



## HYDROLOGISK RAPPORT

Reguleringsplan E16 Slæn-Haugsvik

22.04.2024





## RAPPORT – INFORMASJON

### DOKUMENT NR.

108417-RAP-001-V02

### RAPPORT TITTEL

Hydrologisk rapport  
Reguleringsplan E16 Slæn-Haugsvik

### RAPPORT NR. / ANTALL SIDER

63 +vedlegg

### PROSJEKT

Reguleringsplan E16 Slæn-Haugsvik

### PROSJEKTLEDER/KONTAKTPERSON KUNDE

Runa Aaland Eggum

### KUNDE

Statens vegvesen

### OPPDRAKSLEDER – EFLA

Lise Marie Wiik

### FORFATTER

Vivian Palani

### NØKKELORD

Flom, vannlinjeberegninger

### SAMMENDRAG

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for E16 Slæn-Haugsvik i Voss kommune er EFLA engasjert i dimensjonering av stikkrenner langs strekningen. I tillegg skal flomsituasjon for Giljarhuselv, som ligger utenfor grense for reguleringsplan, vurderes.

### RAPPORT STATUS

- Arbeidsversjon
- Utkast
- Endelig versjon

### RAPPORT GRADERING

- Åpen
- Distribuert med kundens tillatelse
- Konfidensiell

## VERSJONSHISTORIKK

---

NR.	FORFATTER	DATO	KONTROLLIERT	DATO	GODKJENT	DATO
01	VP	21.04.24	CL	22.04.24	LMW	24.04.24
02	VP	23.05.24	CL	23.05.24	LMW	23.05.24

---

## SAMMENDRAG

EFLA AS er engasjert av Statens vegvesen for hydrologiske vurderinger i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for E16 Slæn-Haugsvik i Voss kommune. Tiltaket består av breddeutvidelse av en strekning på om lag 1,4 km. Arbeidet innebærer dimensjonering av stikkrenner langs strekningen, i tillegg til vurdering av flomsituasjon for Giljarhuselv, som ligger utenfor grense for reguleringsplan.

Området er svært flatt nær E16 og er dominert av dyrket mark. I tillegg er det to myrområder. Det er én undergang langs strekningen og det er registrert totalt 10 stikkrenner i området basert på vegkart. Rundt kryss Lundahovden/Brandsetveien er situasjon for rør og stikkrenner uklar, da flere av stikkrennene er svært små og de antas tilknyttet slukene i krysset. Én av stikkrenne registrert er en fegjennomgang. Området består av to bekker, samt Giljarhuselv som ligger like utenfor planområdet. Bekk lengst øst antas å være delvis rørlagt basert på høydekart og satelittbilder.

Det er gjort beregning for dimensjonerende 200-årsflom med klimafaktor tilsvarende 1,4 og sikkerhetsfaktor tilsvarende 1,1. Det er tatt utgangspunkt i plassering av eksisterende stikkrenner, som krysser E16, fra vegkart, samt egne vurderinger der det kan være behov for stikkrenne evt. der det antas det er en stikkrenne. Stikkrenner med dimensjon  $\varnothing 150$  mm er ikke vurdert. I tillegg er det utført beregning for Giljarhuselv og en undergang. Dette tilsvarer 8 punkter med flomberegninger. To av disse er antatte punkter med stikkrenner.

Dimensjonering av stikkrenner er gjort i HY-8, med 1/3 gjentetting iht. N200 (2022). Det er ikke dimensjonert stikkrenne før undergang. For bekk i øst er det dimensjonert for to rør da det er begrenset overdekning for ett større rør. Utløpet må sannsynligvis tilpasses i bredden for å unngå oppstuvning. De to antatte punktene med stikkrenner ligger i myrområde. For disse punktene er det risiko for å drenere myren og det bør vurderes tiltak for å unngå dette. Utløpshastigheter varierer mellom 2,05 og 2,65 m/s og det bør vurderes moderat erosjonssikring.

Flomsituasjon for Giljarhus bru er vurdert ved 2D analyse i GeoHECRAS. Modell viser at flom renner over eksisterende plastring både nord og sør for E16 og videre til lavbrekkene øst og vest for elveløpet. Eksisterende bru opprettholder ikke krav til klaring på 50 cm iht. N400 (2023). Maksimal hastighet gjennom bruene er på omtrent 5 m/s.

Det er utført 3 sensitivitetsanalyser for flommodell til Giljarhus bru, endring av Mannings i hovedløp, og endring i øvre og nedre grensebetingelse. Flomsønen øker ved et ruere elveløp og flom renner over plastring også på vestlig side, nord for E16. Endring i øvre og nedre grensebetingelse har uvesentlig effekt på flomsønen. Resultater viser og liten endring gjennomløp for bru for endring av Mannings og ingen endring i gjennomløp for øvre og nedre grensebetingelse.

## INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	5	
FIGURLISTE	7	
TABELLISTE	8	
<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>EKSISTERENDE SITUASJON</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Eksisterende gjennomløp</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Topografi</b>	<b>19</b>
2.2.1	Giljarhuselv – profil >1400	22
2.2.2	Bekk i vest – profil 1035	29
2.2.3	Bekk i øst – profil 20	31
<b>2.3</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>TILTAK</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>NEDSLAGSFELT</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>FLOMBEREGNINGER</b>	<b>44</b>
5.1	Klima- og sikkerhetsfaktor	44
5.2	Vurdering av normalavrenning	44
5.3	Vurdering av kulminasjonsfaktor	46
5.4	Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt (NIFS)	46
5.5	Flomfrekvensanalyse	47
5.5.1	Vurdering av målestasjoner	47
5.5.2	Flomfrekvensanalyser	50
5.6	Rasjonell metode	50
<b>6</b>	<b>RESULTERENDE FLOMBEREGNINGER</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>DIMENSJONERING AV STIKKRENNER</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>HYDRAULISK MODELL – GILJARHUSELV</b>	<b>57</b>
8.1	Resultater	59
8.2	Sensitivitetsanalyser	61
8.3	Aktsomhetskart for flom	61
8.4	Usikkerheter	61
<b>9</b>	<b>KONKLUSJON</b>	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>REFERANSER</b>	<b>63</b>

## FIGURLISTE

Figur 1.1	Oversikt over tiltaksområdet i rødt (Scalgo)	10
Figur 2.1	Satellittbilde av området, prosjektert vei i rødt (Scalgo)	11
Figur 2.2	Kart av området (Norgeskart)	11
Figur 2.3	Eksisterende stikkrenner fra vegkart i rødt og prosjektert veg i gult (Scalgo)	12
Figur 2.4	Profilnummer for prosjektert veg	13
Figur 2.5	Bilde av Giljarhus bru, profil > 1400 (SVV)	13
Figur 2.6	Bilde av undergang, ca. profil 1210 (SVV)	14
Figur 2.7	Bilde av Ø1000 mm stikkrenne i vest, ca. profil 1035 (SVV)	14
Figur 2.8	Diverse sluk og kummer observert i området ved krysning Lundahovden/Brandsetvegen, ca profil 950-850 (SVV)	15
Figur 2.9	Bilde av stikkrenne Ø250 mm og terreng rundt, ca. profil 850. Uklar fallretning. Utløp antas i kum (SVV)	16
Figur 2.10	Fegjennomgang, ca. profil 250 (SVV)	16
Figur 2.11	Satellittbilde av Ø400 mm stikkrenne (t.v., Vegkart) og bilde tatt retning Slæn, ca. profil 175 (t.h., SVV)	17
Figur 2.12	Utløp bekk lengst øst, ca. profil 40 (SVV)	17
Figur 2.13	Antatt trasé for stikkrenne, ca. profil 710 (Høydedata)	18
Figur 2.14	Antatt stikkrenne, sett mot retning Haugsvik, ca. profil 710 (Google maps, mai 2023)	18
Figur 2.15	Antatt trasé for stikkrenne, ca. profil 270 (t.v. Høydedata) og vannspeil ved antatt innløp (SVV)	19
Figur 2.16	Antatt stikkrenne, ca. profil 270 (Google maps, juni 2023) og avrenning i antatt utløp (SVV)	19
Figur 2.17	Høydekart over området (Høydedata)	20
Figur 2.18	Aktsomhetskart for området. Svart linje er prosjektert veg (NVE via Scalgo)	20
Figur 2.19	Registrert elv/bekk fra NVE og bekk som ikke er registrert (Scalgo)	21
Figur 2.20	Bilde av Giljarhus bru (SVV)	22
Figur 2.21	Erosjonssikring (NVE temakart)	22
Figur 2.22	Satellittbilde 1958, meanderende elv (Finn)	23
Figur 2.23	Satellittbilde 1972 (Finn)	23
Figur 2.24	Satellittbilde 2020 (Finn)	24
Figur 2.25	Tilrenning til myrområdet i rødt (Scalgo)	24
Figur 2.26	Utvikling av myr sør for E16, satellittbilde fra 1948 (øverst) og 2020 (nederst) (Finn)	25
Figur 2.27	Høydekart rundt Giljarhuselv (Høydedata)	26
Figur 2.28	Avrenning dersom Giljarhuselv flommer over plastringen (Høydedata)	26
Figur 2.29	Bekk vest for Giljarhuselv (t.v.) og stikkrenne Ø600 lengst vest under E16 (t.h.) (SVV)	27
Figur 2.30	Undergang under E16 sett mot retning Haugsvik (Google maps 2023)	27
Figur 2.31	Oversiktskart over punkt (NVE Temakart)	28
Figur 2.32	Høydekart og markert område der Giljarhuselv flommet over sine bredder og til dels ødela plastringen (t.v., Høydedata) og kart med omtrent plassering av sikring fra NVE vist i rosa (t.h., NVE Temakart)	28
Figur 2.33	Oversiktsbilde av elveløpet ved gammel mur markert i rødt (t.v.) og bilde av mur (t.h.) (SVV)	29
Figur 2.34	Plassering av stikkrenne i vegkart og bekk (Scalgo)	29
Figur 2.35	Bilde av bekk i vest, sør for E16 (SVV)	30

Figur 2.36	Oversiktsbilde over privat stikkrenne (Scalgo)	30
Figur 2.37	Satellittbilde fra 2016 (t.v., Finn) og høydekart (t.h., Høydedata)	31
Figur 2.38	Bekk i øst og eksisterende stikkrenner fra vegkart (Scalgo)	32
Figur 2.39	Satellittbilde 1948 (Finn)	32
Figur 2.40	Satellittbilde 1972 (Finn)	33
Figur 2.41	Satellittbilde 2005 og alternative traséer for bekk i rør (Finn)	33
Figur 2.42	Satellittbilde 2021 og alternative traséer for bekk i rør (Finn)	34
Figur 2.43	Høydekart av bekk i øst (Høydedata)	34
Figur 2.44	Nummerering av lavbrekk i området (Høydedata)	35
Figur 2.45	Bilde av lavbrekk 1 (Google maps, juni 2023)	35
Figur 2.46	Bilde av lavbrekk 2. SVV har observert stikkrenne/rør her (Google maps, mai 2023)	36
Figur 2.47	Bilde av lavbrekk 3 med stikkrenne/rør (Google maps, mai 2023)	36
Figur 2.48	Nærliggende bekk oppstrøms (Finn)	37
Figur 2.49	Bekk sett fra E16 (t.v., Google maps, mai 2023) og utløp stikkrenne i Slænsveien (t.h., SVV)	37
Figur 2.50	Løsmassekart av området (NGU)	38
Figur 2.51	Kart av løsmassemektighet i området (NGU)	38
Figur 2.52	Kart av marin grense (NGU)	39
Figur 3.1	Sammenligning av lengdeprofil før og etter tiltak (Scalgo)	40
Figur 4.1	Oversikt over hele nedslagsfelt (øverst) og feltene langs E16 (nederst) (Scalgo)	42
Figur 4.2	Avrenning fra undergang mot stikkrenne 1 (Scalgo)	43
Figur 4.3	Felt for stikkrenne 1 (grønn) og stikkrenne 2 (blå) uten tett rør oppstrøms (t.v.) og ved tett rør oppstrøms (t.h.) Plassering av stikkrenne i rødt. (Scalgo)	43
Figur 5.1	Nedslagsfelt for Giljarhuselv og bekk i øst over avrenningskart [mm/år] 1991-2020 (NVE Temakart)	45
Figur 5.2	Målestasjoner (oransje) og prosjektområde (rødt) over avrenningskart 1991-2020 [mm/år] (NVE Temakart)	48
Figur 7.1	Antatt trasé for ny stikkrenne for bekk i øst (Scalgo)	55
Figur 8.1	Terrengmodell brukt i hydraulisk modell. Røde sirkler markerer modellerte stikkrenner og oransje sirkel markerer eksisterende stikkrenne som ikke er modellert (Kartverket via Scalgo)	57
Figur 8.2	Bilder av elveløpet oppstrøms E18 (SVV)	58
Figur 8.3	Mannings verdier for modell	59
Figur 8.4	Flomsone nord for E16	60

