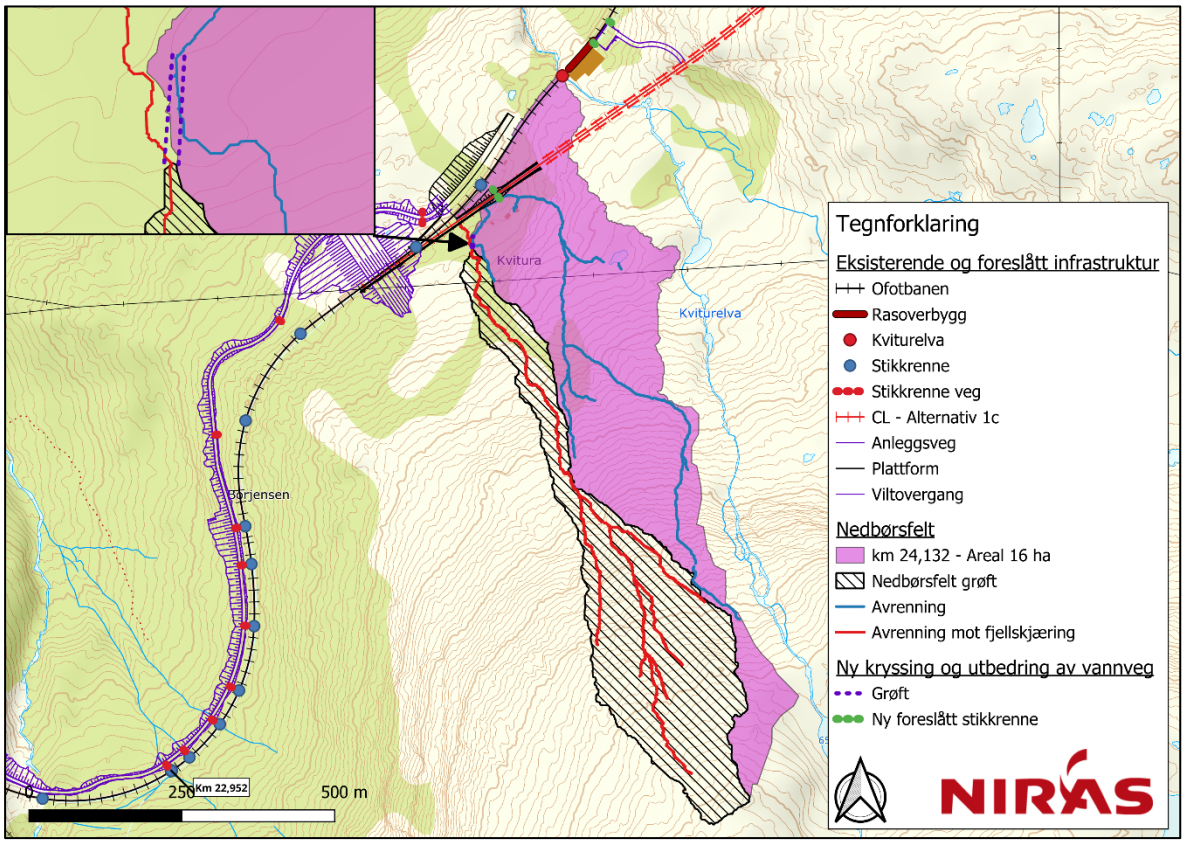
Dimensjonerende nedbørintensitet er beregnet til 98,9 l/s/ha, noe som gir en dimensjonerende vannføring på 0,22 m^3/s. Fra Vassdragshåndboken og Basal gir dette minstedimensjon DN600 mm for stikkrennen.

5.11.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere en DN800 mm stikkrenne under eksisterende og nytt spor. For anleggsvegen forslås det å etablere en DN600 mm stikkrenne.

5.12 Stikkrenne km 24,132

Stikkrennen ved km 24,132 er etter Banekart registret til å være en 800x1200 mm steinkiste på 17 m. Nedbørsfeltet til eksisterende stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 26,97 ha. Ved etablering av nytt spor vil en av de eksisterende vannvegene bli brutt og en større avrenningslinjene som tilhørte det eksisterende feltet går nå mot en fjellskjæring som går langs nytt spor, omtrentlig ved km 24,060. Feltet er avgrenset og er etter Scalgo Live vurdert til utgjøre et areal på omtrentlig 16 ha. For oversikt over nedbørsfeltet til eksisterende stikkrenne og delen av nedbørsfeltet som etter tiltaket får avrenning mot fjellskjæringen, se Figur 5.16. For oversikt over inn- og utløps forhold til eksisterende stikkrenne fra ortofoto oversendt fra Bane NOR, se Figur 2.16.



Figur 5.16 Viser oversikt over nedbørsfeltet ved km 24,132 markert i rosa, med nedbørsfeltet som foreslås ledet i grøft markert i sorte striper. Avrenningslinjer er fra nedbørsfelt større eller lik 5000 m^2. Ny stikkrenne under spor er markert med rød stilet linje. Forslått grøft er vist i stiplet lilla, kan også ses i Figur 5.17. Nedbørsfelt hentet fra Scalgo Live.

Det er ønskelig at eksisterende situasjon opprettholdes og at det unngås avrenning mot fjellskjæringen, da dette kan gi problemer med overvann langs spor og isdannelse langs fjellskjæringen. Det har derfor blitt sett på etablering av en grøft som vil lede bekkeløpet som nå går mot fjellskjæringen til et annet eksisterende bekkeløp. Dette bekkeløpet leder vannet mot et lavbrekk hvor det er planlagt ny stikkrenne under spor. For oversikt over plassering av foreslått grøft som slår sammen bekkeløpene, se Figur 5.17.



Figur 5.17 Viser hvor det foreslås grøft som leder vann fra eksisterende bekk 2 over til bekk 1 som leder vannet mot ny stikkrenne ved km 24,132. Bakgrunnskart kommer fra Ortofoto oversendt fra Bane NOR.

5.12.1 Flomberegninger

Det er gjennomført beregninger på vannføringen som foreslås avledes i en grøft til det eksisterende bekkeløpet. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 1,55 m^3/s. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring, se Tabell 5.13.

Tabell 5.13 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre	
Nedbørsfelt [km^2]	0.11
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	93 %
Lett vegetasjon (Ckorr = 0.455)	6 %
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.26)	1 %
(Ckorr =)	0 %
Feltlengde [m]	1020
Høydeforskjell [m]	407
Min høyde [m]	307
Maks. høyde [m]	714
Andel innsjø i felt	0 %
Konsentrasjonstid [min]	35
C-verdi (korrigert)	0.91
Klimafaktor	1.5

Beregninger	
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	1.55

Til beregning av grøftesnittet har det blitt brukt Mannings formel.

$$Q = N \times AR^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{S_0}$$

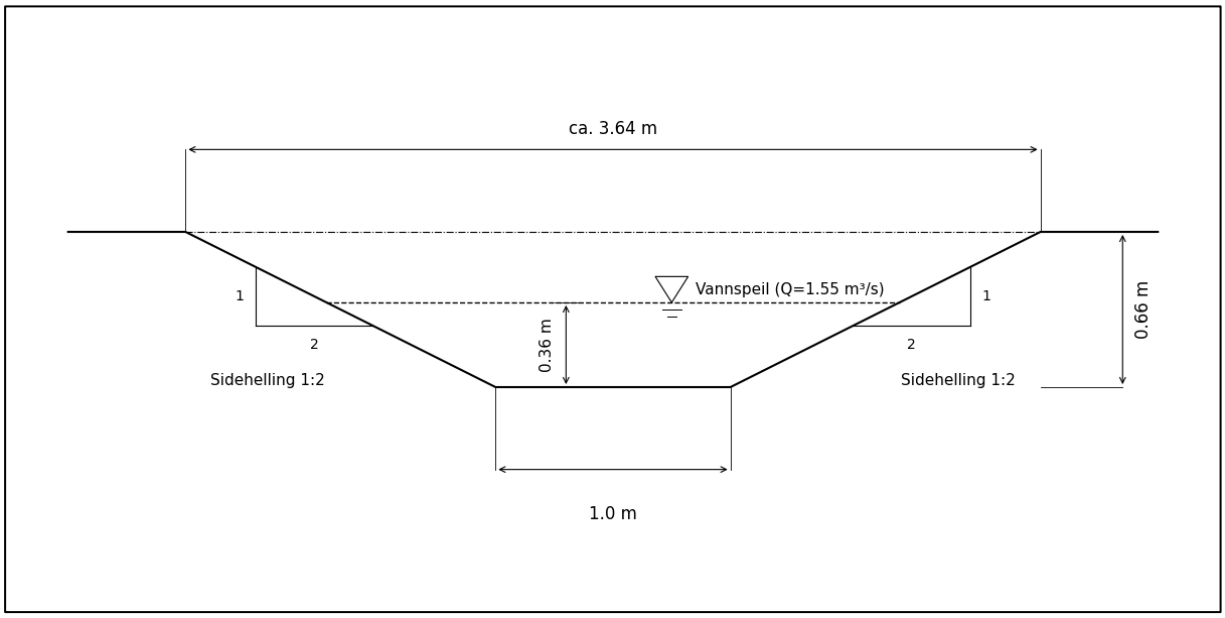
Hvor:

Q = Vannføring [m^3/s]
N = Mannings tall [-]
A = Vått tverrsnitt [m^2]
R = Hydraulisk radius [m]
S_0 = Vannlinjens fall/helning [m/m]

For oversikt over parametere brukt i beregningen, se Tabell 5.14. For prinsipptegning av grøftesnittet, se Figur 5.18.

Tabell 5.14 Viser oversikt over parametere brukt i mannings formel.

Bunnbredde [m]	Vanndybde [m]	Sidehelning (H:V) [m/m]	Vannlinjens helning [m/m]	Mannings tall [N]
1	0,36	1:2	0,066	25



Figur 5.18 Viser prinsipptegning av grøftesnittet.

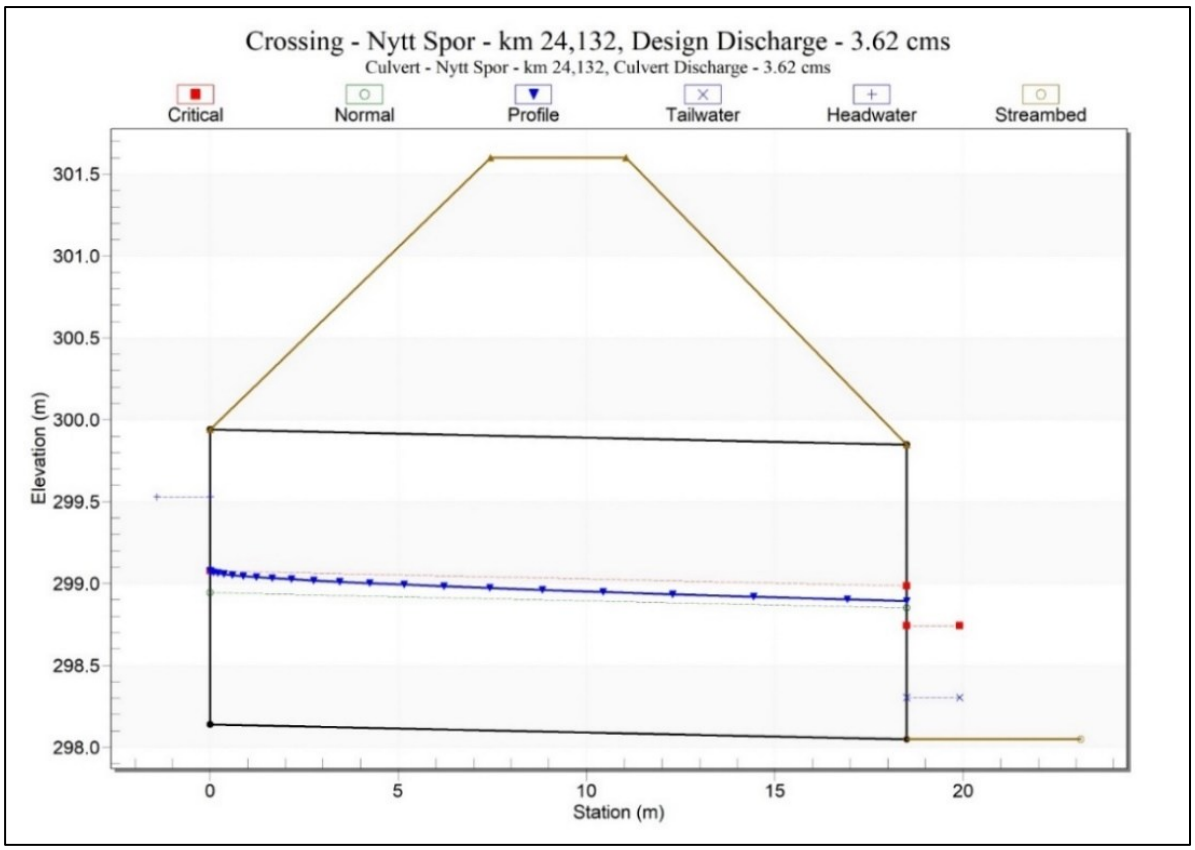
Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen der hele feltet med eksisterende bekk 2 som blir ledet i grøften er tatt med. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 3,62 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Figur 5.15.