## TABELLISTE

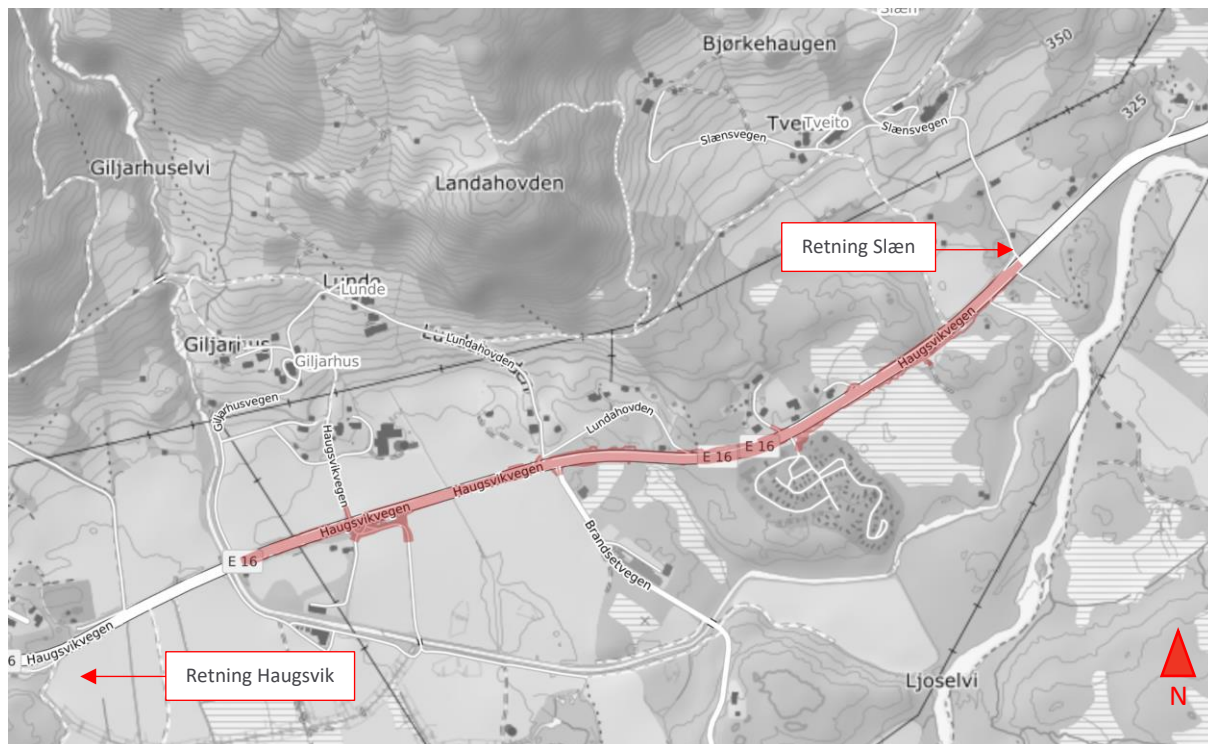
Tabell 4.1	Oversikt over gjennomløp til flomberegninger	41
Tabell 5.1	Sikkerhetsklasse etter ÅDT og mulighet for omkjøring (V240, 2022)	44
Tabell 5.2	Sikkerhetsfaktor basert på sikkerhetsklasse (V240, 2022)	44
Tabell 5.3	Observert avrenning mot avrenningskart for utvalgte stasjoner	45
Tabell 5.4	Stasjonsopplysninger sammenlignet med Giljarhuselv	49
Tabell 5.5	Resulterende verdier fra flomfrekvensanalyse	50
Tabell 6.1	Resulterende flomberegninger	53
Tabell 6.2	Resulterende flomberegning for stikkrenne 1 og 2 dersom rør oppstrøms går tett	54



Tabell 7.1 Resulterende dimensjon på stikkrenner og utløpshastighet	55
Tabell 7.2 Resulterende dimensjon på stikkrenner 1 og 2 ved tett stikkrenne oppstrøms	56

## 1 INNLEDNING

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for E16 Slæn-Haugsvik i Voss kommune er EFLA engasjert i dimensjonering av stikkrenner langs strekningen. I tillegg skal flomsituasjon for Giljarhuselvi, som ligger utenfor grense for reguleringsplan, vurderes. Figur 1.1 viser oversikt over tiltaksområdet.



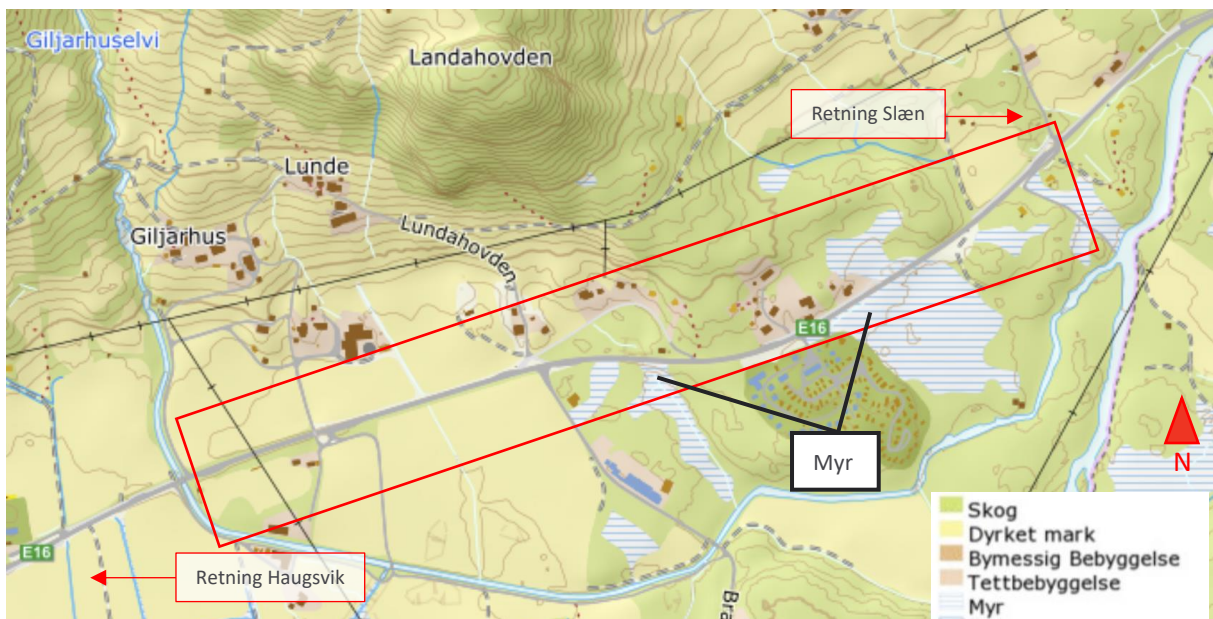
Figur 1.1 Oversikt over tiltaksområdet i rødt (Scalgo)

## 2 EKSISTERENDE SITUASJON

Eksisterende terreng er dominert av dyrket mark nær E16 i retning Haugsvik og skog/myr nær E16 retning Slæn, se Figur 2.1 og Figur 2.2.



Figur 2.1 Satellittbilde av området, prosjektert vei i rødt (Scalgo)



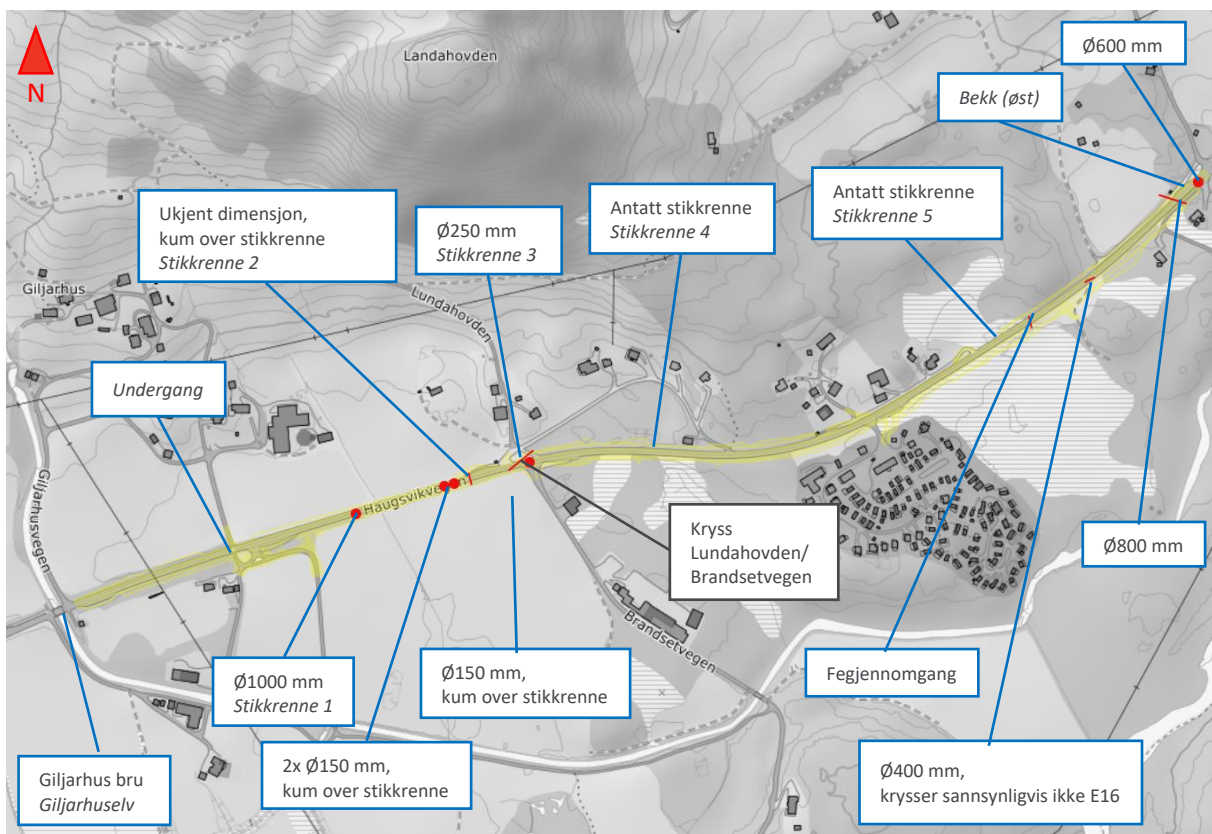
Figur 2.2 Kart av området (Norgeskart)

## 2.1 Eksisterende gjennomløp

Langs planområdet er det registrert 10 stikkrenner i vegkart, samt Giljarhus bru like utenfor planområdet og én undergang.