Tabell 5.15 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

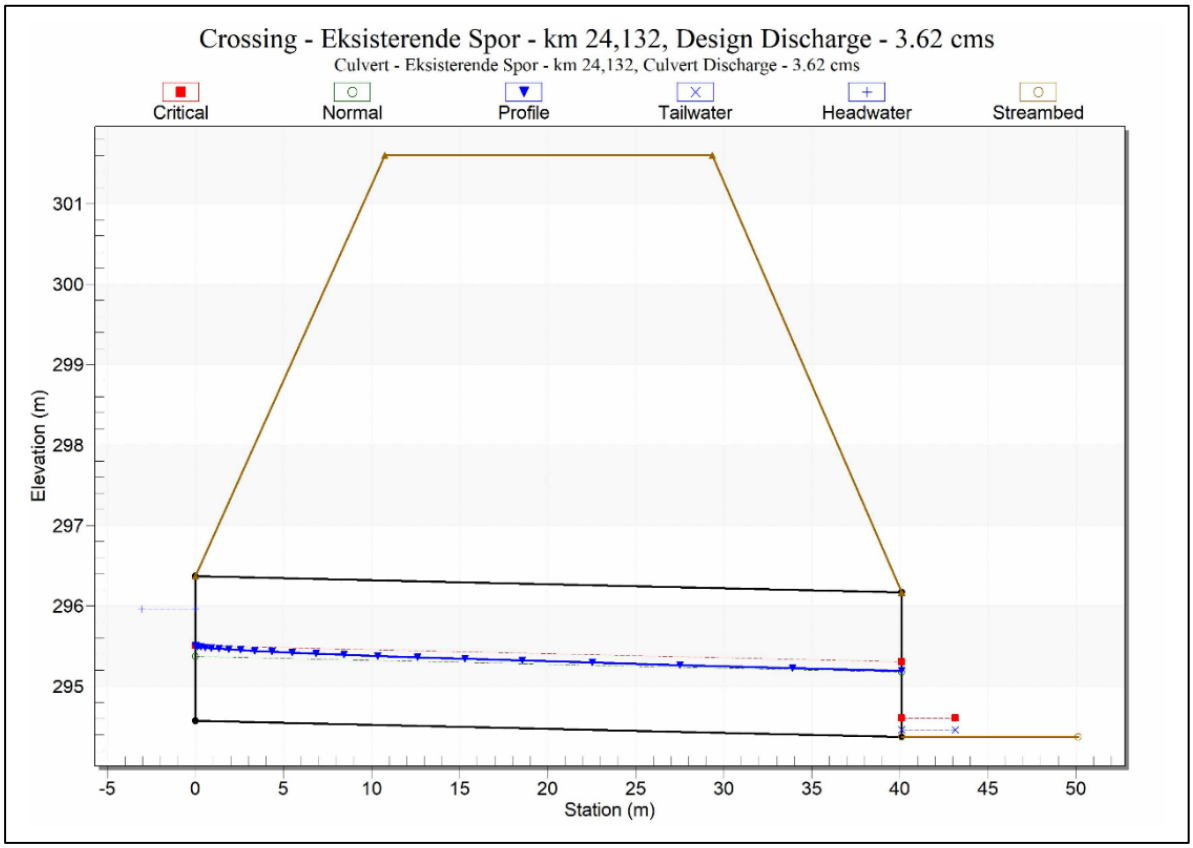
Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0,27
Bart fjell (C_{korr} = 0,95)		85 %
Lett vegetasjon (C_{korr} = 0,455)		13 %
Tett vegetasjon (C_{korr} = 0,26)		1 %
Jernbane (C_{korr} = 0,65)		0 %
Feltlengde [m]		1100
Høydeforskjell [m]		413
Min høyde [m]		296
Maks. høyde [m]		709
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		37
C-verdi (korrigert)		0,88
Klimafaktor		1,5
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		3,62
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1600
Basal	DN	1600

Det planlegges å legge nye stikkrenner under både eksisterende spor med ny plattform og det nye sporet som går videre inn i tunell. Det har blitt laget en modell i HY-8 for stikkrennene med en dimensjon på DN1600 mm. Stikkrennene har blitt modellert for de to forskjellige traseene begge med 5 ‰ fall. Den ene stikkrennen på 18,5 m går under det nye prosjekterte sporet som går til tunnelløpet, mens den andre stikkrennen på 40 m går under eksisterende spor med ny planlagt plattform. Innledende vurdering gir tilstrekkelig kapasitet med 11 cm klaring opp til topp rør under nytt og eksisterende spor.

Til tross for at stikkrennene etter HY-8 har tilstrekkelig kapasitet, gir tilgjengelig frihøyde opp til topprør lav robusthet mot gjentetting. Det har derfor også blitt sett på en stikkrenne med dimensjon på DN1800 mm. Fra HY-8 gir dette 41 cm klaring til topp rør ved innløpet for både nytt og eksisterende spor. De to stikkrennene med DN1800 mm kan sees på Figur 5.19 og Figur 5.20.



Figur 5.19 Viser oversikt over HY-8-modellen for DN1800 mm stikkrennen som krysser nytt spor.



Figur 5.20 Viser oversikt over HY-8-modellen for DN1800 mm stikkrennen som krysser eksisterende spor med ny plattform.

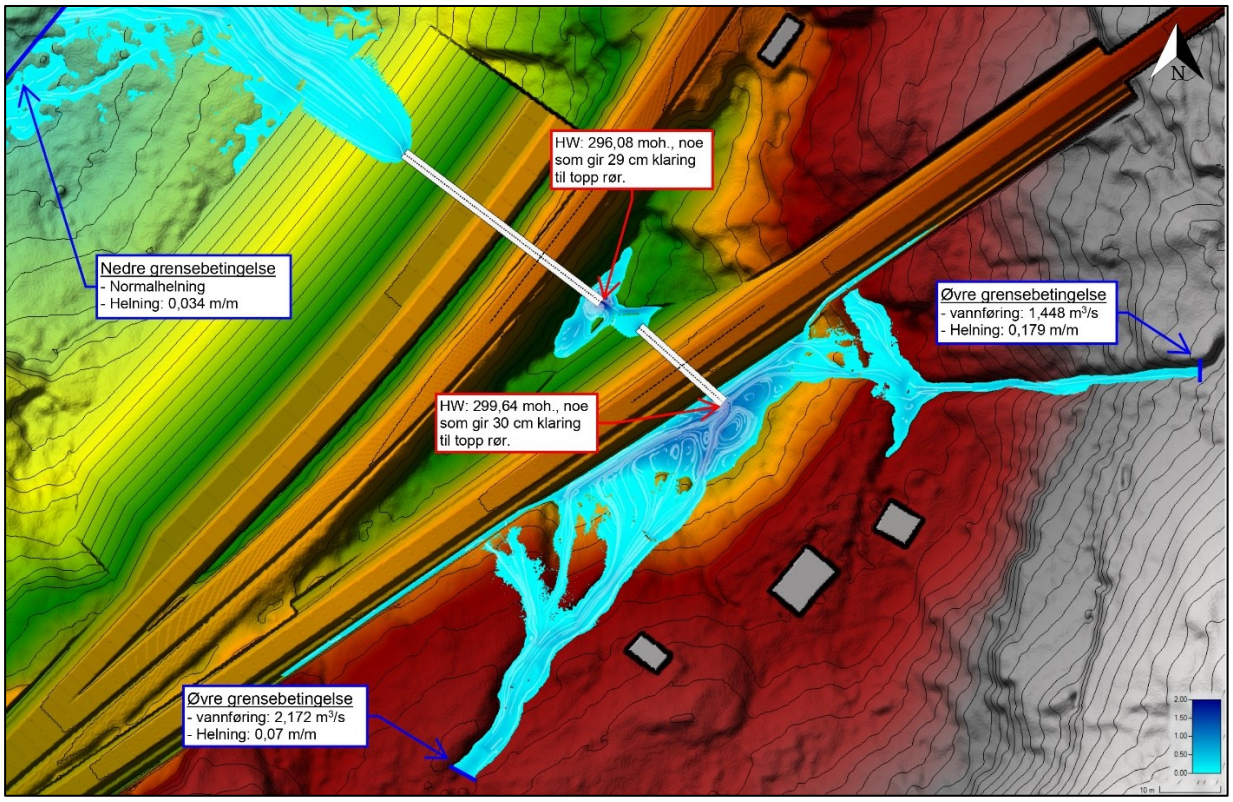
Dimensjonen har blitt ytterligere kontrollert i HEC-RAS. Terrengmodell som er benyttet er Narvik NDH Narvik 5pkt 2017 som har blitt tilpasset gjeldene spormodell.

Det foreligger ikke kalibreringsdata fra målte dybder eller hastigheter, noe som medfører usikkerhet knyttet til resultatene. I denne prosjektfasen er det heller ikke gjennomført sensitivitetsanalyser av hvordan variasjoner i ruhetsverdier og vannføring påvirker dimensjoneringsgrunnlaget. Slike analyser planlegges gjennomført og vil bli supplert i senere leveranser, når detaljnivået for sporutforming er tilstrekkelig. For oversikt over modelloppsettet, se Tabell 5.16.

Tabell 5.16 Viser modell oppsettet som er benyttet i HEC-RAS modellen.

2D-Modelloppsett	
Elementer	Oppsett
Oppstrøms grensebetingelse	Helning på elvebunn 0,18 m/m og 0,07 m/m.
Nedre grensebetingelse	Normal dybde med helning på 0,034 m/m ut av systemet.
Vannføring	Konstant innstrømning på 3,62 m^3/s frem til stabil hydraulisk tilstand. Innstrømningen er fordelt på to øvre grensebetingelser med henholdsvis 60 og 40 %, basert på nedbørfeltenes areal og ruhetsforhold oppstrøms.
Stikkrenner	Stikkrennen under nytt spor er modellert med en lengde på 18,5 m, mens stikkrennen under eksisterende spor har en lengde på 40,1 m. Begge stikkrennene er lagt med et fall på 5 ‰.
Ruhet	Hele 2D-området er satt med et homogent Mannings n-verdi på 0,035, mens det for stikkrennen er benyttet innvendig n-verdi på 0,012.
Beregningsnett	Største del av 2D området er modellert med rutenett på 1 x 1 m, mens ved inn og utløp for jernbanen er benyttet 0,25 x 0,25 m rutenett. Dette var verdier som ga mest stabil modell mot beregningstid.

Resultat fra analysen viser at DN1800 mm stikkrennene har kapasitet til å håndtere en klimakompensert 200-årshendelse, forutsatt fritt gjennomløp. Se Figur 5.21 for visualisering av simuleringen samt tilhørende informasjon, parametere og høyder.



Figur 5.21 Vanndybder ved en 200-årsflom med DN1800 mm under begge jernbanetraseene. Høydekurvetetthet er satt til 1 m.

Resultatene fra HEC-RAS-simuleringen er videre sammenlignet med HY-8-analyse. For visuell fremstilling av HY-8-resultatene for jernbanen, se Figur 5.19 for nytt spor og Figur 5.20 for eksisterende spor. For en samlet oversikt over sammenligningen mellom HEC-RAS og HY-8, se Tabell 5.17.

Tabell 5.17 Viser samlet oversikt over HEC-RAS-analyse og HY-8-analyse for stikkrennene.

Resultat fra HEC-RAS stikkrenne DN1800 mm				
Trase	Mannings n rør	Bunn innløp rør (moh.)	Vannstand innløp (moh.)	Vannstand til topp rør
Nytt spor	0,012	298,14	299,64	30 cm under
Eksisterende	0,012	294,57	296,08	29 cm under
Resultat fra HY-8 stikkrenne DN1800 mm				
Trase	Mannings n rør	Bunn innløp rør (moh.)	Vannstand innløp (moh.)	Vannstand til topp rør
Nytt spor	0,012	298,14	299,53	41 cm under
Eksisterende	0,012	294,57	295,96	41 cm under
Resultat fra HY-8 stikkrenne DN1600 mm				
Trase	*Mannings n rør*	*Bunn innløp rør (moh.)*	*Vannstand innløp (moh.)*	*Vannstand til topp rør*
Nytt spor	*0,012*	*298,14*	*299,63*	*11 cm under*
Eksisterende	*0,012*	*294,57*	*296,06*	*11 cm under*

HY-8 beregner noe høyere kapasitet ved innløpet til stikkrennen enn tilsvarende beregninger i HEC-RAS. Forskjellen antas å skyldes at HEC-RAS i større grad fanger opp innløpsforholdene. Vurderingene fra HEC-RAS legges derfor til grunn i denne analysen. Det er ikke gjennomført HEC-RAS-beregninger for DN1600 mm.

I denne leveransen er det ikke gjort detaljerte vurderinger av vannhastigheter med tanke på behov for erosjonssikring ved utløpene til stikkrennene. Innledende resultater fra modellen viser imidlertid vannhastigheter som indikerer behov for erosjonssikring. Videre vurderinger vil bli gjennomført når spormodellen foreligger med tilstrekkelig detaljnivå.

5.12.2 Foreslått løsning

I forbindelse med etablering av et nytt kryssingsspor vil dette gi innvirkning på eksisterende avrenning mot stikkrennen som vil bli brutt av det nye sporet. For å sikre fortsatt funksjonell avrenning foreslås det å etablere en grøft som sikrer at nedbørsfelt har avrenning til et lavpunkt langs spor og ikke fjellskjæringen. Her foreslås det å etablere en ny stikkrenne som fører vannet under det nye kryssingssporet og videre mot plasseringen til eksisterende stikkrenne. Dagens stikkrenne som består av en steinkiste med dimensjon 800 x 1200 mm, vil ikke lengre komme ut i dagen på vestre siden av eksisterende spor, grunnet plasseringen til ny foreslått plattform. Som følge av dette må den eksisterende stikkrennen bli erstattes av en ny stikkrenne. Begge stikkrenner foreslås å anlegges DN1800 mm etter kapasitets analyse fra HEC-RAS og HY-8, se Figur 5.21 og Tabell 5.17.