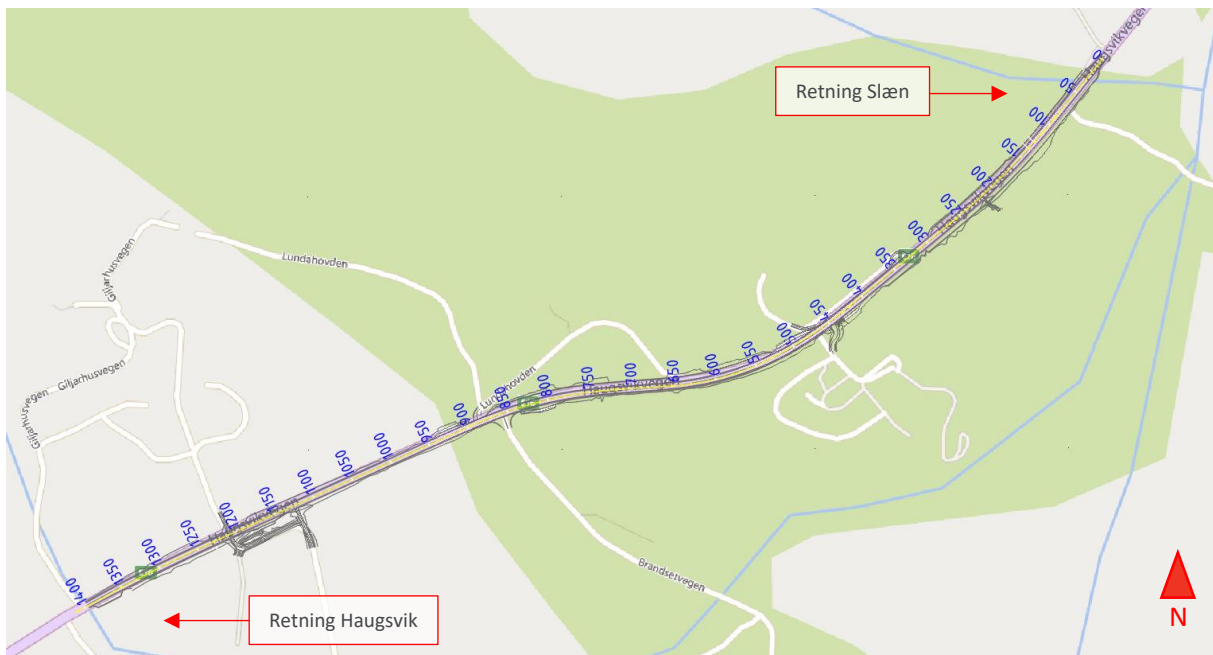
Én stikkrenne har ukjent dimensjon. Flere av de registrerte stikkrennene nær og i krysset til Lundahovden/Brandsetvegen har små dimensjoner. Det er uklart hva funksjonen til disse er. Øst for dette krysset er det to punkter med et lavbrekk hvor det antas at det ligger en stikkrenne i dag og/eller hvor det kan vurderes å legge ned en stikkrenne. Lenger østover er det registrert en stikkrenne som er en fegjennomgang.

I denne rapporten er stikkrenner nummerert fra vest til øst. Giljarhuselv, undergangen og bekk i øst omtales uten nummerering. Stikkrenner på  $\varnothing 150$  mm vurderes ikke i denne rapporten. Figur 2.3 viser oversikt over bru, undergang og stikkrenner langs strekningen, samt to punkter det antas har stikkrenne eller kan vurderes behov for stikkrenne. Betegnelse/nummerering av gjennomløpene er vist i kursiv. Stikkrenner  $\varnothing 600$  mm og  $\varnothing 800$  mm ved bekken i øst vurderes som ett gjennomløp.



Figur 2.3 Eksisterende stikkrenner fra vegkart i rødt og prosjektert veg i gult (Scalgo)

Profilering for oversendt prosjektert vegmodell er vist i Figur 2.4 og brukes videre til referering i rapporten.



Figur 2.4 Profilnummer for prosjektert veg

Bilder av Giljarhus bru, undergang og  $\varnothing 1000$  mm stikkrenne i vest fra befaring utført av SVV er vist i Figur 2.5, Figur 2.6 og Figur 2.7. Bildene henviser til profilnummer fra oversendt vegmodell fra SVV og er basert på plassering av stikkrenner i vegkart kombinert med kartgrunnlag.



Figur 2.5 Bilde av Giljarhus bru, profil > 1400 (SVV)



Figur 2.6 Bilde av undergang, ca. profil 1210 (SVV)



Figur 2.7 Bilde av Ø1000 mm stikkrenne i vest, ca. profil 1035 (SVV)

I krysning til Lundahovden/Brandsetveien og rundt bussholdeplassen på nordlig side, omtrent fra profil 950 til 850, er det observert flere sluk. Det er usikkert hvordan systemet er koblet sammen og eventuelt endepunkt for systemet. Stikkrenne med ukjent dimensjon omkring profil 1035 ble ikke observert under befaring av SVV. Figur 2.8 viser diverse sluk som ble observert i området.



Figur 2.8 Diverse sluk og kummer observert i området ved krysning Lundahovden/Brandsetvegen, ca profil 950-850 (SVV)

Stikkrenne Ø250 rundt profil 850 ble observert av SVV under befarings. Det er usikkert hvilken vei vannet ledes og det antas at én ende ledes til kum, se Figur 2.9.



Figur 2.9 Bilde av stikkrenne  $\varnothing$ 250 mm og terreng rundt, ca. profil 850. Uklar fallretning. Utløp antas i kum (SVV)

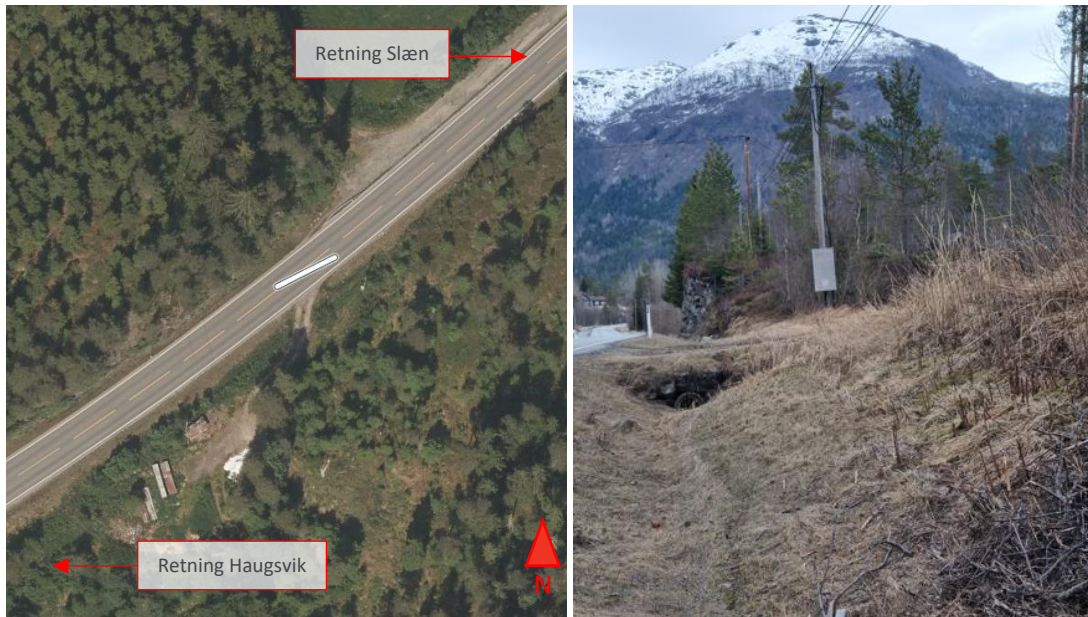
Fegjennomgangen er vist i Figur 2.10.



Figur 2.10 Fegjennomgang, ca. profil 250 (SVV)

Stikkrenne  $\varnothing$ 400 rundt profil 175 krysser ikke E16, se satellittbilde og bilde fra befarings i Figur 2.11.





Figur 2.11 Satellittbilde av Ø400 mm stikkrenne (t.v., Vegkart) og bilde tatt retning Slæn, ca. profil 175 (t.h., SVV)

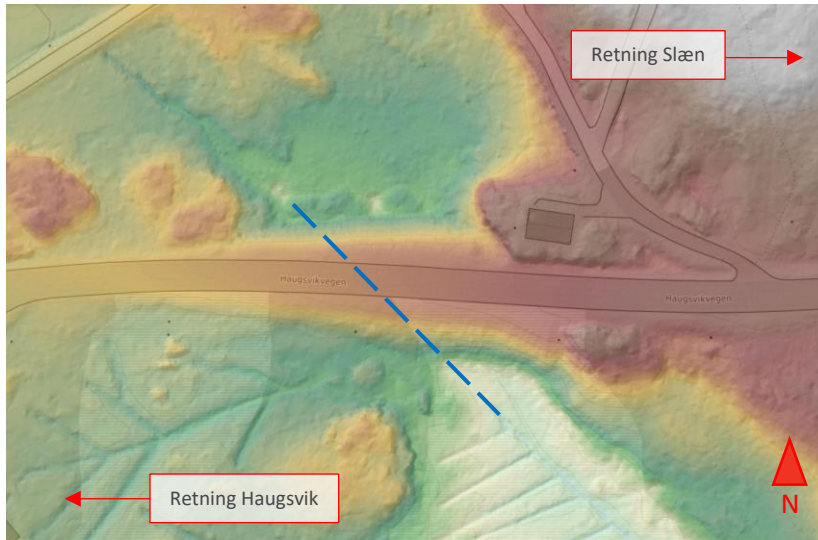
Utløp fra bekk i vest er vist i Figur 2.12. Det er usikkert hvor innløpet.



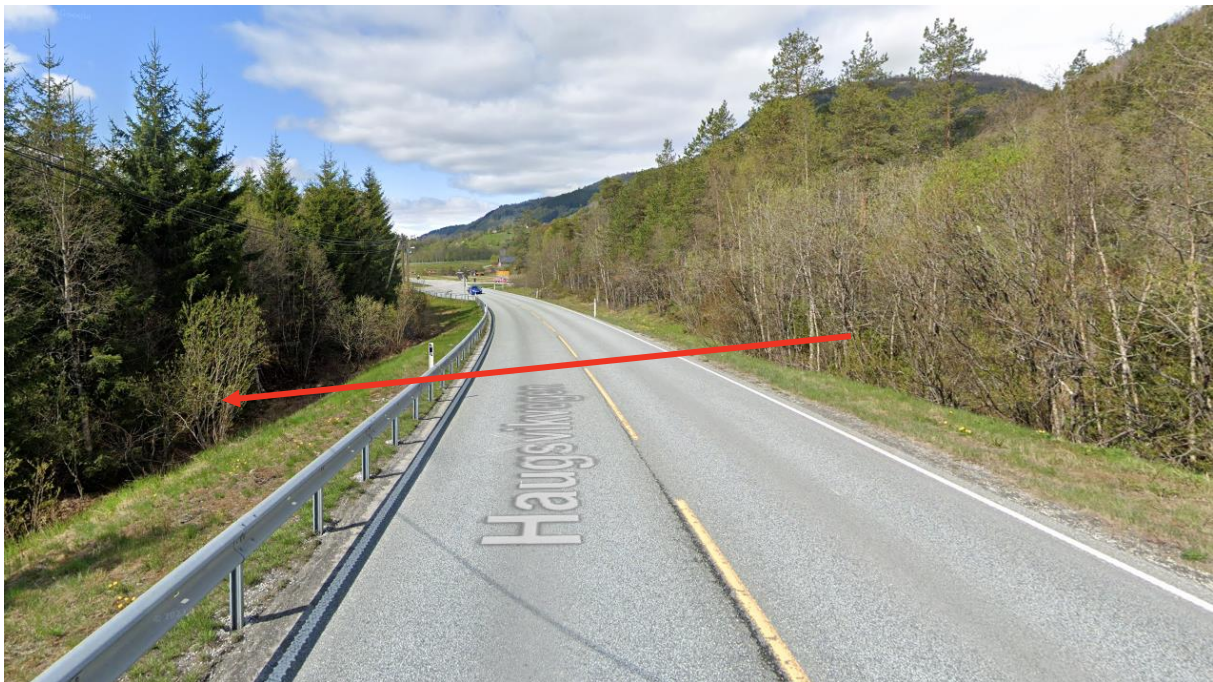
Figur 2.12 Utløp bekk lengst øst, ca. profil 40 (SVV)

De to punktene med antatte stikkrenner, ref. Figur 2.3, er basert på høydekart og bilder og er i omtrent profil 710 og 270.

Befaring utført av SVV viste ingen stikkrenne i profil 710. Høydekart og bilde for antatt stikkrenne i profil 710 er vist i Figur 2.13 og Figur 2.14.

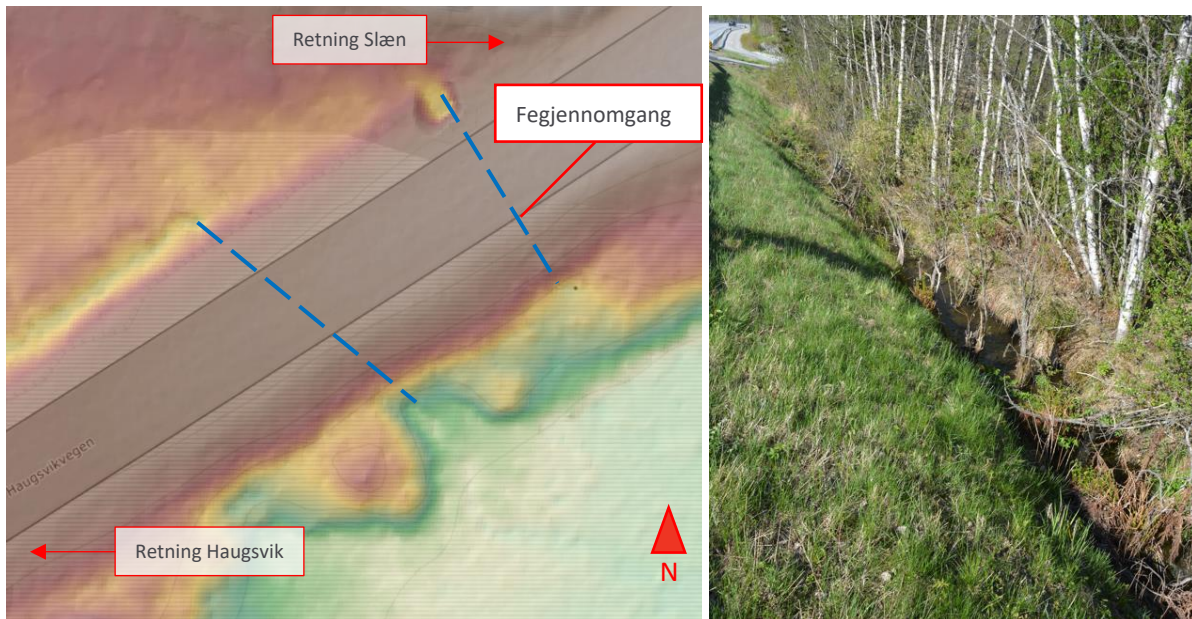


Figur 2.13 Antatt trasé for stikkrenne, ca. profil 710 (Høydedata)



Figur 2.14 Antatt stikkrenne, sett mot retning Haugsvik, ca. profil 710 (Google maps, mai 2023)

Antatt stikkrenne i profil 270 ligger omtrent 20 m vest for fegjennomgangen, se Figur 2.15 og Figur 2.16.



Figur 2.15 Antatt trasé for stikkrenne, ca. profil 270 (t.v. Høydedata) og vannspeil ved antatt innløp (SVV)



Figur 2.16 Antatt stikkrenne, ca. profil 270 (Google maps, juni 2023) og avrenning i antatt utløp (SVV)

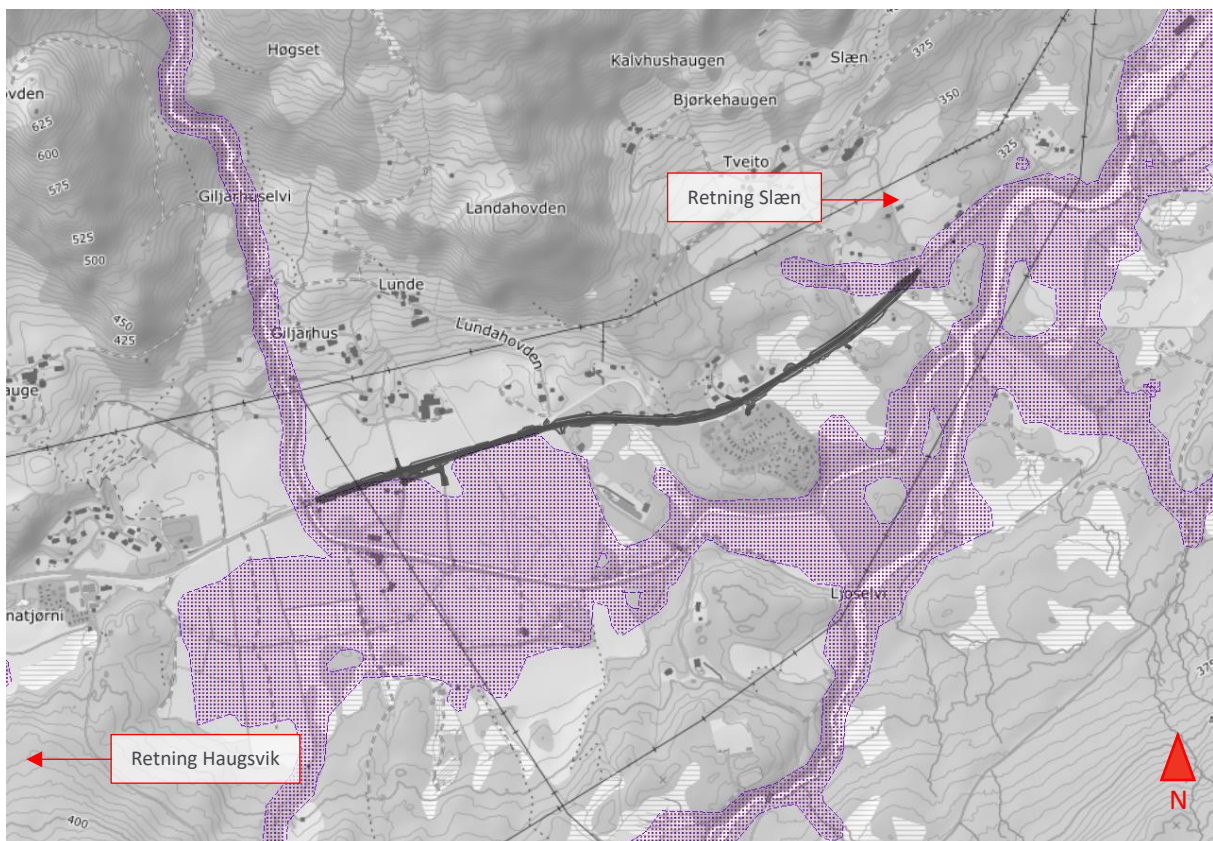
## 2.2 Topografi

Høydekart av området er vist i Figur 2.17. Området er ganske flatt i nærheten av E16.



Figur 2.17 Høydekart over området (Høydedata)

Aktsomhetskart for flom er vist i Figur 2.18.



Figur 2.18 Aktsomhetskart for området. Svart linje er prosjertert veg (NVE via Scalgo)

NVEs database viser Giljarhuselvi og en bekk helt øst i området. Det ligger en bekk til på strekningen utenom dette, se Figur 2.19.



Figur 2.19 Registrert elv/bekk fra NVE og bekk som ikke er registrert (Scalgo)

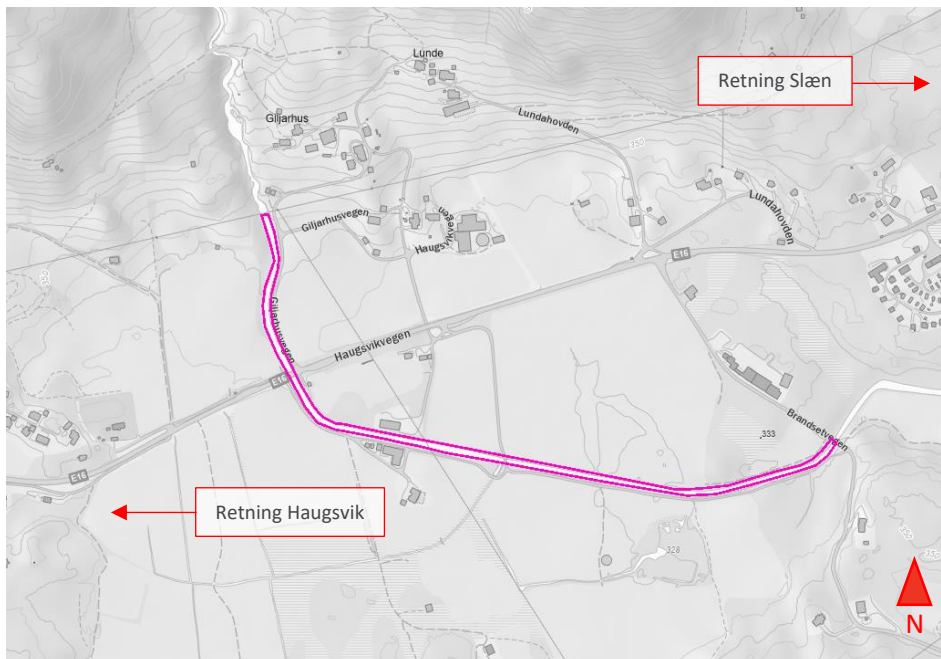
## 2.2.1 Giljarhuselv – profil &gt;1400

Giljarhuselv ligger utenfor planområdet, men skal vurderes. Eksisterende bru som krysser E16 er omtrent 9,5 m bred og høyde til underkant bru er på under 2 m, se tegning fra BRUTUS i Vedlegg A . Bilde av bruene er vist i Figur 2.20.



Figur 2.20 Bilde av Giljarhus bru (SVV)

Elven har tidligere blitt avrettet og erosjonssikret, Figur 2.21 viser erosjonssikringstiltak utført av NVE.

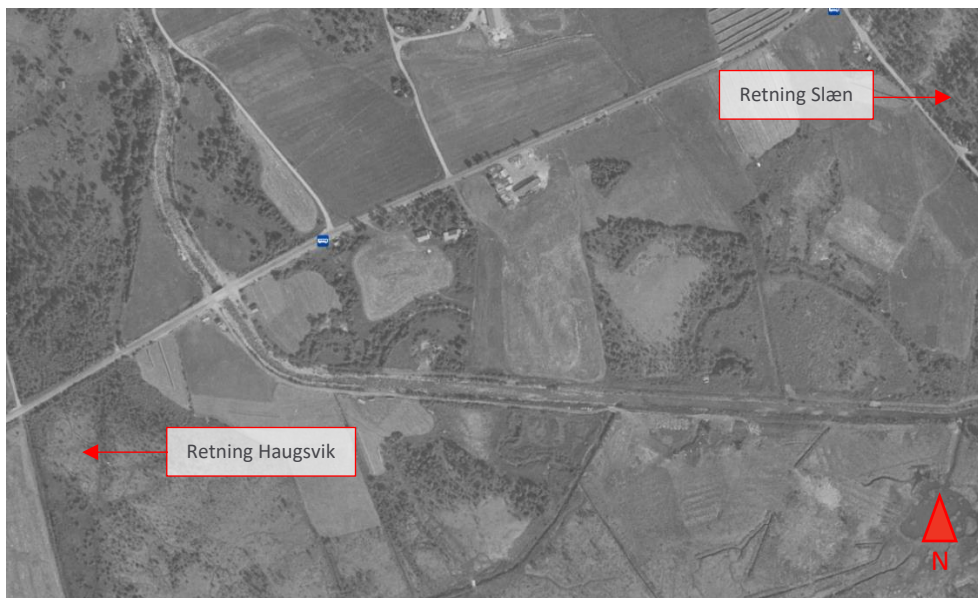


Figur 2.21 Erosjonssikring (NVE temakart)

Fra NVEs temakart oppgis byggeår som 1981, men plastringen ble sannsynligvis bygd på 60-tallet basert på satellittbilder. Figur 2.22, Figur 2.23 og Figur 2.24 viser elveløpet like oppstrøms og nedstrøms E16 i årene 1958, 1972 og 2020.