5.13 Konstruksjon km 24,353

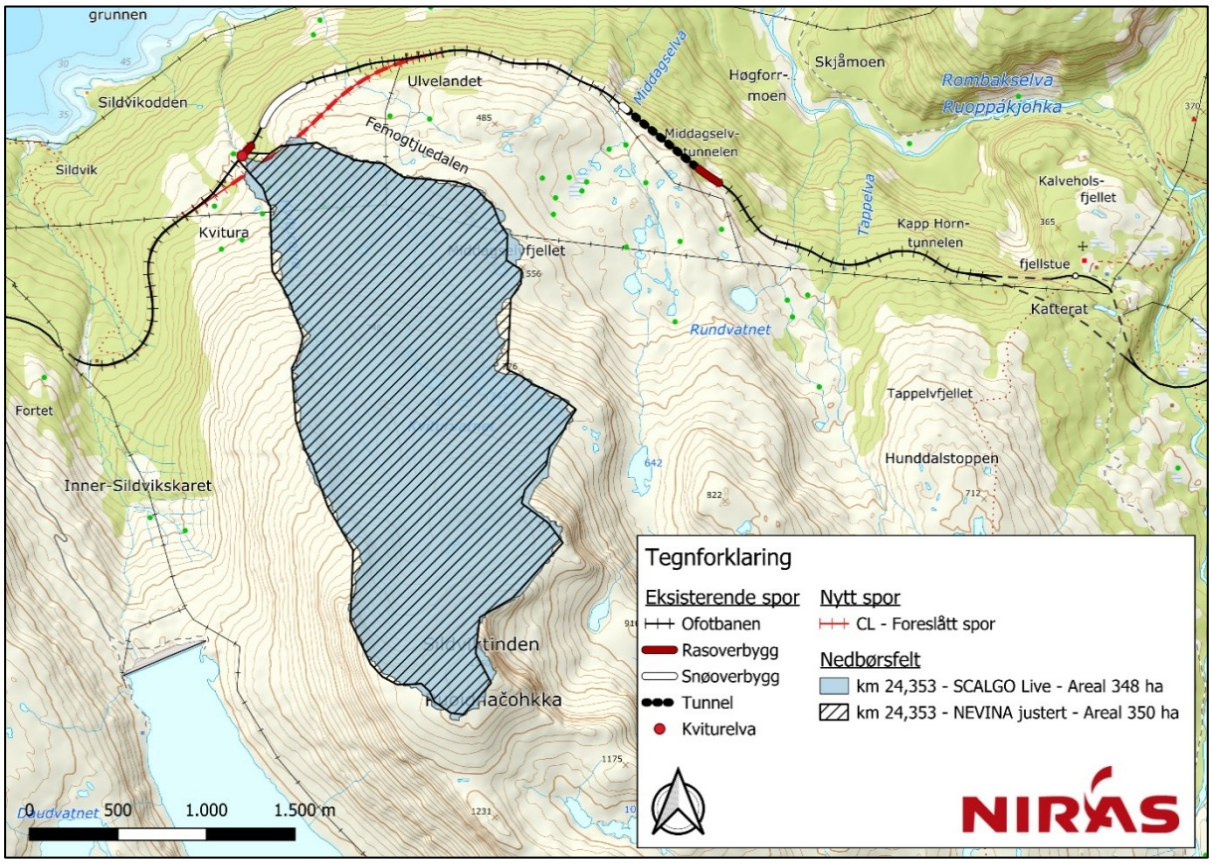
Konstruksjonen ved km 24,353 skal lede vassdraget Kviturelva under jernbanen. Driftsavdelingen i Bane NOR har meldt om utfordringer knyttet til stor vannføring i elva, gjentetting og oppstuving for oppstrøms side av konstruksjonen, noe som må vurderes nærmere. Store vannmengder kan føre til skader på øvrig infrastruktur og utvasking av underbygning for spor. Ifølge driftspersonell i Bane NOR oppstår de største utfordringene under vårflommen, når vanntrykket oppstrøms blir så stort at blokaden av is og snø ikke klarer å holde tilbake vannet. Dette fører til at det dannes et sørpeskred med avrenning mot jernbanen. For å redusere risikoen og forebygge en slik hendelse, åpnes utløpet for vannoppsamlingen oppstrøms hvert år ved å grave en grøft for is og snø før vanntrykket er så høyt at det dannes et sørpeskred. Se Figur 5.22 for bilde av sist registret hendelse fra 2010. For befaringsbilder som viser inn- og utløp ved normal vannføring, se Figur 2.17 og Figur 2.18.



Figur 5.22 Viser bilde fra vårflommen som kom 15.05.2010. Bildet tatt fra oppstrøms side av konstruksjonen ved km 24,353 (Kviturelva). Kilde Jernbaneverket.

5.13.1 Flomberegninger

Det er utført flomberegninger for en klimakompensert 200-årshendelse ved konstruksjonen på km 24,353. Nedbørsfeltet er hentet ut fra tjenesten Scalgo Live. Ved bruk av NEVINA har feltet blitt tilpasset for å i større grad samsvare med felt fra Scalgo Live dette da Scalgo Live benytter en finere terrengmodell (1x1 m mot NEVINA 20 x 20 m). Områder hvor avrenningen avviker mellom tjenestene er gjennomgått og vurdert hvilken som er mest trolig basert på tjenesten Norge i Bilder, satellittbilder og terrengmodellene som er lagt til grunn. Dette for at feltene som benyttes i videre beregninger er mest mulig representative for konstruksjonen For oversikt over nedbørsfeltet, se Figur 5.23.



Figur 5.23 Viser oversikt over nedbørsfeltet til km 24,353 fra SCALOG Live og NEVINA med eksisterende og foreslått spor.

Metodisk er resultater fra RFFA-NIFS, RFFA 2018 og flomfrekvensanalyse (FFA) sammenlignet. FFA-grunnlaget er hentet fra vedlegg til rapport IUP-00-A-20636 og skalert til vurdert feltstørrelsen vist i Figur 5.23. Denne skaleringen medførte en endring i areal fra 3,4 km^2 til 3,5 km^2. For oversikt over feltparametre som videre er benyttet, se Figur 5.24.



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 617107 E 7590788 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	3.50	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.1	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	5.8	km
Elvegradient (E_G)	153.2	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	178.4	m/km
Helning	20.1	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.9	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	3.4	km

Arealklasse		
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0	%
Myr (A_{MYR})	0.1	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	1	%
Sjø (A_{SJO})	2.3	%
Snaufjell (A_{SF})	87.3	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	9.2	%

Hypsografisk kurve		
Høyde $_{MIN}$	301	m
Høyde $_{10}$	462	m
Høyde $_{25}$	559	m
Høyde $_{50}$	760	m
Høyde $_{75}$	938.5	m
Høyde $_{MAX}$	1346	m

Klima- /hydrologiske parametere 1961-1990		
Årlig middelavrenning 1961-1990 (Q_N)	44	l/s/km²
Nedbør juni	56	mm
Nedbør juli	78	mm
Regn og snøsmelting mai	306	mm
Regn og snøsmelting juni	231	mm
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	102	mm
Regn og snøsmelting november	17	mm
Temperatur februar	-11.7	°C
Temperatur mars	-9.4	°C

Figur 5.24 Rapport fra kartapplikasjonen NEVINA med opplysninger om feltparametre.

Fra NEVINA legges regional flomberegning 1961-1990 til grunn. Dette grunnet at preferert regional flomberegning 1991-2020 ikke blir produsert av tjenesten ved uttak. For RFFA-2018 gir metoden stort avvik fra de andre beregningsmetodene. Metoden er gyldig etter NVE veileder 01/2025, men anbefales for felt >60 km^2. For flomverdier fra metoden virker 97,5 persentil å være mer troverdig mot resultater fra andre metoder. For videre vurdering er ikke verdier fra RFFA-2018 vektlagt. For samlet vurdering av metoder, se Tabell 5.18.

Tabell 5.18 Viser oversikt over resultater fra de ulike beregningsmetodene. Metode og verdier som er benyttet videre er markert med fet skrift.

Metode	**$Q_{200 + KF., SF. (1.4, 1.1)}$ (m^3/s)**		
	2,5 persentil	**Median**	97,5 persentil
RFFA-NIFS	7,08	**14,17**	28,18
FFA	-	**12,94**	-
RFFA-2018	3,08	5,7	10,47

Av metodene er FFA og RFFA-NIFS valgt for fastsettelse av dimensjonerende vannføring. Metodene gir et avvik på 1,23 m^3/s seg imellom. For dimensjonerende vannføring er det valgt å legge resultatet fra FFA til grunn, ettersom analysen bygger på en vekstkurve fra vannføringsstasjonen Taraldsvikelv, som vurderes å være svært representativ for feltet. Taraldsvikelv målestasjon ligger 292 moh. og nedbørsfeltet som drenerer til målestasjonen er på 2,84 km^2. Til sammenligning krysser Kviturelva jernbanen omtrentlig 301 moh. og har et nedbørsfelt på 3,5 km^2.

Både Basal og Vassdragshåndboka resulterer i nødvendig dimensjon utenfor deres maksimale dimensjon ved beregnet dimensjonerende vannføring. For Basal vil dette si > DN3000 mm og for Vassdragshåndboken > DN1600 mm. Det vil trolig kreves en ny konstruksjon for å håndtere beregnet vannmengde. Se Figur 5.25 for bilde av eksisterende konstruksjon.



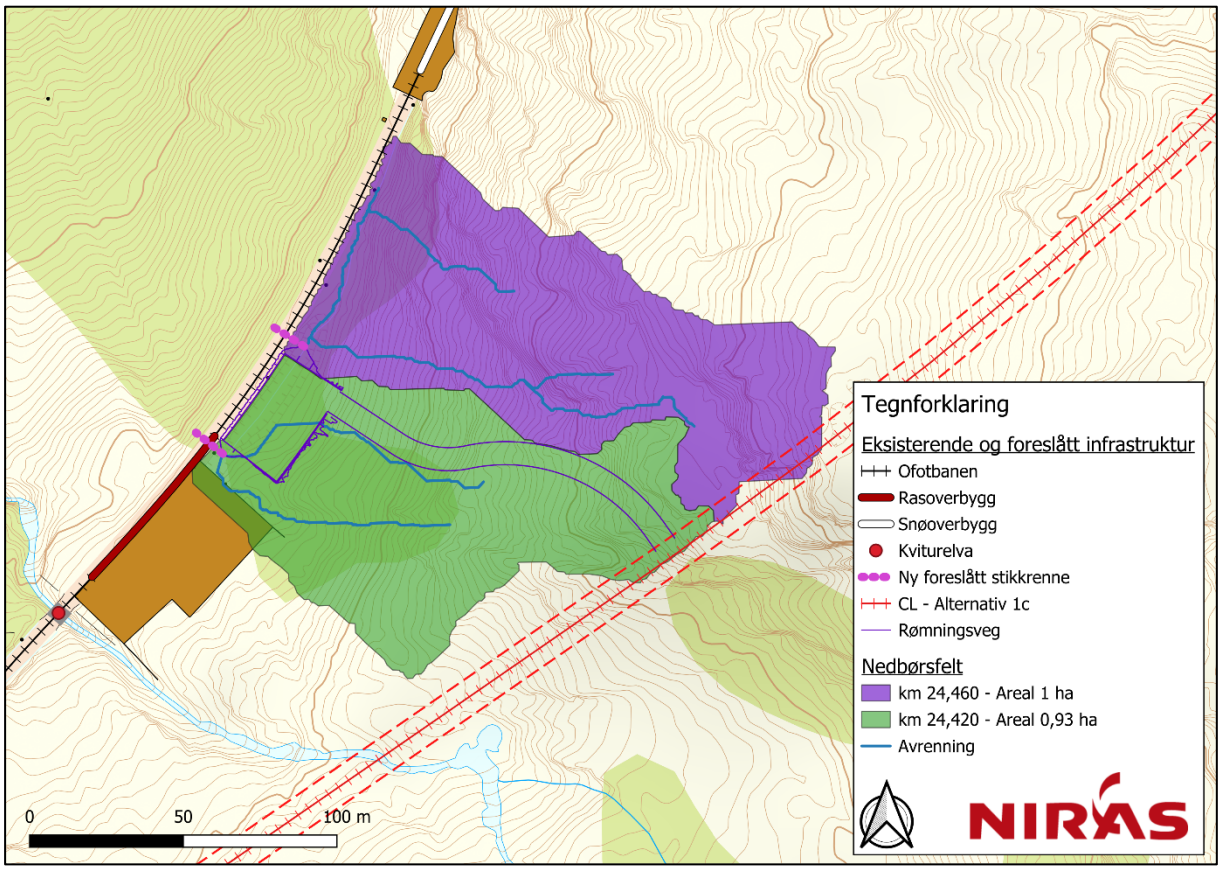
Figur 5.25 Eksisterende konstruksjon ved flomhendelsen i 2010. Bildet tatt fra nedstrøms side av konstruksjonen ved km 24,353 (Kviturelva). Kilde: Jernbaneverket

5.13.2 Forslått løsning

I denne leveransen har det ikke blitt gjort vurdering for valg av løsning. Da eksisterende løsning er klasset som en konstruksjon, vil dette per nå ikke bli endret.

5.14 Stikkrenne km 24,420 og 24,460

I forbindelse med etablering av rømningsveg fra den foreslåtte nye tunnelen er håndtering av overvann i området vurdert. Vegen med tilhørende plattform (sikkert område) er planlagt lagt i et eksisterende lavbrekk, hvor Scalgo Live angir et nedbørsfelt på ca. 2 ha. Det foreslåtte tiltaket vil dele den eksisterende avrenningen i to og etablere lokale lavbrekk på hver side av det planlagte sikre området. For å håndtere overvannet som akkumuleres i disse lavbrekkene, er muligheten for å etablere to nye stikkrenner vurdert. Disse er foreslått å krysse jernbanen ved omtrent km 24,420 og km 24,460. For oversikt over nedbørsfeltene, foreslått tiltak og eksisterende infrastruktur, se Figur 5.26.



Figur 5.26 Viser en oversikt over nedbørsfeltene som drenerer til området. Den foreslåtte stikkrennen ved km 24,420 er markert i grønt, mens nedbørsfeltet til km 24,260 er markert i lilla. Foreslåtte nye stikkrenner er markert med stiplet rosa linje. Hentet fra Scalgo Live.

5.14.1 Flomberegninger

Det er gjennomført flomberegninger for de aktuelle stikkrennene. På bakgrunn av nedbørsfeltenes størrelse er den rasjonelle metoden valgt for beregning av dimensjonerende vannføring. Denne er beregnet til 0,15 m^3/s ved km 24,420 og 0,25 m^3/s ved km 24,460. For begge lokaliteter er dimensjonerende vannføring innenfor minste krav til stikkrennedimensjon under jernbane, som iht. TRV:02132 er DN 600 mm. En oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og foreslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal er gitt i Tabell 5.19.

Tabell 5.19 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltene.

Feltparametre km 24,420		**Feltparametre km 24,460**	
Nedbørsfelt [km^2]	0.01	Nedbørsfelt [km^2]	0.01
Bart fjell (Ckorr = 0.95)	36 %	Bart fjell (Ckorr = 0.95)	83 %
Tett vegetasjon (Ckorr = 0.24)	26 %	Tett vegetasjon (Ckorr = 0.24)	8 %
Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.42)	36 %	Åpen vegetasjon (Ckorr = 0.42)	9 %
Åpen naturområde (Ckorr = 0.42)	2 %	Jernbane (Ckorr = 0.6)	0 %
Feltlengde [m]	161	Feltlengde [m]	172
Høydeforskjell [m]	62	Høydeforskjell [m]	80
Min høyde [m]	304	Min høyde [m]	303
Maks. høyde [m]	366	Maks. høyde [m]	383
Andel innsjø i felt	0 %	Andel innsjø i felt	0 %
Konsentrasjonstid [min]	12	Konsentrasjonstid [min]	12
C-verdi (korrigert)	0.58	C-verdi (korrigert)	0.85
Klimafaktor	1.4	Klimafaktor	1.4

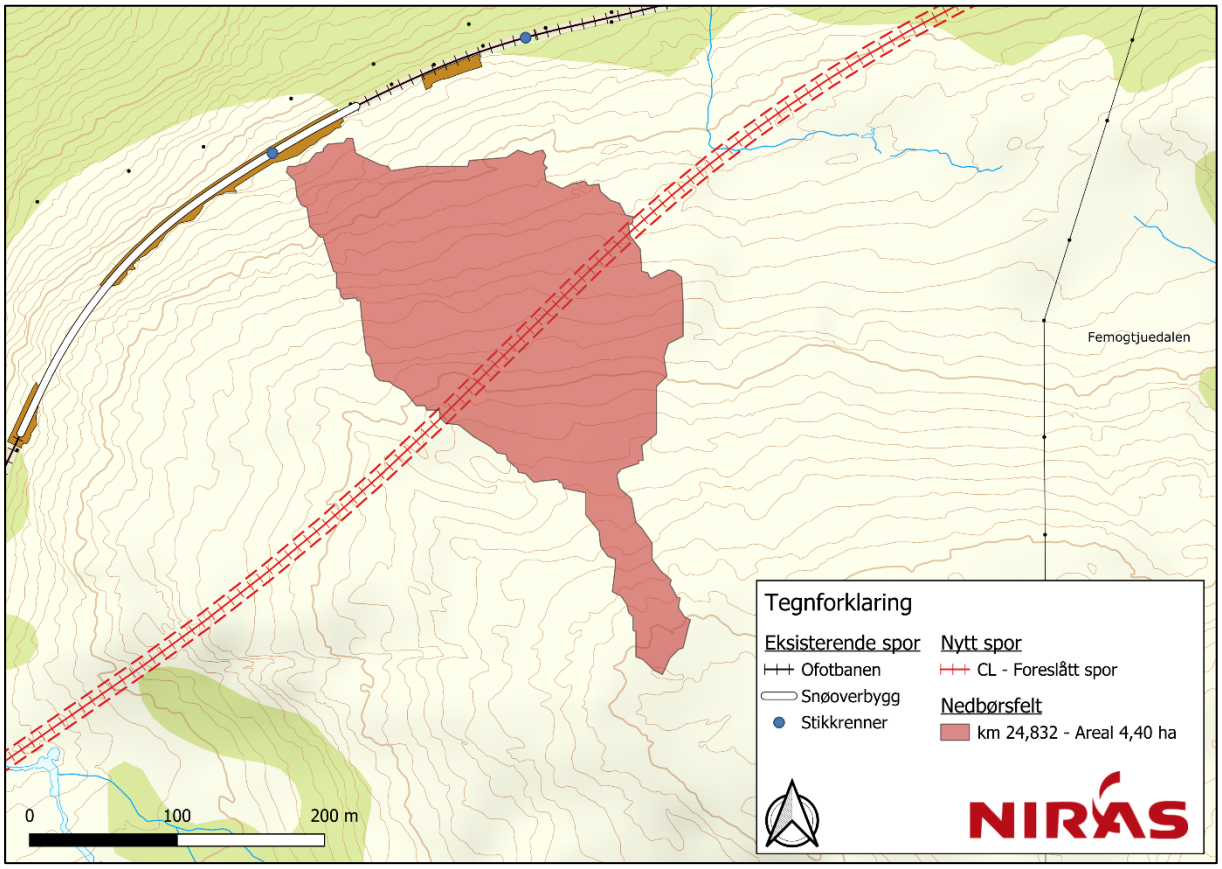
Beregninger km 24,420		**Beregninger km 24,460**	
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	0.15	$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	0.25
Minstedimensjon [mm]		Minstedimensjon [mm]	
Vassdragshåndboken	DN 500	Vassdragshåndboken	DN 600
Basal	DN 600	Basal	DN 600

5.14.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å etablere DN600 mm stikkrenne for lavbrekket ved km 24,420 og km 24,460.

5.15 Stikkrenne km 24,832

Stikkrennen ved km 24,832 er etter Banekart registret til å være en 600 x 500 mm steinkiste. Stikkrennen er etter Banekart plassert hvor det er registrert et snøoverbygg. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 4,40 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.27.



Figur 5.27 Viser oversikt over nedbørsfeltet ved km 24,832 vist i lys rød. Hentet fra Scalgo Live.

5.15.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 0,82 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1000 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.20.

Tabell 5.20 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0,04
Bart fjell (C_{korr} = 0,95)		92 %
Lett vegetasjon (C_{korr} = 0,455)		8 %
Tett vegetasjon (C_{korr} = 0,26)		0 %
Feltlengde [m]		425
Høydeforskjell [m]		137
Min høyde [m]		319
Maks. høyde [m]		456
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		22
C-verdi (korrigert)		0,91
Klimafaktor		1,5
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		0,82
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	1000
Basal	DN	1000

Siden stikkrennens plassering er ved et snøoverbygg har det i denne fasen valgt å ikke gjennomføre en ytterligere kapasitetsvurdering for lokasjonen. Dette grunnet at innløps forholdene er usikre og burde befares før det gjøres ytterligere vurderinger.

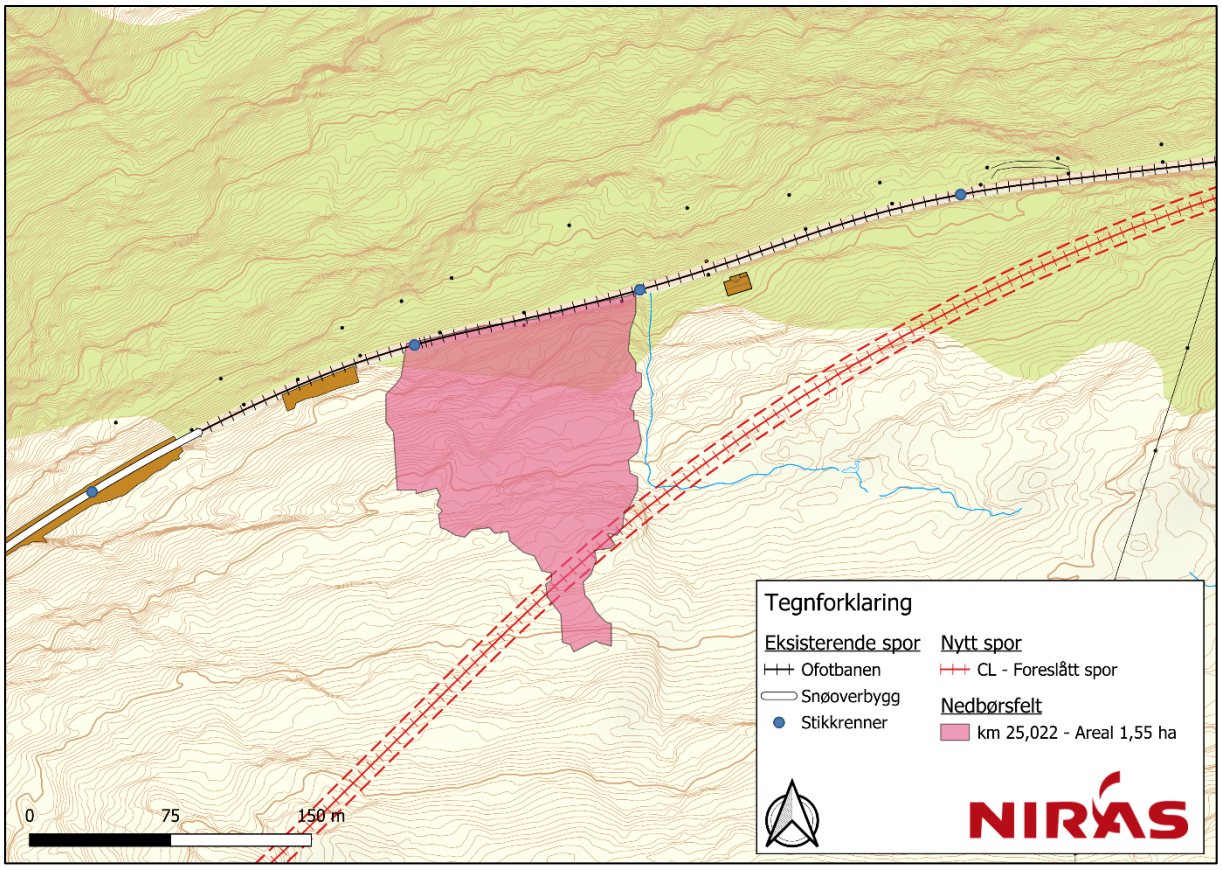
Stikkrennen er plassert i et eksisterende snøoverbygg, se bilder av inn- og utløp på Figur 2.19 - Figur 2.21. Stikkrennen er kartlagt og kapasitetsvurdert av Bane NOR. I henhold til beregninger etter Vassdragshåndboka (se Tabell 2.3), vil ikke stikkrennen har kapasitet til å håndtere en 200-årsflom. Det bør vurderes å bytte ut og oppdimensjonere stikkrennen. Men da den befinner seg i et eksisterende snøoverbygg som ikke er planlagt utbedret i dette prosjektet, kan det bli omfattende å skifte ut stikkrennen. Det bør derfor vurderes om det er problemer med vann/is på lokasjonen i dag, og hvorvidt det skal satses på utskifting.

5.15.2 Foreslått løsning

I denne leveransen har det ikke blitt gjort vurdering for valg av løsning.

5.16 Stikkrenne km 25,022

Stikkrennen ved km 25,022 er etter Banekart registret til å være en 600 x 600 mm steinkiste på 6,5 m. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 1,55 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.28.



Figur 5.28 Viser oversikt over nedbørsfeltet ved km 25,022 vist i rosa. Hentet fra Scalgo Live.

5.16.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 0,25 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.21.