Figur 2.22 Satellittbilde 1958, meanderende elv (Finn)

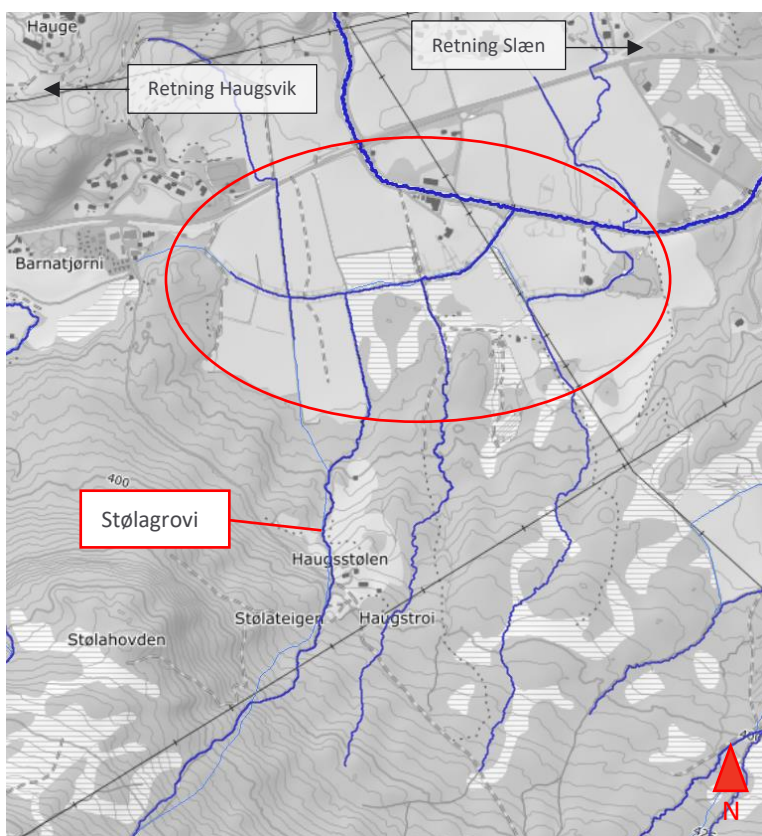


Figur 2.23 Satellittbilde 1972 (Finn)



Figur 2.24 Satellittbilde 2020 (Finn)

Vest for Giljarhuselv og sør for E16 var det tidligere myrområde som over tid har blitt dominert av jordbruksområder med kanalisering av de naturlige avrenningslinjene. Elva Stølagrovi renner inn mot området før den renner inn til Giljarhuselv, se Figur 2.25.



Figur 2.25 Tilrenning til myrområdet i rødt (Scalgo)

Figur 2.26 viser endring i dette området fra 1948 til 2020.





Figur 2.26 Utvikling av myr sør for E16, satellittbilde fra 1948 (øverst) og 2020 (nederst) (Finn)

Høydekart av Giljarhuselv er vist i Figur 2.27 og viser at elveløpet er svært bratt lenger oppstrøms og slaker lenger nedstrøms.



Figur 2.27 Høydekart rundt Giljarhuselv (Høydedata)

Nord for E16 ligger terrenget lavere øst og vest for Giljarhuselv. Dersom elven flommer over plastringen vil vannet renne mot lavbrekkene som vist i Figur 2.28. I vest ligger det to Ø600 mm stikkrenner og i øst er det en undergang.



Figur 2.28 Avrenning dersom Giljarhuselv flommer over plastringen (Høydedata)

Bilder av stikkrenne  $\varnothing 600$  mm lengst vest, samt bekkeløpet til stikkrennen er vist i Figur 2.29.



Figur 2.29 Bekk vest for Giljarhuselv (t.v.) og stikkrenne  $\varnothing 600$  lengst vest under E16 (t.h.) (SVV)

Bilde av området rundt undergangen i øst er vist i Figur 2.30.



Figur 2.30 Undergang under E16 sett mot retning Haugsvik (Google maps 2023)

Høydekart av Giljarhuselv viser spor etter avrenning utenfor elveløpet lenger oppstrøms, se oversiktskart over aktuelt punkt i Figur 2.31.



Figur 2.31 Oversiktskart over punkt (NVE Temakart)

Grunneier i området opplyser at elven flommet over i dette området etter en storflom i 1938. Det ble etter dette satt opp en mur/plastring i det området. NVEs plastring fra 1960-tallet stopper like nedstrøms denne muren, se Figur 2.32.



Figur 2.32 Høydekart og markert område der Giljarhuselv flommet over sine bredder og til dels ødela plastringen (t.v., Høydedata) og kart med omtrent plassering av sikring fra NVE vist i rosa (t.h., NVE Temakart)

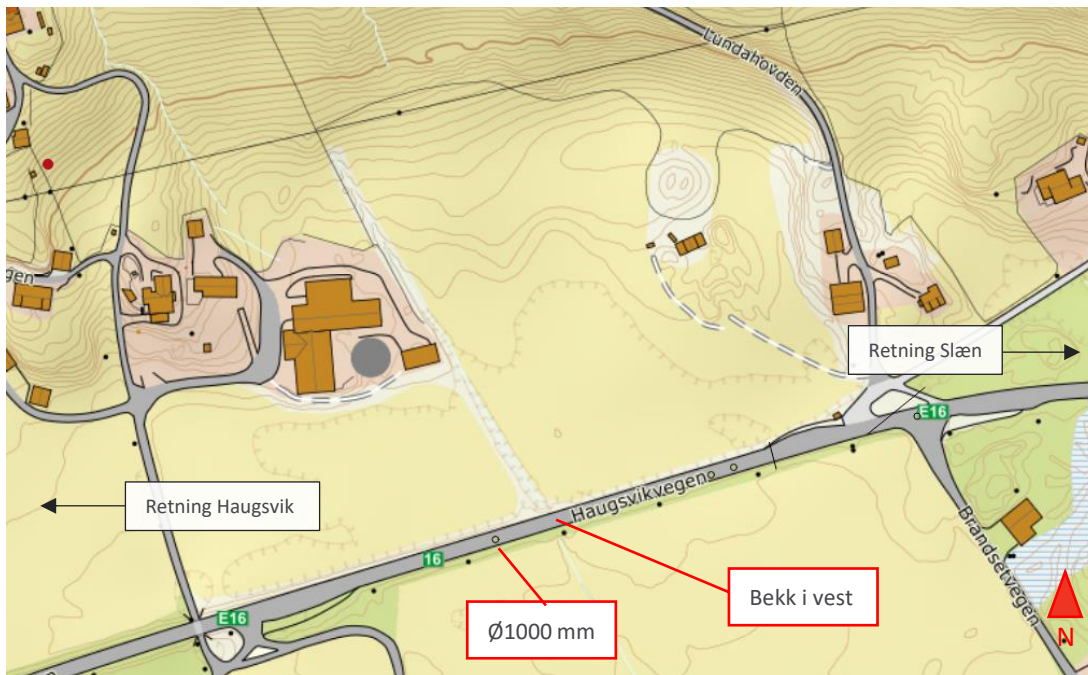
Grunneier opplyser og at enkelte av steinene til den gamle muren ble tatt av siste større flomhendelse.



Figur 2.33 Oversiktsbilde av elveløpet ved gammel mur markert i rødt (t.v.) og bilde av mur (t.h.) (SVV)

### 2.2.2 Bekk i vest – profil 1035

Bekk i vest, samt stikkrenne fra vegkart, er markert i Figur 2.34.



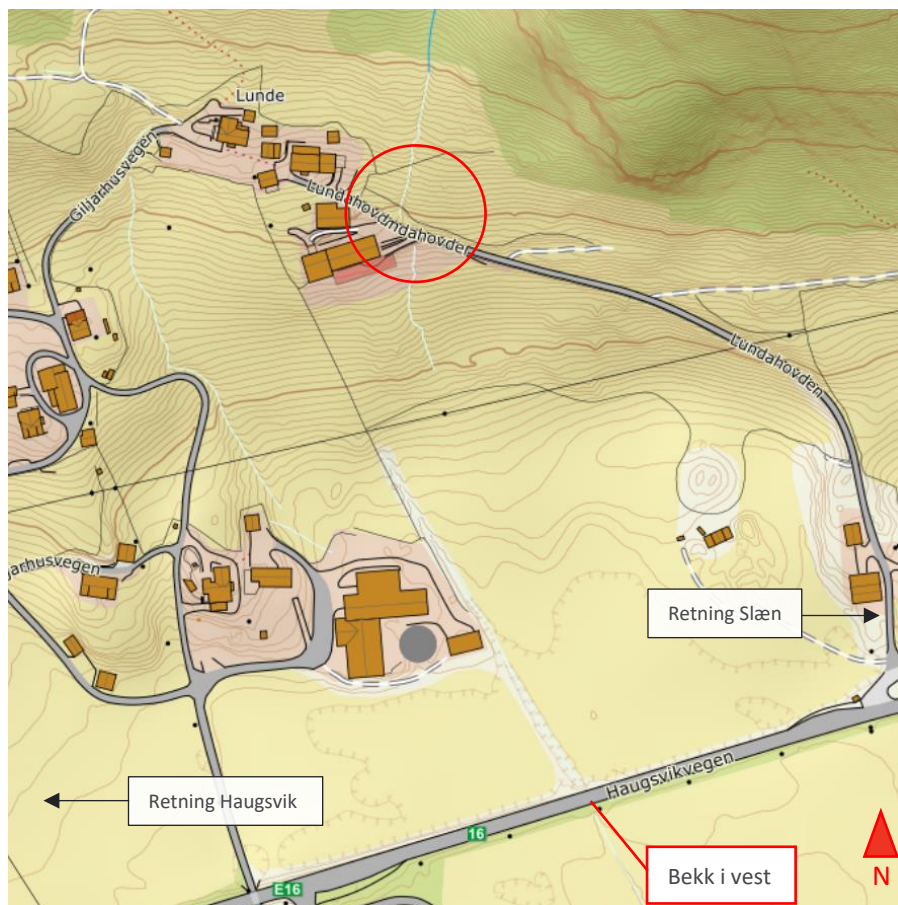
Figur 2.34 Plassering av stikkrenne i vegkart og bekk (Scalgo)

Figur 2.35 viser bekk ved utløpet.



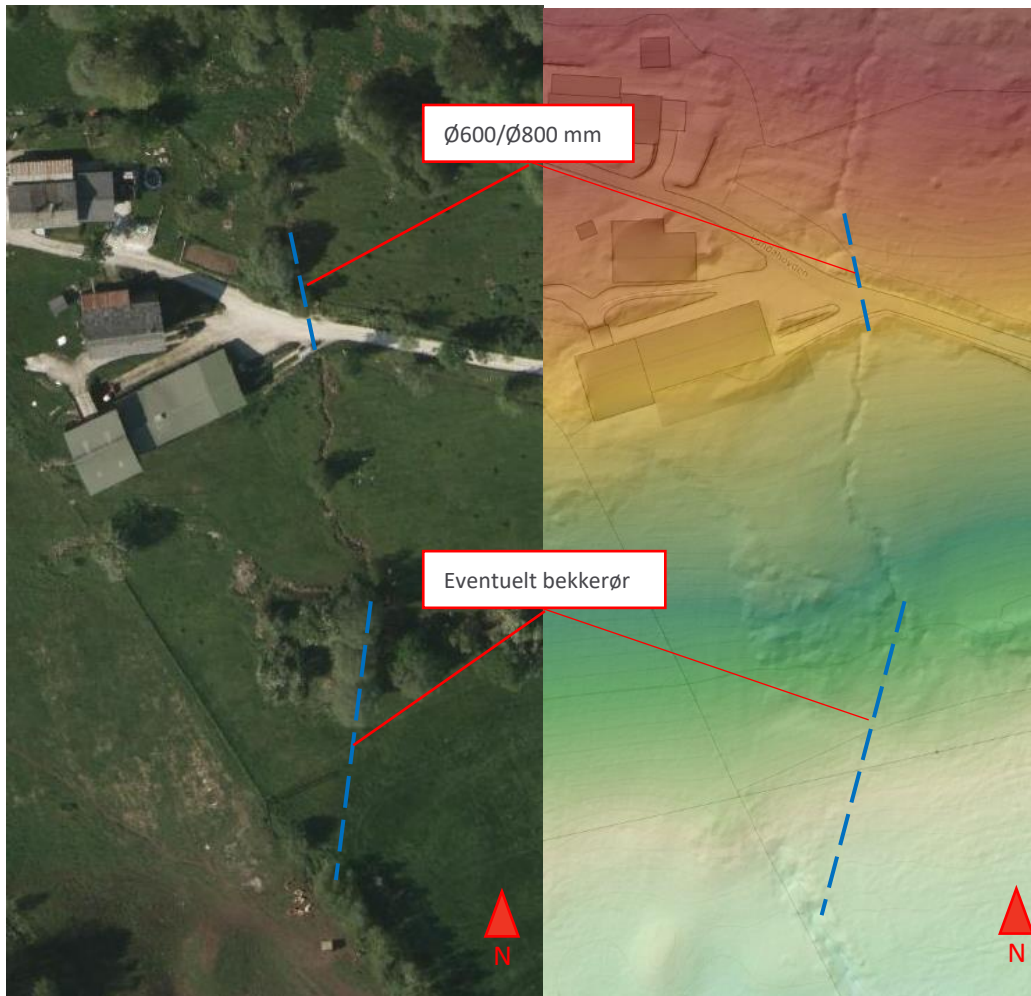
Figur 2.35 Bilde av bekk i vest, sør for E16 (SVV)

Lenger oppstrøms i terrenget er det etablert en privat  $\varnothing 600$  mm eller  $\varnothing 800$  mm stikkrenne, og et eventuelt bekkerør, som leder vannet videre mot gjennomløp under E16. Figur 2.36 viser oversiktskart over plassering av privat stikkrenne.