Tabell 5.21 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

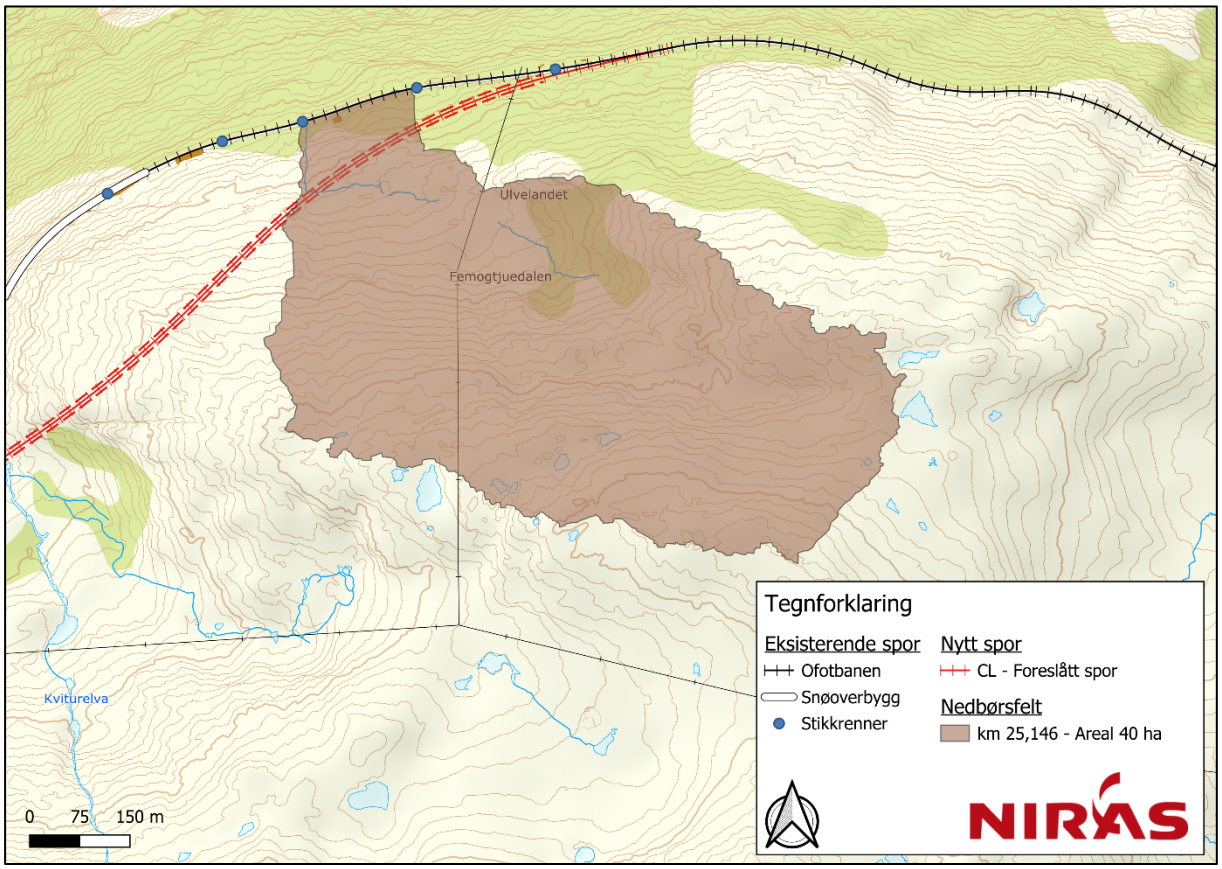
Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0,02
Bart fjell (C_{korr} = 0,95)		39 %
Lett vegetasjon (C_{korr} = 0,455)		35 %
Tett vegetasjon (C_{korr} = 0,26)		25 %
Jernbane (C_{korr} = 0,65)		1 %
Feltlengde [m]		187
Høydeforskjell [m]		66
Min høyde [m]		313
Maks. høyde [m]		379
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		14
C-verdi (korrigert)		0,60
Klimafaktor		1,5
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		0,25
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	600
Basal	DN	600

5.16.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å beholde eksisterende steinkiste forbeholdt at den er i god stand. Videre vurdering av stikkrennen avhenger av eksisterende forhold.

5.17 Stikkrenne km 25,146

Stikkrennen ved km 25,146 er etter Banekart registret til å være en 800 x 1200 mm steinkiste på 8 m. Stikkrennen er ikke befart, men nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 40 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.29. For oversikt over dronebilde som viser inn- og utløp sett ovenfra, se Figur 2.21.



Figur 5.29 Viser oversikt over nedbørsfeltet ved km 25,146 vist i brunt. Hentet fra Scalgo Live.

5.17.1 Flomberegninger

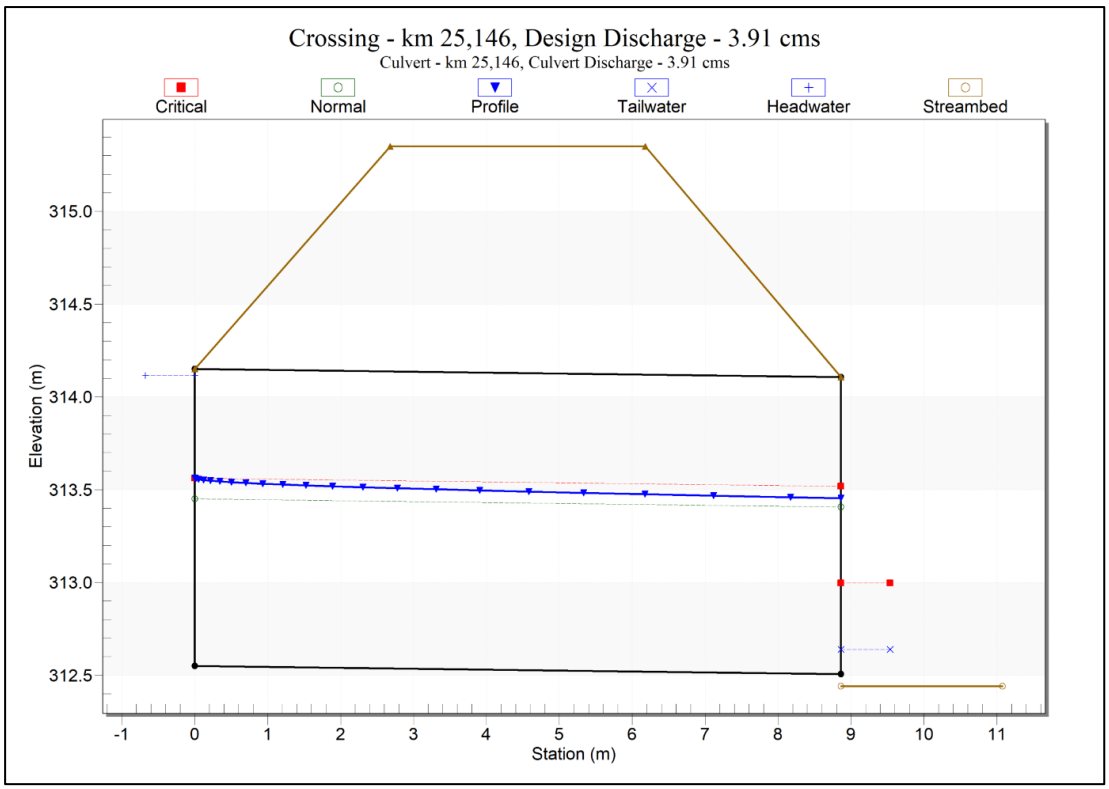
Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 3,91 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN1600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.22.

Tabell 5.22 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0,40
Bart fjell (C_{korr} = 0,95)		73 %
Lett vegetasjon (C_{korr} = 0,455)		24 %
Tett vegetasjon (C_{korr} = 0,26)		3 %
Jernbane (C_{korr} = 0,65)		0 %
Feltlengde [m]		1000
Høydeforskjell [m]		169
Min høyde [m]		315
Maks. høyde [m]		484
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		56
C-verdi (korrigert)		0,81
Klimafaktor		1,5
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		3,91
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	>1600
Basal	DN	1600

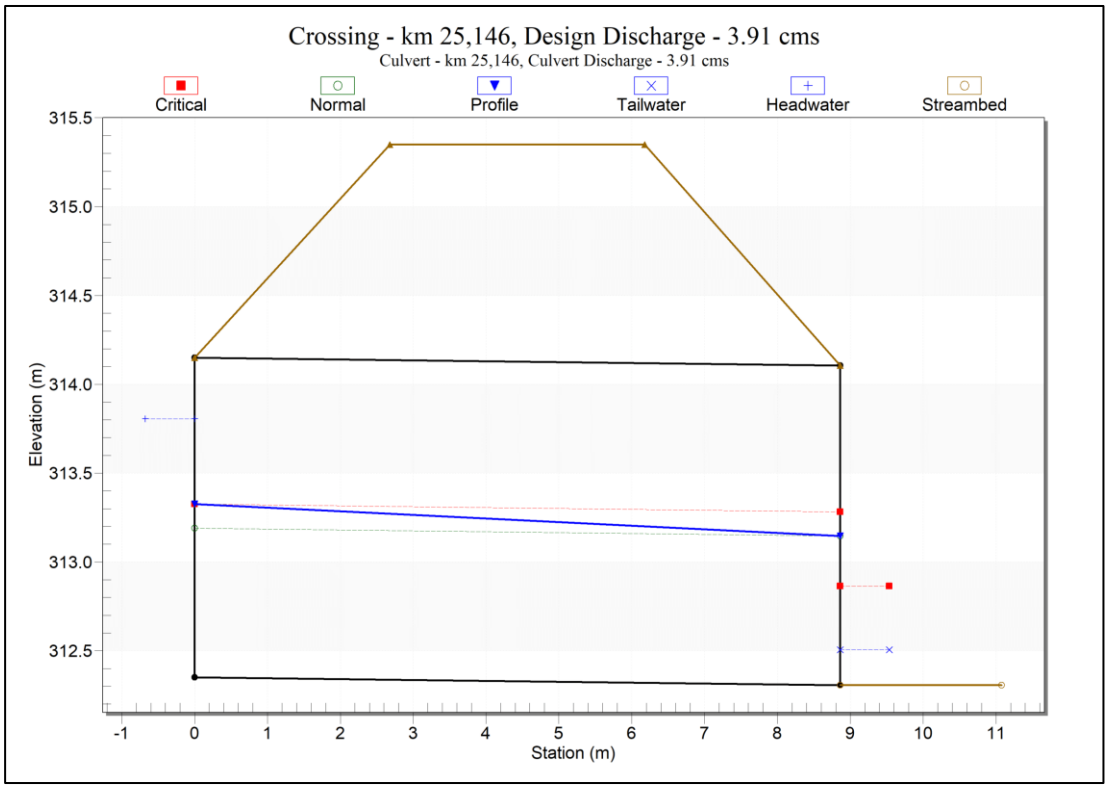
Fra tilgjengelig terrengmodell gir lokasjonen lavere høyde fra lavpunktet ved innløp og opp til SOK enn minste beregnede nødvendig dimensjon. Fra TRV stilles det krav til minimum 1200 mm overdekning fra topp stikkrenne til SOK for betongledning. Om det skal legges DN1600 mm for plast må høyden på overdekning interpoleres etter krav fra TRV:08668, noe som her gir nødvendig høyde fra topp rør til SOK på 1475 mm. Det er heller ikke ønskelig å etablere en kum for lokasjonen da denne vil kreve ytterligere vedlikehold enn kun en stikkrenne. Det vil derfor være nødvendig med terrengtilpasninger ved innløpet for å sikre at stikkrennen kan legges på dyp nok kote for å etterleve krav fra TRV.

Det har blitt laget en modell i HY-8 for lokasjonen. Her har stikkrennen blitt senket til slik at den ligger med et minimum overdekning på 1200 mm fra topp rør til SOK og med et fall på 5 ‰. Fra HY-8 analysen gir analysen ved gode innløpsforhold tilstrekkelig kapasitet til å håndtere vannføringen uten at det overtopper for en DN1600 mm stikkrenne, se Figur 5.30.



Figur 5.30 Viser oversikt over HY-8-analyse for DN1600 mm stikkrenne for km 25,146.

Til tross for at stikkrennene har etter HY-8 tilstrekkelig kapasitet gir tilgjengelig frihøyde opp til topprør lav robusthet mot gjentetting. Det har derfor også blitt sett på DN1800 mm stikkrenne. Fra HY-8 gir dette 34 cm klaring til topp rør ved innløpet, se Figur 5.31.



Figur 5.31 Viser oversikt over HY-8-analyse for DN1800 mm stikkrenne for km 25,146.

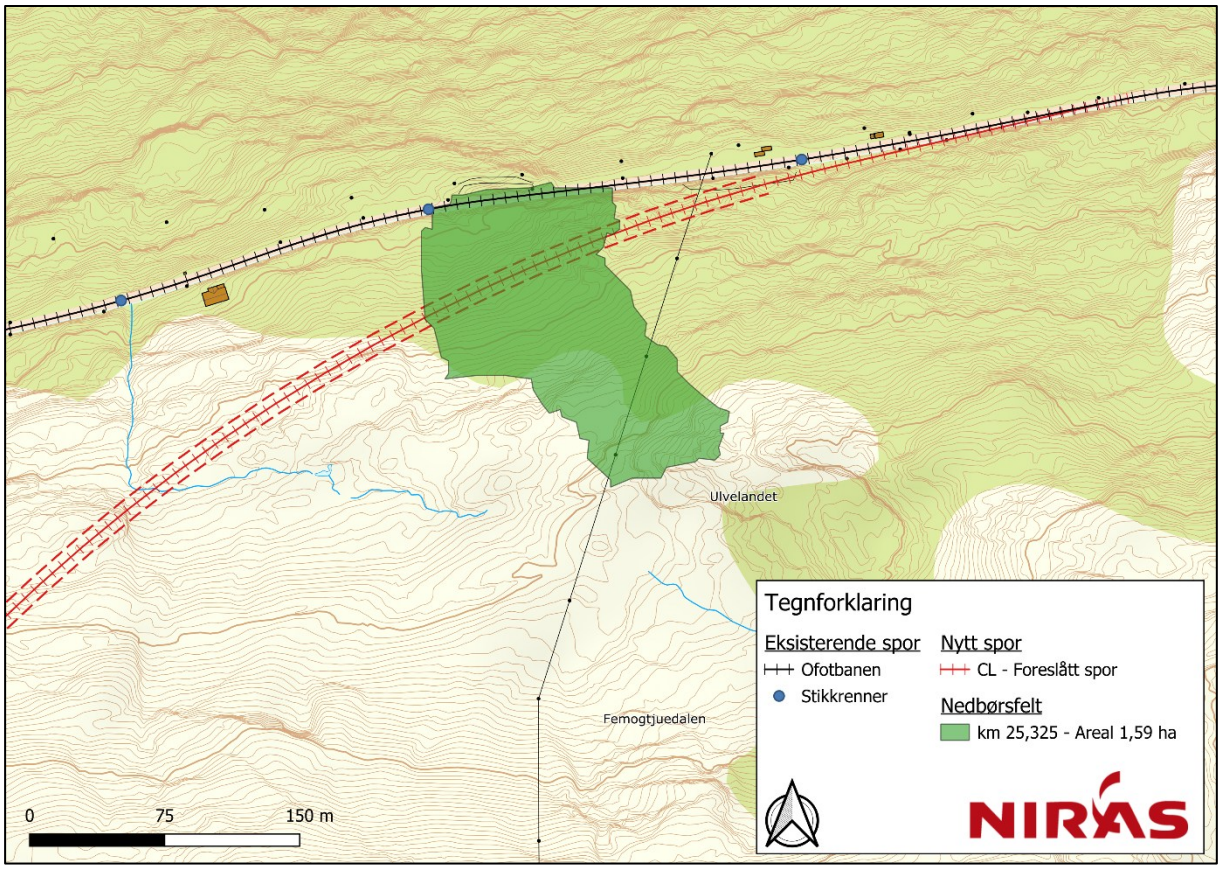
Det har blitt gjennomført en hydraulisk analyse med en konservativ, klimakompensert 200-årshendelse for stikkrennen. Detaljer og resultater fra modelleringen beskrives nærmere i kapittel 7.

5.17.2 Foreslått løsning

For lokasjonen vil det være behov iht. tilgjengelig terrengmodell å tilpasse terrenget ved innløpet til stikkrennen for å etterleve krav til nødvendig overdekning fra TRV. Innledende vurdering tilsier at en DN1800 mm stikkrenne gir tilstrekkelig kapasitet og gir robusthet med tanke på eventuell gjentetting. Det har også blitt sett på mulighet til å anlegge to mindre stikkrenner for lokasjonen. Disse vurderes tilstrekkelig størrelse å være 2 x DN1200 mm stikkrenner. Lokasjonen vil kreve ytterligere vurderinger for å fastsette hva som er mest gunstig løsning for å unngå å gjøre unødvendig tilpassing av terrenget.

5.18 Stikkrenne km 25,325

Stikkrennen ved km 25,325 er etter Banekart registret til å være en 600 x 600 mm steinkiste på 9 m. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 1,59 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.32.



Figur 5.32 Viser oversikt over nedbørsfeltet ved km 25,325 vist i grønt. Hentet fra Scalgo Live.

5.18.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 0,16 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN500/DN600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.23.

Tabell 5.23 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

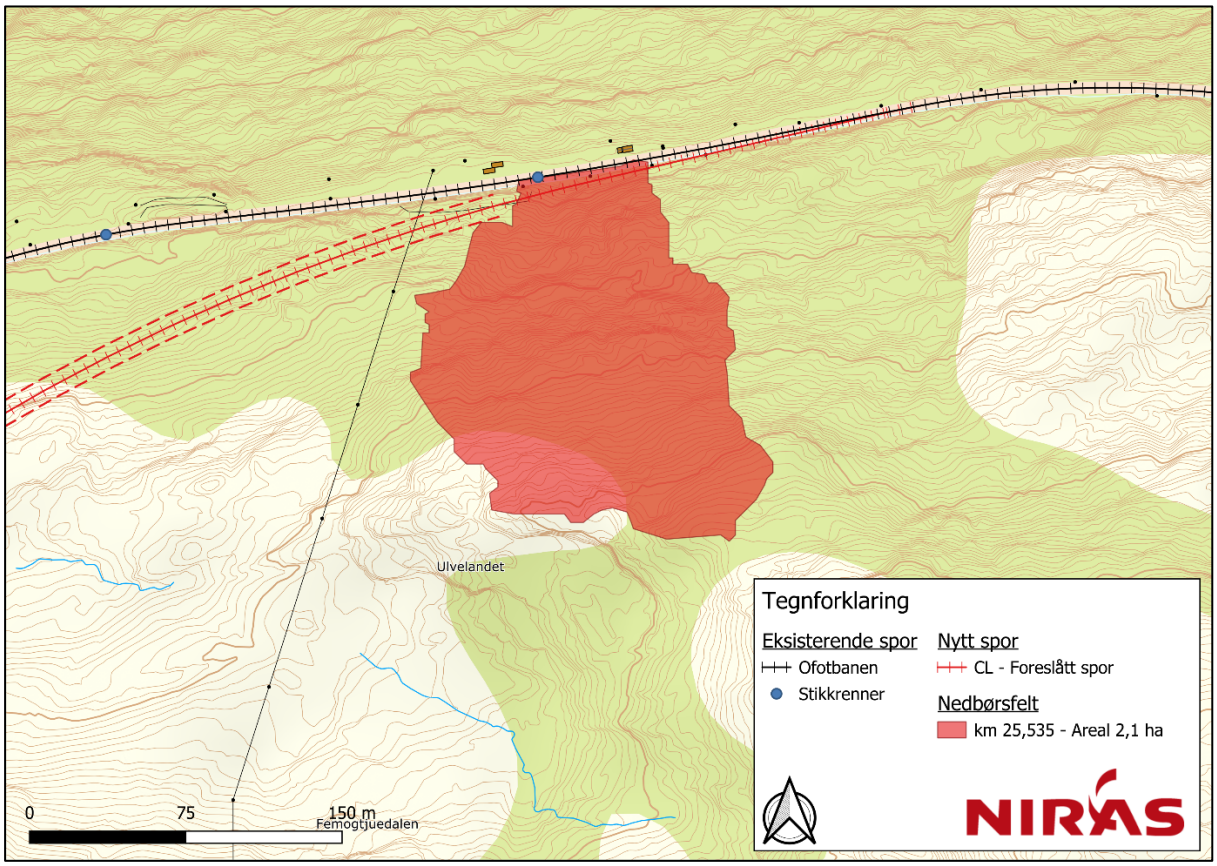
Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]		0,02
Tett vegetasjon (C_{korr} = 0,26)		63 %
Lett vegetasjon (C_{korr} = 0,455)		25 %
Bart fjell (C_{korr} = 0,95)		11 %
Jernbane (C_{korr} = 0,65)		2 %
Feltlengde [m]		202
Høydeforskjell [m]		76
Min høyde [m]		317
Maks. høyde [m]		393
Andel innsjø i felt		0 %
Konsentrasjonstid [min]		14
C-verdi (korrigert)		0,39
Klimafaktor		1,5
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]		0,16
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	500
Basal	DN	600

5.18.2 Foreslått løsning

For lokasjonen foreslås det å beholde eksisterende steinkiste forbeholdt at den er i god stand. Videre vurdering av stikkrennen avhenger av eksisterende forhold.

5.19 Stikkrenne km 25,535

Stikkrennen ved km 25,535 er etter Banekart registret til å være en 600 x 600 mm steinkiste på 12 m. Stikkrennen ligger direkte nordøst for hvor tunnelutløpet er tenkt for det nye kryssingssporet. Dette vil føre til en blokkering av eksisterende avrenning til stikkrennen. Nedbørsfeltet til stikkrennen er hentet fra Scalgo Live og er avgrenset til et areal på 2,1 ha. For oversikt over nedbørsfeltet og stikkrennens plassering, se Figur 5.33.



Figur 5.33 Viser oversikt over nedbørsfeltet ved km 25,535 vist i rødt. Hentet fra Scalgo Live.

5.19.1 Flomberegninger

Det har blitt gjort flomberegninger for den aktuelle stikkrennen. Gitt feltets størrelse er det valgt å benytte den rasjonelle metode for å finne dimensjonerende vannføring, her gitt til 0,20 m^3/s. Dette vil tilsvare en minstedimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal på DN500/DN600 mm. For oversikt over feltparametre, beregnet dimensjonerende vannføring og forslått dimensjon etter Vassdragshåndboken og Basal, se Tabell 5.24.

Tabell 5.24 Viser oversikt over feltparametre, dimensjonerende vannføring og forslått ledningsdimensjon til feltet.

Feltparametre		
Nedbørsfelt [km^2]	0,02	
Tett vegetasjon (C_{korr} = 0,26)	82 %	
Lett vegetasjon (C_{korr} = 0,455)	11 %	
Bart fjell (C_{korr} = 0,95)	6 %	
Jernbane (C_{korr} = 0,65)	0 %	
Feltlengde [m]	192	
Høydeforskjell [m]	95	
Min høyde [m]	318	
Maks. høyde [m]	413	
Andel innsjø i felt	0 %	
Konsentrasjonstid [min]	12	
C-verdi (korrigert)	0,33	
Klimafaktor	1,5	
Beregninger		
$Q_{200+klima}$ [m^3/s]	0,20	
Minstedimensjon [mm]		
Vassdragshåndboken	DN	500
Basal	DN	600

5.19.2 Foreslått løsning

Ved etablering av det foreslåtte nye kryssingssporet vil innløpet til eksisterende stikkrenne bli blokkert av det nye sporet. Det foreslås derfor å etablere en ny stikkrenne med dimensjon DN600 mm som krysser nytt og gammelt spor. Basert på tilgjengelig høydemodell er overdekningen imidlertid ikke tilstrekkelig til å etablere en ny stikkrenne uten terrengtilpasninger ved innløpet.

Den nåværende modellen viser en omtrentlig høydeforskjell på 1,13 m mellom grøften for det nye kryssingssporet og opp til SOK. Dette innebærer at innløpet må senkes minst 0,607 m for å kunne etablere en betongledning, og minst 0,707 m for en plastledning. Dette for å ivareta krav til overdekning i TRV.

Lokasjonen vil kreve ytterligere vurderinger etter hvert som endelig sporutforming fastsettes.

5.20 Samlet vurdering

Fra delkapitlene over har det blitt gjennomført flomberegning på 17 felt som ligger innenfor området det ses på til nytt kryssingsspor og anleggsveg. For stikkrennene km 25,022 og km 25,325 vurderes eksisterende dimensjon å være tilstrekkelig og de trengs ikke skiftes ut gitt at de er i god stand. Stikkrennene km 23,975 og km 25,535 er beregnet til å ha tilstrekkelig kapasitet, men de vil bli påvirket av det nye kryssingssporet. Stikkrennene foreslås skiftet ut med ny stikkrenne som vil bli lagt under nytt og eksisterende spor. For oversikt over eksisterende stikkrenner og beregnet nødvendig dimensjon, se Tabell 5.25.

Tabell 5.25 Viser oversikt over eksisterende og beregnet nødvendig dimensjon under jernbanen.

Km	Eksisterende dimensjon [mm]	Beregnet nødvendig dimensjon [mm]	Etablere ny stikkrenne?
22,422	-	600	Avhenger av eksisterende dimensjon, må kartlegges
22,952	600 x 600	1200	Ja
22,989	600 x 900	1400	Ja
23,063	600 x 600	1600	Ja
23,129	600 x 600	1000	Ja
23,238	600 x 600	800	Ja
23,343	600 x 600	1200	Ja
23,366	600 x 600	1000	Ja
23,576	600 x 600	-	Ikke vurdert
23,747	600 x 800	1200	Ja
23,975	600 x 900	800	Ja
24,132	800 x 1200	1800	Ja
24,353 (Kviturelva)	1500 x 1750	-	Krever trolig en konstruksjon
24,832	600 x 500	1000	Hvis mulig
25,022	600 x 600	600	Nei
25,146	800 x 1200	1800	Ja
25,325	600 x 600	600	Nei
25,535	600 x 600	600	Ja

For oversikt over samlet vurdering for foreslått dimensjon på nye stikkrenner under anleggsvegen, se Tabell 5.26.

Tabell 5.26 Viser oversikt over alle stikkrenner som er foreslått å gå under anleggsvegen. Stikkrennene er dimensjonert for en klimakompensert 50-årshendelse med unntak av km 22,952, km 22,989 og km 23,063 som dimensjoneres tilsvarende jernbanen.