Figur 2.36 Oversiktsbilde over privat stikkrenne (Scalgo)

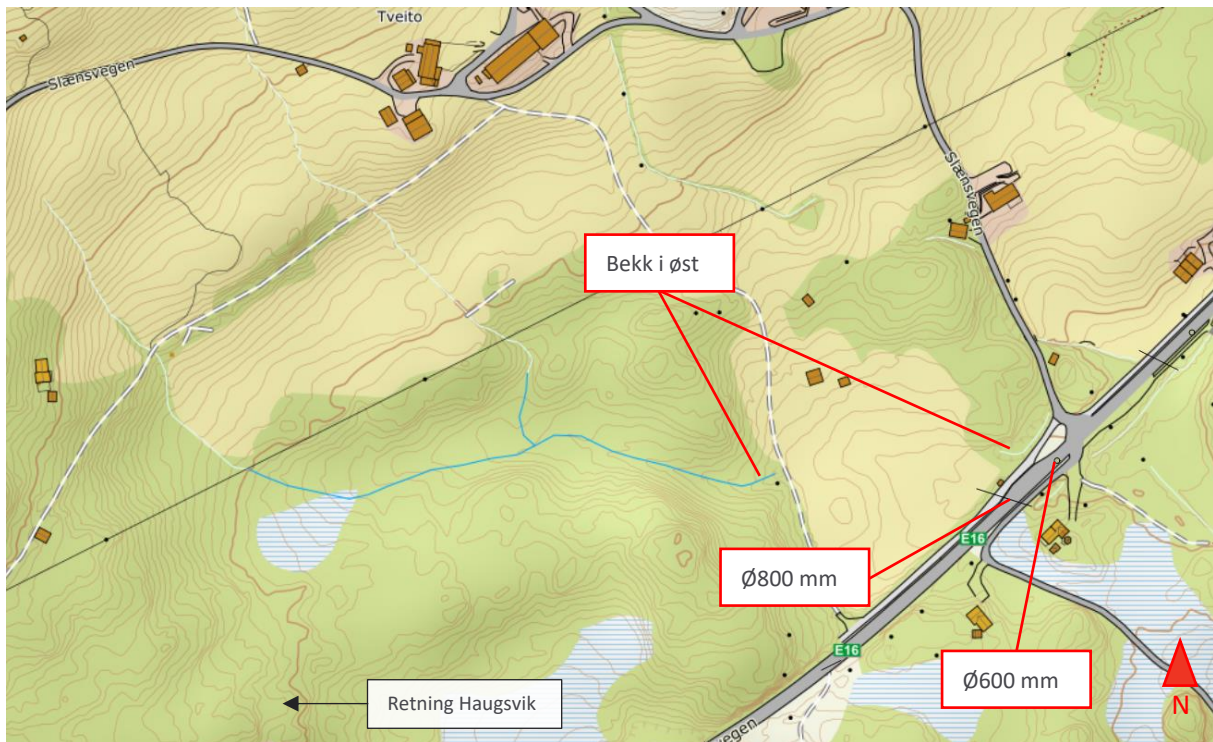
Figur 2.37 satellittbilde og høydekart med trasé for stikkrenne og eventuelt bekkerør.



Figur 2.37 Satellittbilde fra 2016 (t.v., Finn) og høydekart (t.h., Høydedata)

### 2.2.3 Bekk i øst – profil 20

Bekken i øst er ikke observert fra befaring utført av SVV, med unntak av utløp, ref. Figur 2.12. Fra vegkart ligger det registrert to eksisterende stikkrenner der, én Ø800 mm og én Ø600 mm., se oversiktskart i Figur 2.38.



Figur 2.38 Bekk i øst og eksisterende stikkrenner fra vegkart (Scalgo)

Ø600 mm er ikke funnet under inspeksjon ifølge vegkart.

Fra satellittbilder kan det se ut som bekken delvis er rørlagt, se Figur 2.39 og Figur 2.40 fra før eventuell rørlegging.



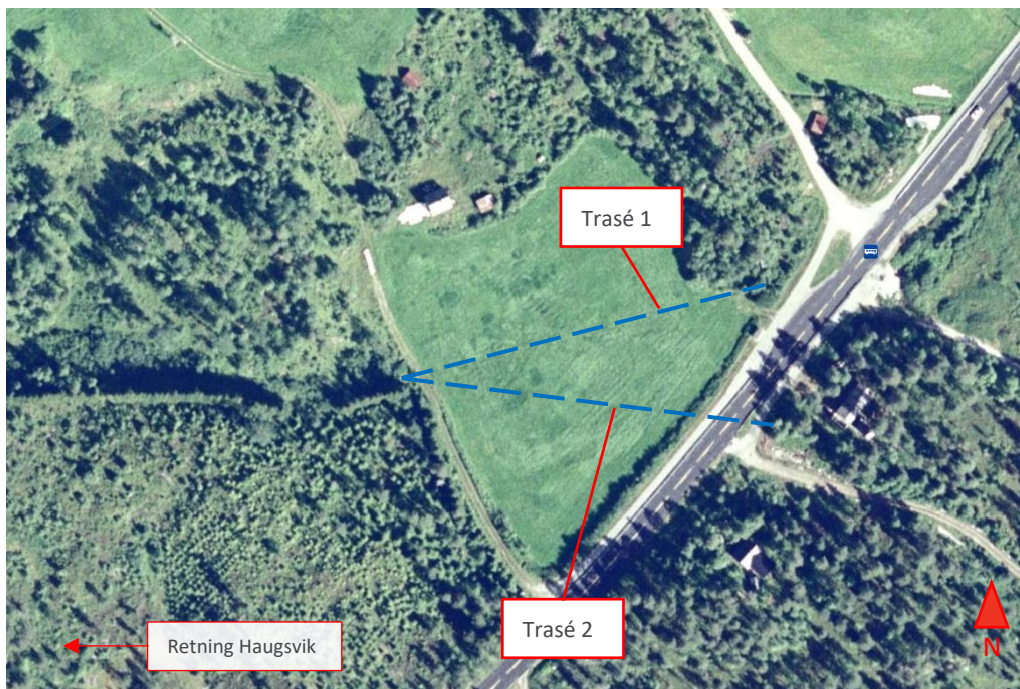
Figur 2.39 Satellittbilde 1948 (Finn)



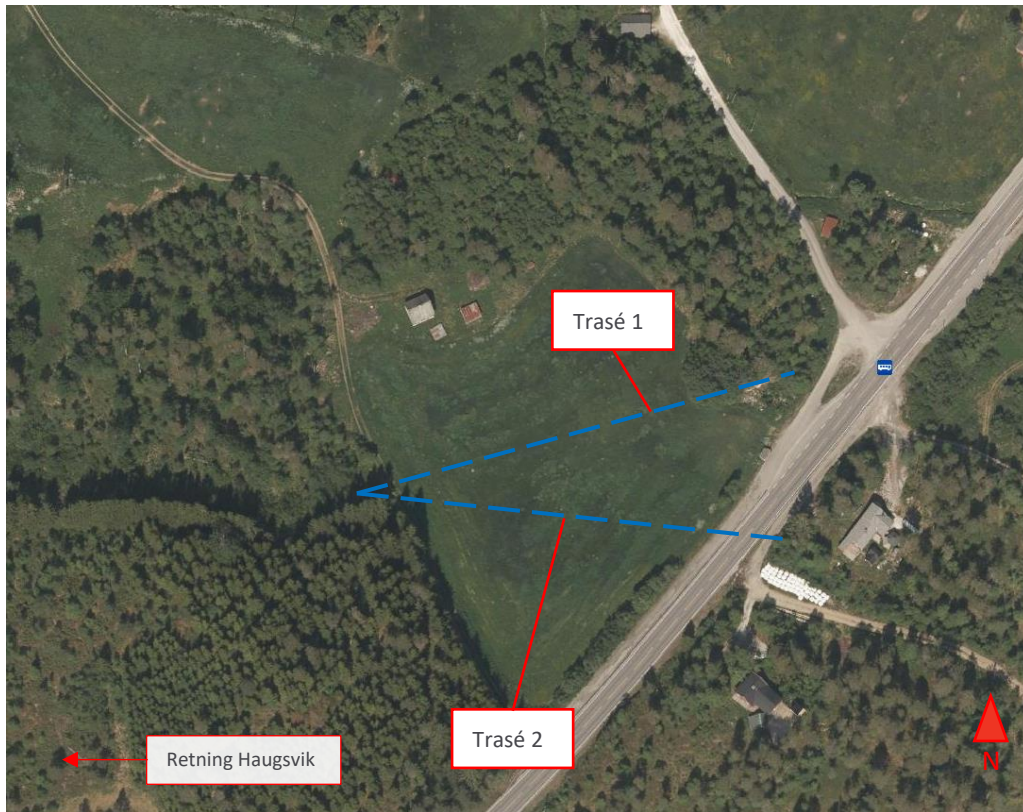


Figur 2.40 Satellittbilde 1972 (Finn)

Figur 2.41 og Figur 2.42 viser to alternativer til antatt trasé for bekk i rør.

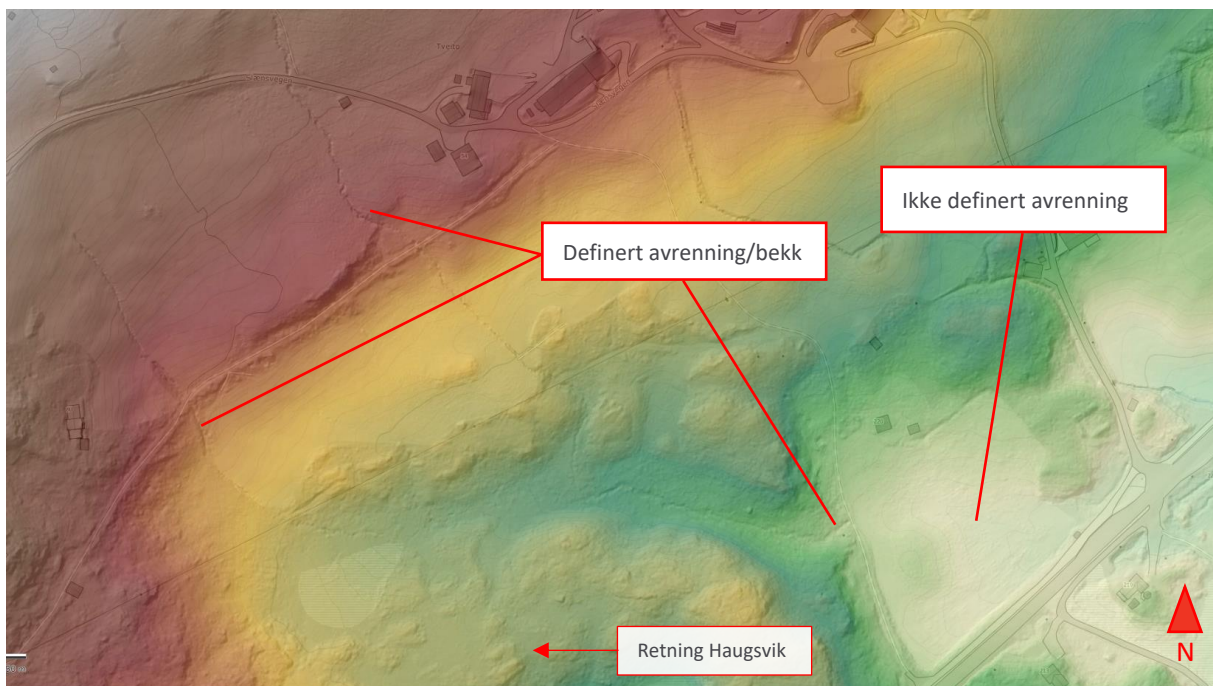


Figur 2.41 Satellittbilde 2005 og alternative traséer for bekk i rør (Finn)



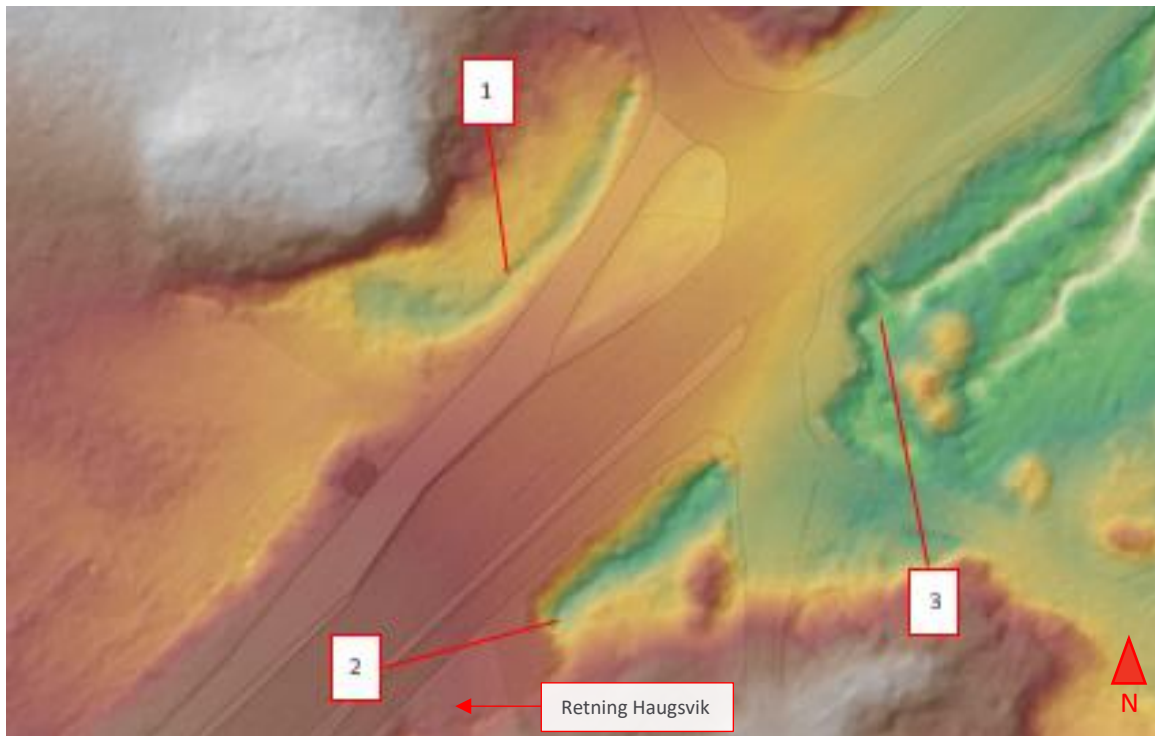
Figur 2.42 Satellittbilde 2021 og alternative traséer for bekk i rør (Finn)

Høydekart viser også tegn til at bekken delvis er rørlagt, se Figur 2.43.



Figur 2.43 Høydekart av bekk i øst (Høydedata)

Krysset rundt E16 viser 3 lavbrekk, hvor det er usikkert hvordan et eventuelt bekkerør og/eller stikkrenner krysser, se Figur 2.44.



Figur 2.44 Nummerering av lavbrekk i området (Høydedata)

Bilde av området rundt lavbrekkene er vist i Figur 2.45, Figur 2.46 og Figur 2.47. I lavbrekk 2 er det observert en stikkrenne/rør av SVV, ref. Figur 2.12. Dette kan potensielt være rør i bekk tilsvarende trasé 2 i Figur 2.41 og Figur 2.42. Fra Google maps kan det sees rør/stikkrenne i lavbrekk 3.



Figur 2.45 Bilde av lavbrekk 1 (Google maps, juni 2023)



Figur 2.46 Bilde av lavbrekk 2. SVV har observert stikkrenne/rør her (Google maps, mai 2023)



Figur 2.47 Bilde av lavbrekk 3 med stikkrenne/rør (Google maps, mai 2023)

Det ligger en bekk renner gjennom en  $\varnothing 500$  mm stikkrenne i Slænsveien, se Figur 2.48.



Figur 2.48 Nærliggende bekk oppstrøms (Finn)

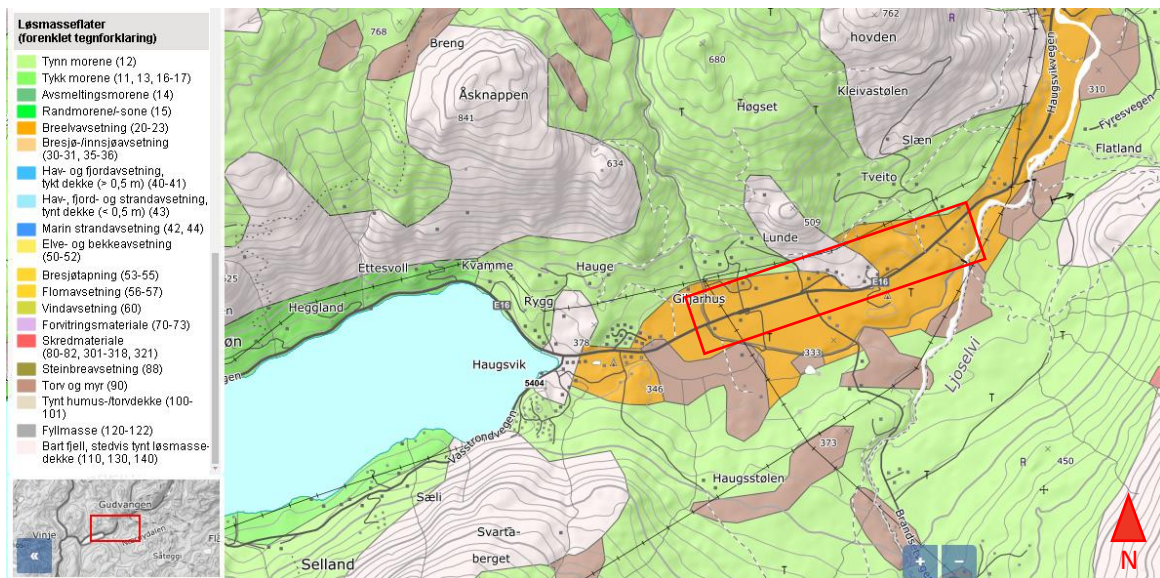
Bilde av nærliggende bekk og stikkrenne i Slænsveien er vist i Figur 2.49.



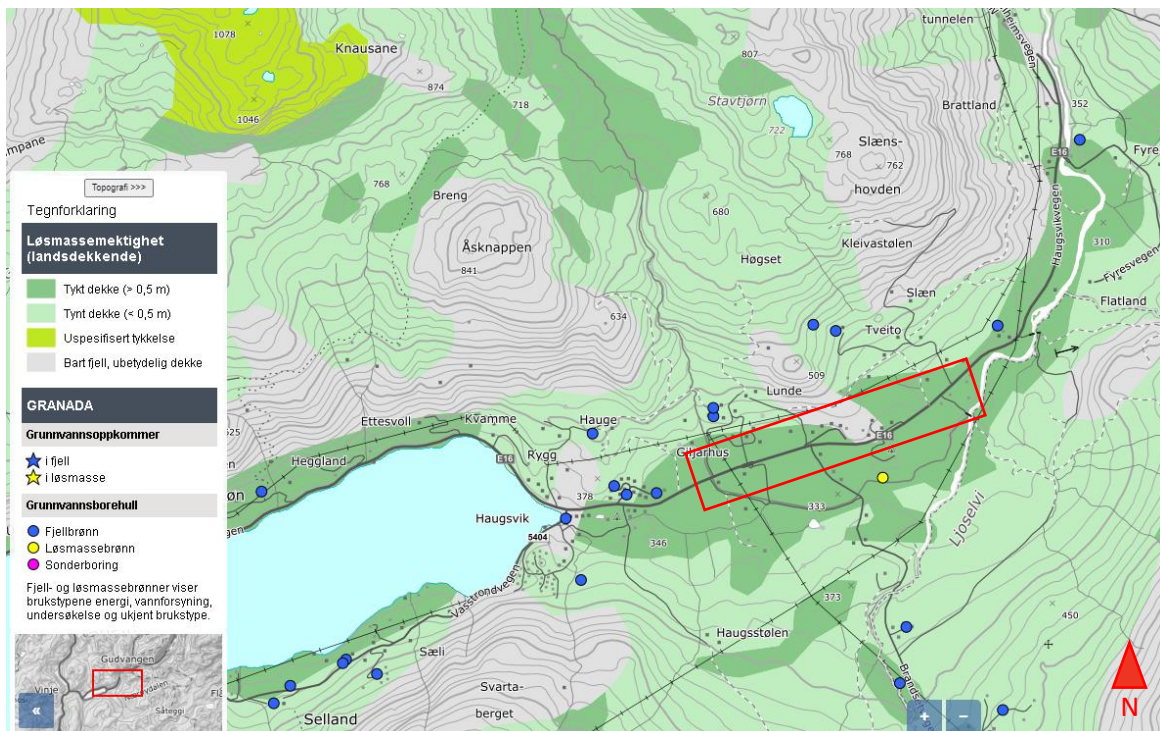
Figur 2.49 Bekk sett fra E16 (t.v., Google maps, mai 2023) og utløp stikkrenne i Slænsveien (t.h., SVV)

## 2.3 Grunnforhold

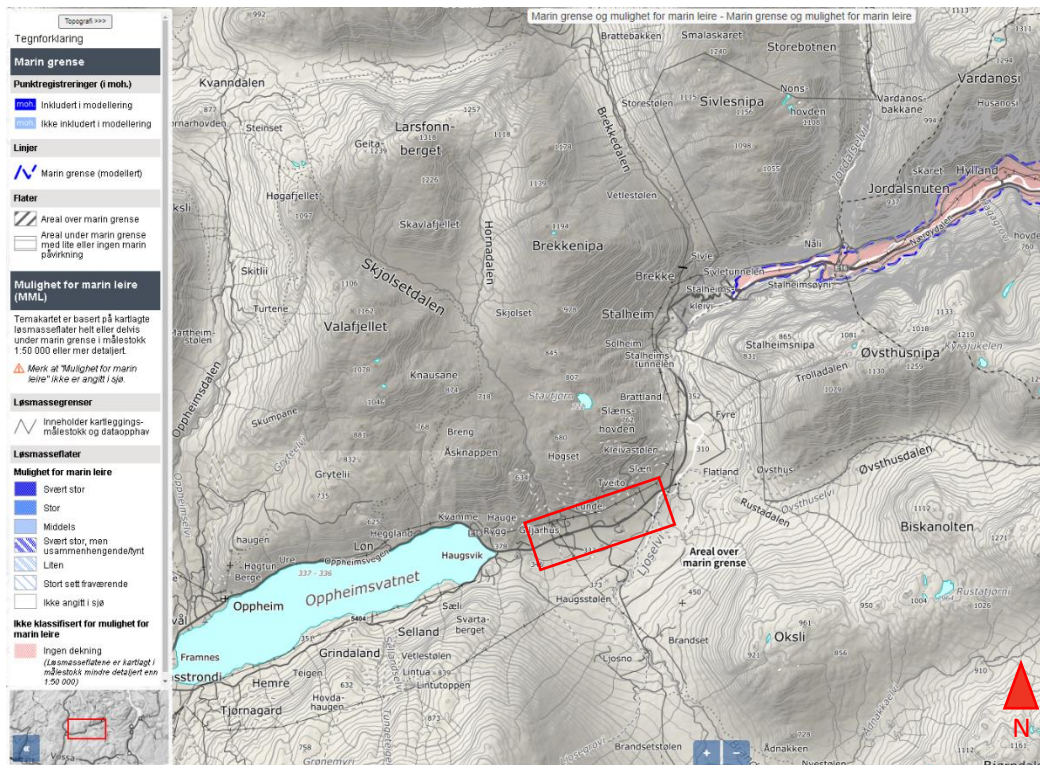
Løsmassekart er vist i Figur 2.50. Området nær planområdet er dominert av brelvavsetning.



Kart for løsmassetetthet er vist i Figur 2.51.



Området ligger over marin grense, se Figur 2.52.