Km	Foreslått dimensjon [mm]	Materiale
22,952	1200	DVO
22,989	1400	DVO
23,063	1600	DVO
23,129	1000	DVO
23,238	600	DVO
23,343	1000	DVO
23,366	800	DVO
23,576	400	BTG (ig-falsrør)
23,747	1000	DVO
23,975	600	DVO

6 STIKKRENNER OG PROSJEKTGJENNOMFØRING

Dersom 32,5 tonns aksellast gjennomføres før Horisontalen, bør følgende stikkrenner vurderes overført til 32,5 tonns aksellast:

- Stikkrenne km 22,952
- Stikkrenne km 22,989
- Stikkrenne km 23,063
- Stikkrenne km 23,129
- Stikkrenne km 23,343
- Stikkrenne km 23,366
- Stikkrenne km 23,576
- Stikkrenne km 23,747
- Stikkrenne km 24,353 (Kviturelva)
- Stikkrenne km 24,832
- Stikkrenne km 25,146

Vurderingen omfatter kun stikkrenner som går under eksisterende jernbane. Øvrige stikkrenner i Horisontalen forutsettes håndtert innenfor Horisontalen. Endelig omfang avklares i forbindelse med videre prosjektering og koordinering mellom prosjektene.

7 FLOMSONE

7.1 Klassifisering og sikkerhetspåslag

Det er gjennomført en vurdering av flomfare for stikkrennene ved km 22,952, km 22,989 og km 23,063, samt km 25,146, som alle er markert med aktsomhetsområde for flom hos NVE. Til vurdering av flomfarene har det blitt benyttet HEC-RAS 6.6 til å utføre to hydrauliske analyser hvor planlagt tiltak har blitt vurdert opp mot klimakompenserte 200-årshendelser. For å ta høyde for usikkerhet i beregningene anbefaler NVE at vannføringen justeres med et sikkerhetspåslag, slik at flomsikker sone og flomnivå kan fastsettes. Påslagets størrelse skal fastlegges på bakgrunn av klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen, etter kriteriene angitt i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022), Tabell 7.1 og Tabell 7.2 [20].

Datagrunnlaget for dimensjonerende nedbør vurderes som begrenset etter NVEs veileder 3/2022. Dette skyldes at IVF-kurven i hovedsak bygger på timesoppløste målinger fra Straumsnes, mens korttidsintensiteter for 3–60 minutter fremkommer ved ekstrapolasjon og tilpasning mot andre stasjoner med korttidsdata. For korte varigheter og lang returperiode medfører dette betydelig usikkerhet. Flomberegningene vurderes derfor å ha begrenset hydrologisk datagrunnlag og klassifiseres i **klasse 4**.

Tabell 7.1 Klassifisering av flomberegningen (NVE veileder 03/2022).

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

For klassifisering av de hydrauliske modellene gir veilederen klassifiseringskriterier mot kalibrering av modellen mot målte/observerte vannstander samt vurdering igjennom en følsomhetsanalyse. For vassdragene foreligger det ikke tilgjengelig kalibreringsdata og det er heller ikke gjennomført en følsomhetsanalyse. Det gjør at modellen vurderes til **klasse E**.

Tabell 7.2 Klassifisering av hydraulisk modell (NVE veileder 03/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 og 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Samlet sett danner vurderingene over grunnlag for fastsettelse av sikkerhetspåslaget på dimensjonerende vannføring i analysene. Sikkerhetspåslaget er satt til 60 %. Vurderingen av nødvendig sikkerhetspåslag er oppsummert i Tabell 7.3.

Tabell 7.3 Grunnlag for å beregne et sikkerhetspåslag som inkluderes som et prosentvis påslag på vannføringen. Hentet fra NVEs Sikkerhet mot flom [20].

Klassifisering av hydraulisk modell, hentet fra Tabell 7.2.	Prosentvis påslag på vannføring			
Klasse E	40 %	45 %	55 %	60 %
Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4 og 5

Klassifisering av flomberegning, hentet fra Tabell 7.1.

7.2 Flomsonekart

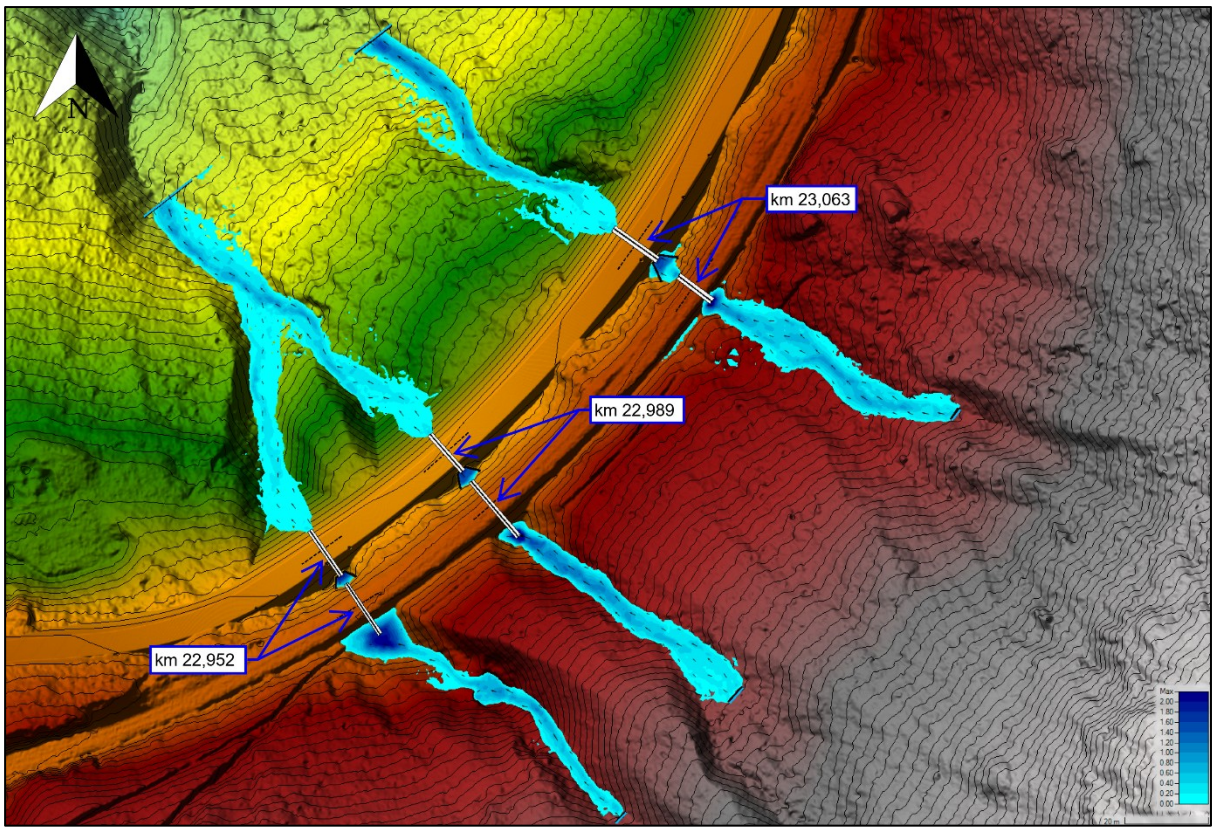
Stikkrenne km 22,952, 22,989 og 22,063:

Til kartleggingen er det gjennomført analyser ved bruk av HEC-RAS. Stikkrennene ved km 22,952, 22,989 og 23,063 er lagt inn i samme analyse. Her er også foreslått veg er lagt inn i terrengmodellen, og vingemurer er representert som terrengtilpasninger for å gi en best mulig framstilling av hvordan tiltaket er planlagt utformet. Vannføringen inn i modellen er satt til beregnet klimakompensert 200-årshendelse med 60 % sikkerhetspåslag. For oversikt over parameterne som er benyttet i analysen, se Tabell 7.4.

Tabell 7.4 Viser modelloppsettet som er benyttet i HEC-RAS-modellen for stikkrennene ved km 22,952, 22,989 og 23,063.

2D-Modelloppsett – HEC-RAS 6.6	
Elementer	Oppsett
Nedre grensebetingelse	Normal dybde med helning for stikkrenne km 22,952 og km 22,989 på 0,3 m/m og for km 23,063 på 0,17 m/m ut av systemet.
Oppstrøms grensebetingelse med vannføring	Helning på bekkebunnen og konstant innstrømning: - km 22,952 med helning på 0,44 og innstrømning 2,059 m^3/s - km 22,989 med helning på 0,28 og innstrømning 3,485 m^3/s. - km 23,063 med helning på 0,13 og innstrømning 4,219 m^3/s.
Stikkrenne	Stikkrennen under spor og veg er modellert: - km 22,952 som DN1200 mm - km 22,989 som DN1400 mm - km 23,063 som DN1600 mm
Ruhet	Hele 2D-området er satt opp med en homogen Mannings n-verdi på 0,04. For stikkrennen er det benyttet en innvendig n-verdi på 0,012.
Beregningsnett	Bekkeløpene er modellert med 0,5 x 0,5 m cellestørrelser.
Tidssteg	Modellen ble kjørt på 0,1 sekund tidssteg, som ga courant tall på under 1.
Terreng	NDH Narvik 5pkt 2017

Resultatene fra simuleringen viser at det foreslåtte tiltaket gir en robust løsning som sikrer jernbanen ved en klimajustert 200-årshendelse. Med et sikkerhetspåslag på 60 % viser simuleringene at stikkrennene overtoppes, men at vannet ikke renner over eksisterende jernbane eller den foreslåtte nye vegen. For en visuell framstilling av simuleringsresultatene og beregnet vannstand etter foreslått tiltak, se Figur 7.1.



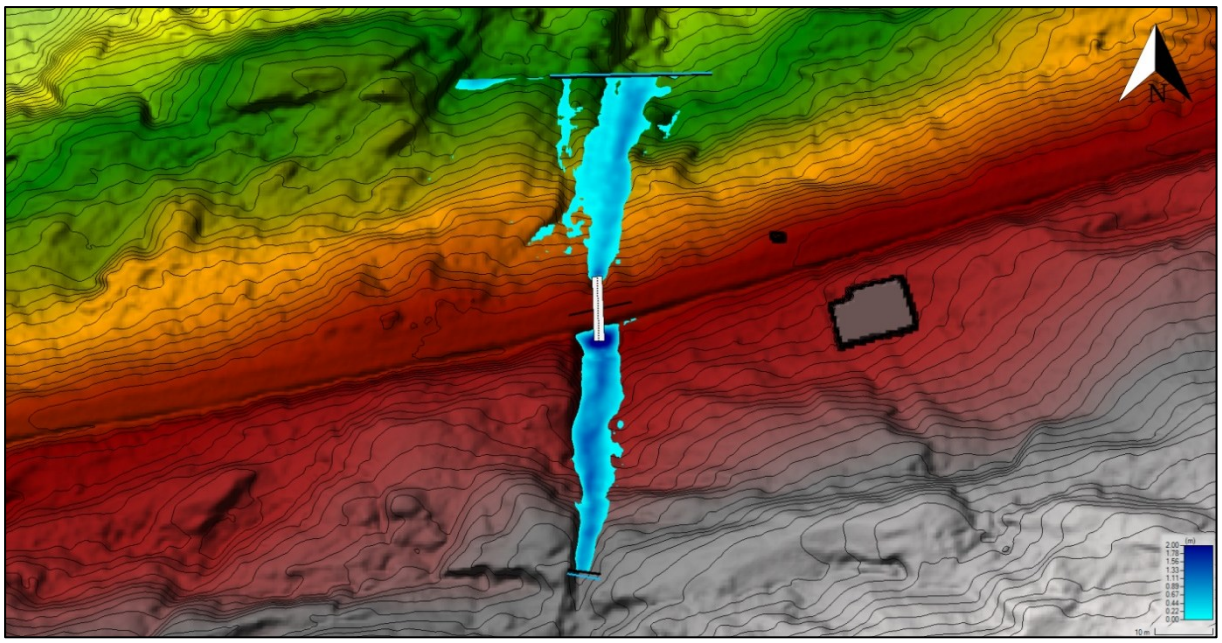
Figur 7.1 Vanndybder ved en klimakompensert 200-årsflom med 60 % sikkerhetsfaktor. Høydekurvetetthet er satt til 1 m.

Stikkrenne km 25,146:
Det har blitt gjennomført hydrauliske analyser for stikkrennen ved km 25,146. Eksisterende jernbane er ikke planlagt utskiftet i dette området. Terrengmodellen har kun blitt endret ved å tilpasse innløpet til den oppjusterte dimensjonen på stikkrennen.

Tabell 7.5 Viser modelloppsettet som er benyttet i HEC-RAS-modellen for stikkrennen ved km 25,146.

2D-Modelloppsett – HEC-RAS 6.6	
Elementer	Oppsett
Nedre grensebetingelse	Normal dybde: 0,3 m
Oppstrøms grensebetingelse med vannføring	Helning på bekkebunnen og konstant innstrømning: Helning på 0,55 og innstrømning 3,91m^3/s
Stikkrenne	Km 25,146 som DN1800
Ruhet	Hele 2D-området er satt opp med en homogen Mannings n-verdi på 0,04. For stikkrennen er det benyttet en innvendig n-verdi på 0,012.
Beregningsnett	Bekkeløpene er modellert med 0,5 x 0,5 m cellestørrelser.
Tidssteg	Modellen ble kjørt på 0,1 sekund tidssteg, som ga courant tall på under 1.
Terreng	NDH Narvik 5pkt 2017

Resultatet fra simuleringen viser at den foreslåtte dimensjonen på stikkrennen er tilstrekkelig for å ta unna vann ved en 200-årshendelse. Med et sikkerhetspåslag på 60 % viser simuleringene at stikkrennen overtoppes, men at vannet ikke renner over eksisterende fylling og spor. For en visuell fremstilling av simuleringsresultatene og beregnet vannstand etter foreslått tiltak, se Figur 7.2.



Figur 7.2 Vanndybder for stikkrennen ved km 25,146 ved en klimakompensert 200-årsflom med 60 % sikkerhetsfaktor. Høydekurvetetthet er satt til 1 m.

8 DRENERING

8.1 Drenering av spor

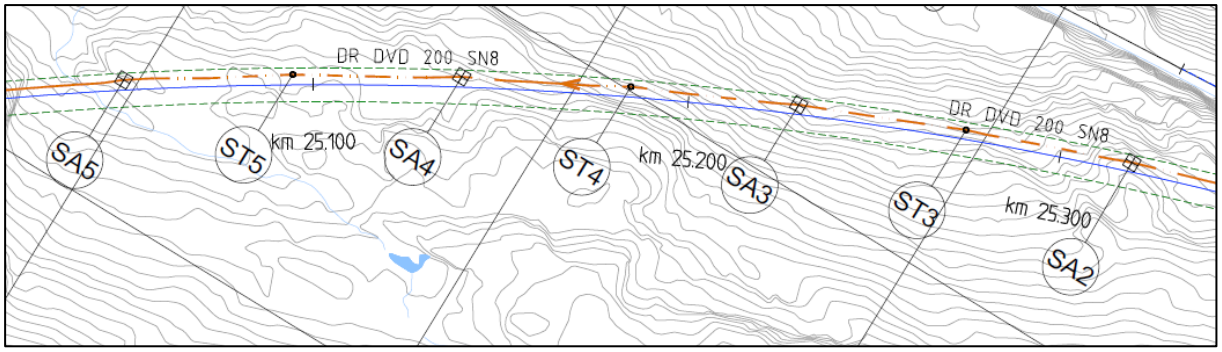
For drenering i dagsone er det foreslått at denne, på lik linje som for eksisterende spor, er basert på infiltrasjon og avrenning mot stikkrenner. Nytt kryssingsspor på Horisontalen foreslås som en tunnelløsning.

8.1.1 Drenering tunnel

Det nye hovedsporet er prosjektert til å ligge i en tunnel på ca. 1150 meter. I følge TRV: 08413 skal det i tunnel etableres lukket drensgrøft. Det prosjekteres derfor en sidestilt grøft på nordsiden av underbygningen som har samme fall som prosjektert spor mot vest. Traubunnen har fall mot grøft for å drenere underbygningen.

Prosjektert dreneringsløsning består av en langsgående drensledning (Ø200) med tilhørende sandfangskummer og stake-/spylekummer. Drensledningen må være toppslisset og skal ta unna overvann fra innlekkasje inn i tunnelen. Dreneringen legges utenfor kabelfritt profil med minimum 0,9 m under SOK og 2,5 m i horisontal avstand fra sporets senterlinje. Drensledning følger sporets fall, som ligger på ca. 14,8 ‰ langs tunnelstrekningen.

Det legges til rette for vedlikehold og spyling av drensledningen, og det etableres derfor sandfangskummer og stake-/spylekummer langs ledningstraseen. Etter TRV:02112 etableres det sandfangskummer med 1000 mm diameter, med dykkert og tett lokk. For ikke å komme i konflikt med kabelfritt profil og øvrige fag, består den øverste delen av sandfangskummene av et smalere stigerør. Sandfangskummene og stake-/spylekummene er planlagt annenhver langs traseen, med ca. 45 m mellom hver kum, og det vil dermed være ca. 90 m mellom hver sandfangskum, se plantegning på Figur 8.1.



Figur 8.1 Viser oversiktsplan av deler av den prosjekterte dreneringen i tunnel. Drensledning går via stake-/spylekummer (ST) og sandfangskummer (SA). Fallretning på drensledningen er fra høyre mot venstre.

Dreneringsløsningen er ikke dimensjonert for at tunnelen skal vaskes.

Grunnet prosjektets lokasjon og kompleksitet må valgt dreneringsløsning koordineres med prosjektering av underbygning og ingeniørgeologi. Frost og dybde på underbygningen vil påvirke detaljer rundt drenering av tunnelen. Iht. TRV:02116 skal vannlekkasjer i tunnel ledes frostfritt til drenssystem, og frostsikkert ut av tunnelen. Valgt dreneringsløsning skal sikres mot frost, eksempelvis ved etablering av varmekabler. Frostsikring av dreneringsløsning bestemmes til senere leveranse. Om det er ønskelig å unngå tekniske krav, må det sendes dispensasjonssøknad.

8.2 Drenering av veg

Prosjektert anleggsveg vil bli benyttet som driftsveg når anlegget står ferdig. Vegen er foreslått bygget på overskuddsmasser fra foreslått tunnel. Det er antatt at vegen vil kunne drenere igjennom fyllingen og ut i terreng mot vest.

8.3 Drenering av konstruksjoner

Det er prosjektert en 150 meter lang plattform med utsiktspunkt for turisttog ved det planlagte buttsporet. Plattformen skal bygges opp på overskuddsmasser og sprengstein. På sørsiden av plattformen, mot sporet, skal det settes ned plattformelementer. Det har blitt vurdert at det ikke er nødvendig å prosjektere drensledninger i underkant av elementene for å sikre drenering, grunnet brattheten til eksisterende terreng. Terrenget har bratt helning nordover bort fra spor, og vann i grunnen rundt plattformelementene forventes å renne gjennom fylling og ut av planområdet.

Under viltovergangen skal det etableres en konstruksjon over spor. Viltovergangen skal i stor grad bestå av overskuddsmasser og sprengstein, slik som fyllingen til plattformen. Det har blitt vurdert at det heller ikke her er nødvendig å etablere lukket drenering i bunn av den prosjekterte konstruksjonen. Grunnet den bratte helningen til terrenget, og at de tilførte overskuddsmassene er drenerende, vil vann i grunnen ledes mot nord og bort fra konstruksjon og spor.

OVERVANNSHÅNDTERING

8.4 Overvannshåndtering for spor

Det må sikres at overflatevann ikke renner inn i tunnelen fra øst. Ved eventuell full utstøping må mer omfattende alternativer for vann- og frostsikring vurderes. Overvann i dagsone vil bli ledet til nærmeste stikkrenne og videre ned i feltet.

Ved prosjektert buttspor er det også planlagt å etablere en plattform på ca. 150 meter. Denne har fall mot sør-vest og avrenning til lavpunkt ved utløpet til stikkrenne ved km 24,132. Herfra ledes vannet videre i stikkrenne under veg og ut i terreng.

Under den planlagte viltovergangen vil det etableres en åpen linjegrøft langs spor. På sørsiden av sporet, inn mot planlagt bergskjæring, blir det en ca. 87 meter lang åpen grøft. Grøften følger sporets fall vestover og leder vann bort fra viltovergangen mot stikkrenne ved km 23,747.

8.5 Overvannshåndtering for veg

Overvann med avrenning mot anleggs-/driftsveg vil bli ledet til nærmeste stikkrenne og videre ned i feltet. Avrenning i grøfter og løsning for overvannshåndtering for fagområdet veg vil bli satt når vegmodell er ferdigprosjektert.

Anleggsvegen er foreslått etablert på fylling av sprengningsmasser fra prosjektet. På én lokasjon langs strekningen medfører anleggsvegen et skråningsutslag der fyllingen går ned mot elveløpet til Inner-Sildvikelva. Elveløpet ligger rett nedstrøms en dam tilhørende Sildvik kraftanlegg. Ifølge NVE har anlegget en maksimal slukeevne på 11,5 m^3/s, og NVEs aktsomhetskart angir en maksimal vannstandsstigning på 5 – 6 m for området. Det har opprettet kontakt med Nordkraft, og det har blitt opplyst om at det pågår arbeid med flomberegninger og dambruddsbølgeberegninger for Sildvikvassdraget. Beregningene forventes ferdigstilt i 2026. Vegen er prosjektert til at fyllingen unngår elveleiet. For oversikt over eksisterende forhold for Inner-Sildvikelva, se Figur 2.7.

I tilknytning til den nye tunnelen for hovedsporet, er det prosjektert en rømningstunnel som leder ut til et sikkert område. Rømningsvegen har fall mot nord, ut av tunnelen. Eventuelt vann som lekker inn i rømningstunnelen vil derfor ledes ut til det sikre området utenfor. Den prosjekterte flaten som utgjør det sikre området, er ca. 35 x 22 m og har fall mot vest. Vannet fra flaten ledes til en prosjektert stikkrenne i lavpunkt ved ca. km 24,420 for eksisterende spor. For oversikt over flomberegninger og plasseringen til foreslått stikkrenne ved km 24,420, se kapittel. 5.14.

9 BRANNVANN

Det er ikke beskrevet krav til brannvann i tunnel i TRV, og det prosjekteres derfor ikke brannvann i tunnelen ved Horisontalen etter enighet med Bane NOR. «Veileder for saksbehandling og ivaretakelse av brann- og elsikkerhet i jernbane- og banetunneler» [20] ble publisert av SJT og DSB i 2017. I henhold til denne veilederen må krav til vannforsyning vurderes i infrastrukturforvalters beredskapsanalyse og beskrives i beredskapsplan.

Sikkerhetstiltak i jernbanetunneler er beskrevet i TSI SRT (Technical Specifications for Interoperability, Safety in Railway Tunnels [21]), som er tekniske standarder fra EU. Disse gjelder også i EØS. Eksempelvis er det i TSI SRT et minimumskrav til 800 l vann/minutt i to timer til evakuerings- og redningspunkter. Slike punkter er bestemte stoppunkter for toget som blant annet kan benyttes til evakuering av personell og passasjerer. For området rundt Horisontalen settes trolig disse punktene til nabostasjonene, Katterat og Rombak. De ulike kravene til vannforsyning i TSI er kommentert i tabell 5.2.5 i Prosjekteringsveilederen til Bane NOR [22]. Her står det at metoder for vannforsyning skal utarbeides i samhandling med brannvesenet.

10 REFERANSER

[1] «Ofotbanen i modell,» 08 05 2025. [Internett]. Available: https://ofotbanemodel.com/ofotbanen/.

[2] «Kapasitetsanalyse Ofotbanen, Evaluering av trafikkapaitet Narvik - Vassijaure,» Jernabnedirektoratet, 2020.

[3] NIRAS Norge AS, MIP-00-A-05388 Økt kapasitet Ofotbanen, Bane NOR, 2023.

[4] NIRAS Norge AS, «UOB-06-A-00052 Horistontalen kryssingsspor Silingsrapport,» 2025.

[5] NIRAS Norge AS, UOB-06-A-00067 Geoteknisk datarapport, 2026.

[6] NIRAS Norge AS, UOB-06-A-00066 Geoteknisk vurderingsrapport, 2026.

[7] NIRAS Norge AS, UOB-06-A-00068 Fagrapport ingeniørgeologi, 2026.

[8] «Bane NOR - Banekart,» [Internett]. Available: https://banekart.banenor.no/kart/.

[9] NVE, «NVE Temakart Aktsomhetskart for flom,» [Internett]. Available: https://temakart.nve.no/tema/flomaktsomhet.

[10] NVE, «NVE Temakart - Flomsone,» [Internett]. Available: https://temakart.nve.no/tema/flomsone.

[11] NVE, «Veileder for flomberegninger (nr. 1-2025),» NVE, 2025.

[12] BaneNOR, «Teknisk regelverk,» BaneNOR, [Internett]. Available: https://trv.banenor.no/wiki/Forside. [Funnet 2019].

[13] «Norsk Klimaservicesenter,» [Internett]. Available: https://klimaservicesenter.no/.

[14] NVE, «Regelverk og praksis i flomberegninger (nr. 33-2022),» 2022.

[15] S. Vegvesen, «N200 Vegbygging, vol. N200:2022,» Statens Vegvesen, 2022.

[16] K. A. H. o. E. S. T. Fergus, «Vassdragshåndboka - Håndbok i vassdragsteknikk,» NVE, 2019.

[17] «Kapasitetsberegning - Stikkrenner med innløpskontroll,» Basal, [Internett]. Available: https://www.basal.no/beregninger/kapasitetsberegning-stikkrenner-med-innlopskontroll/.

[18] Landbruksdirektoratet, «Normaler for landbruksveier,» August 2025. [Internett]. Available: https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/nyhetsrom/nyhetsarkiv/nye-normaler-for-landbruksveier/_/attachment/inline/64e79641-6e73-4510-9967-819670c3ef43:d81abbbc57c446252df8c3834a1ef5f1942e86a9/Normaler%20for%20landbruksveier%20med%20byggebeskrivelse%20og%2.

[19] Basal, «Stikkrenneløsninger,» 2025. [Internett]. Available: https://www.basal.no/lar-om/stikkrennelosning/. [Funnet 07 10 2025].

[20] NVE, «Sikkerhet mot flom (nr. 3-2022),» 2022.

[21] SJT, DSB, «Veileder for saksbehandling og ivaretakelse av brann- og elsikkerhet i jernbane. og banetunneler,» 2017.

[22] European Union Agency for Railways, «Guide for the application of the SRT TSI,» [Internett]. Available: https://www.era.europa.eu/system/files/2023-12/SRT_TSI_Guide.pdf?t=1768304525.

[23] Bane NOR, «Prosjekteringsveilederen, Operativ beredskap,» [Internett]. Available: https://oppslagsverk.banenor.no/prosjekteringsveilederen/sikkerhet-i-jernbanetunneler/operativ-beredskap/#brannvesen. [Funnet 2026].