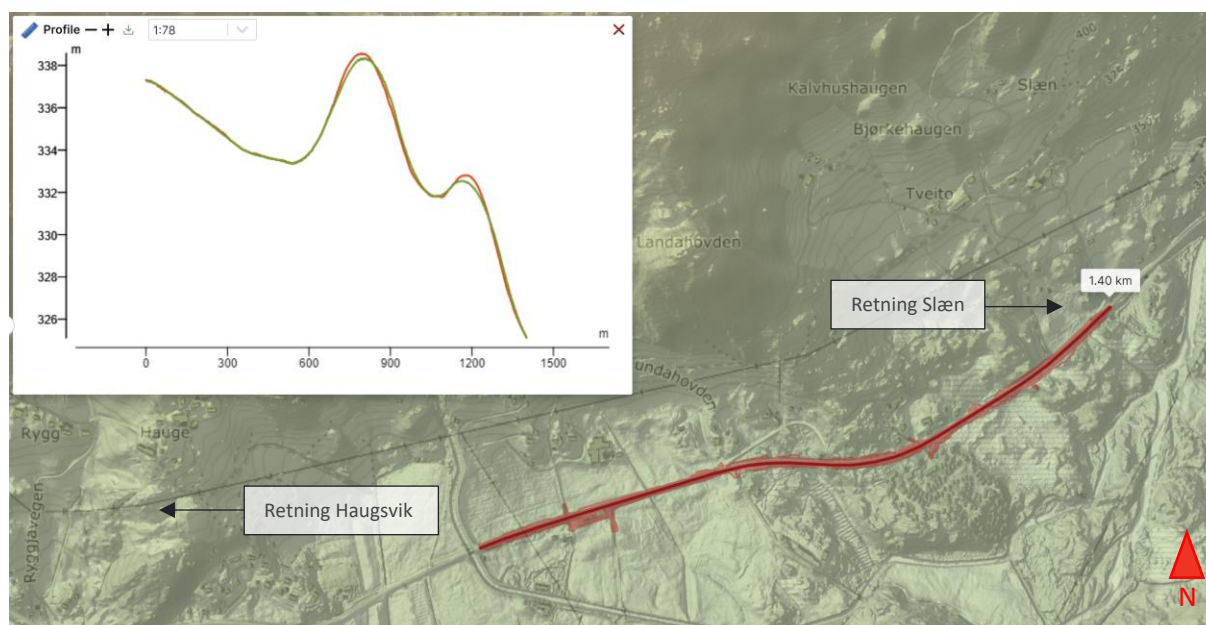


Figur 2.52 Kart av marin grense (NGU)

Alle kart knyttet til grunnforhold er teoretiske og kan avvike fra faktiske grunnforhold.

### 3 TILTAK

Tiltaket består av utvidelse av eksisterende vei med 1-2 m over en strekning på omtrent 1,4 km (SVV, 02.05.2024). Endringer i lengdeprofil er neglisjerbare, se Figur 3.1.



Figur 3.1 Sammenligning av lengdeprofil før og etter tiltak (Scalgo)

Avrenningskart i Scalgo viser og neglisjerbar effekt på avrenning fra tiltakene.



## 4 NEDSLAGSFELT

Det er kun gjennomløp som krysser E16 som vurderes. For flomberegninger utenom Giljarhuselv og undergangen er det tatt utgangspunkt i dagens plassering av stikkrenner, samt egne vurderinger basert på høydedata og satellittbilder. Eksisterende stikkrenner er hentet fra vegkart og oversikt over disse er presentert i Figur 2.3.

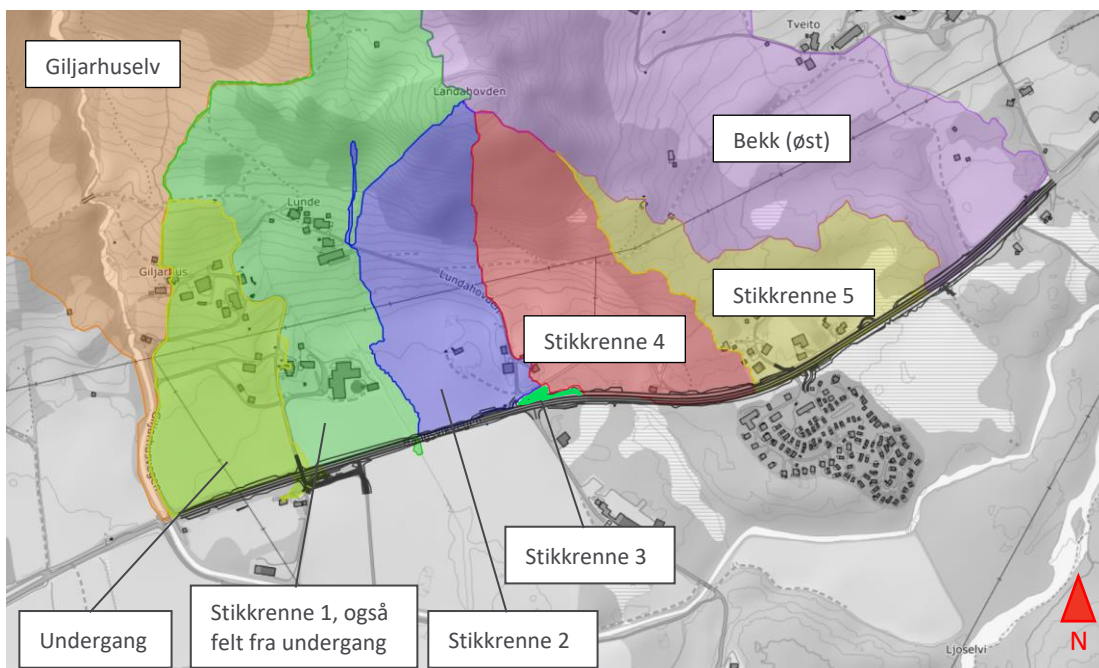
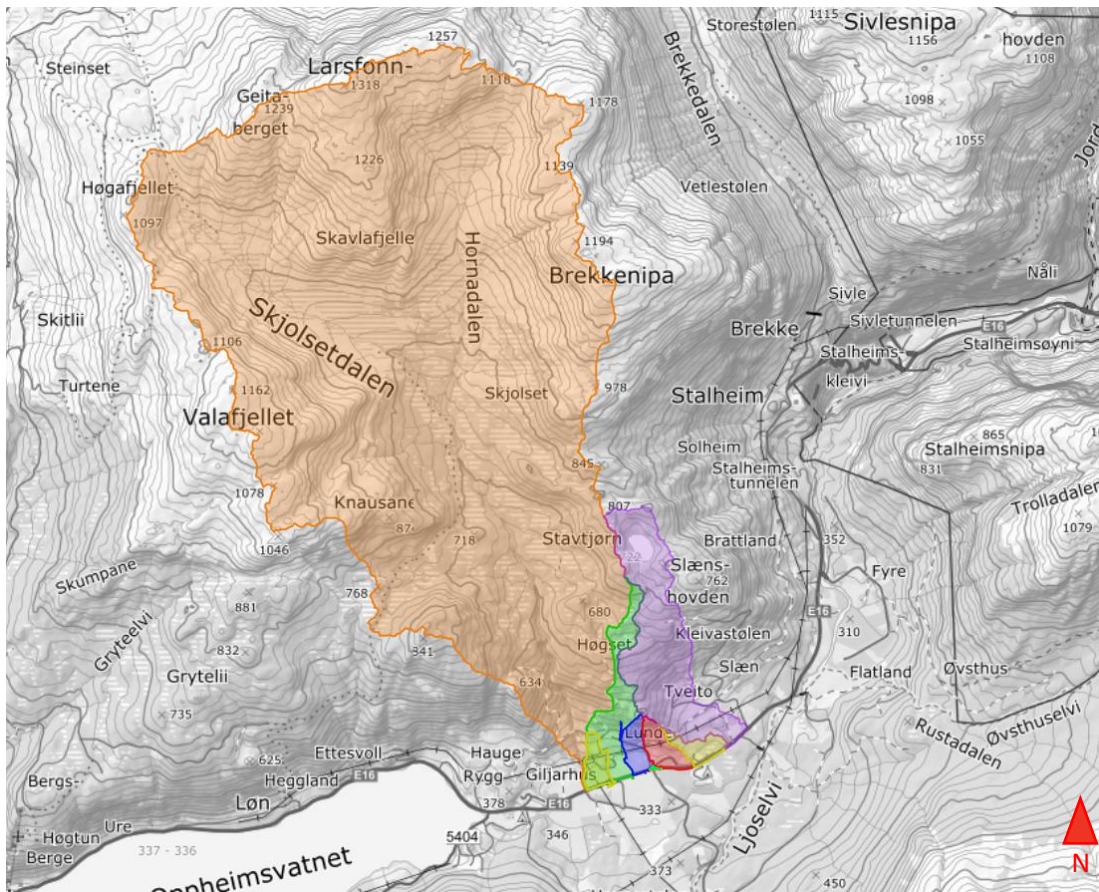
De minste registrerte stikkrennene (Ø150 mm) og fegjennomgangen, som ikke ligger i lokalt lavbrekk, vil ikke vurderes videre i rapporten. Stikkrenner Ø800 mm og Ø600 mm helt vest i området er beregnet som ett punkt/én konstruksjon. Det tas utgangspunkt i at en eventuell bekkelukking har utløp tilsvarende trasé 1 i Figur 2.41 og Figur 2.42, slik at hele bekkeløpet renner mot nordside av E16.

Stikkrenner nummereres fra vest til øst. Giljarhuselv, undergangen og bekk i øst omtales uten nummerering. Oversikt over konstruksjoner det utføres flomberegninger for er vist i Tabell 4.1, med ID fra vegkart og profilnummer etter prosjektert veg.

Tabell 4.1 Oversikt over gjennomløp til flomberegninger

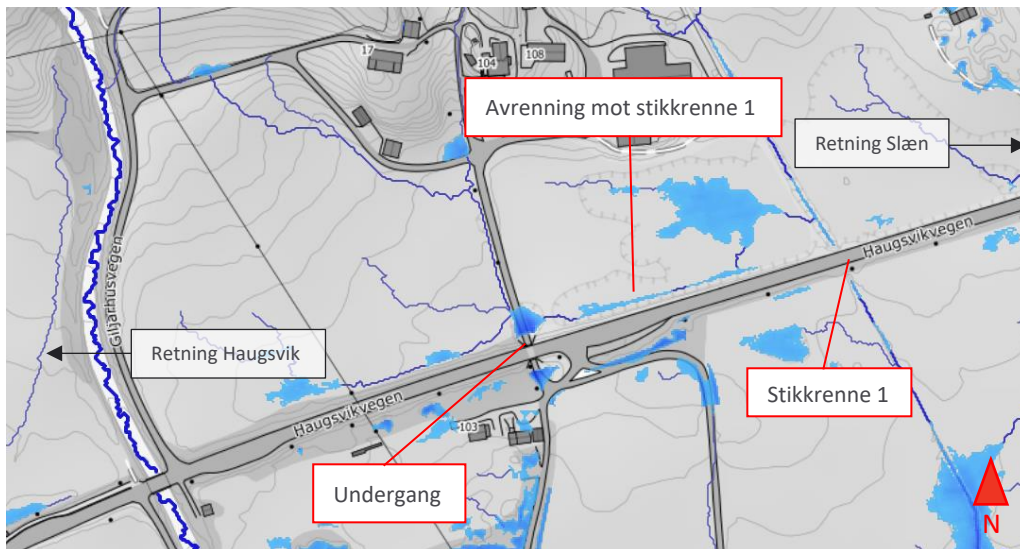
NAVN	BRUTUSNR./ID	PROFILNR.	EKS. KONSTRUKSJON
Giljarhuselv	1330	>1400	Bru
Undergang	2245	1210	Kulvert
Stikkrenne 1	82832549	1035	Ø1000 mm betong
Stikkrenne 2	870781111	940	Ikke funnet under befarig. Dimensjon ukjent, kum over stikkrenne, stål
Stikkrenne 3	870781113	850	Ø250 mm betong, kum over stikkrenne
Stikkrenne 4	Ikke registrert	710	Antatt stikkrenne
Stikkrenne 5	Ikke registrert	270	Antatt stikkrenne
Bekk (øst)	869435847/ 82832572	20	Ø800 mm og Ø600 mm stål. Ø600 mm er ikke funnet under inspeksjon ifølge vegkart

Figur 4.1 viser oversikt over nedslagsfeltene for gjennomløpene vist i Tabell 4.1. Feltene er og vist i Vedlegg B .



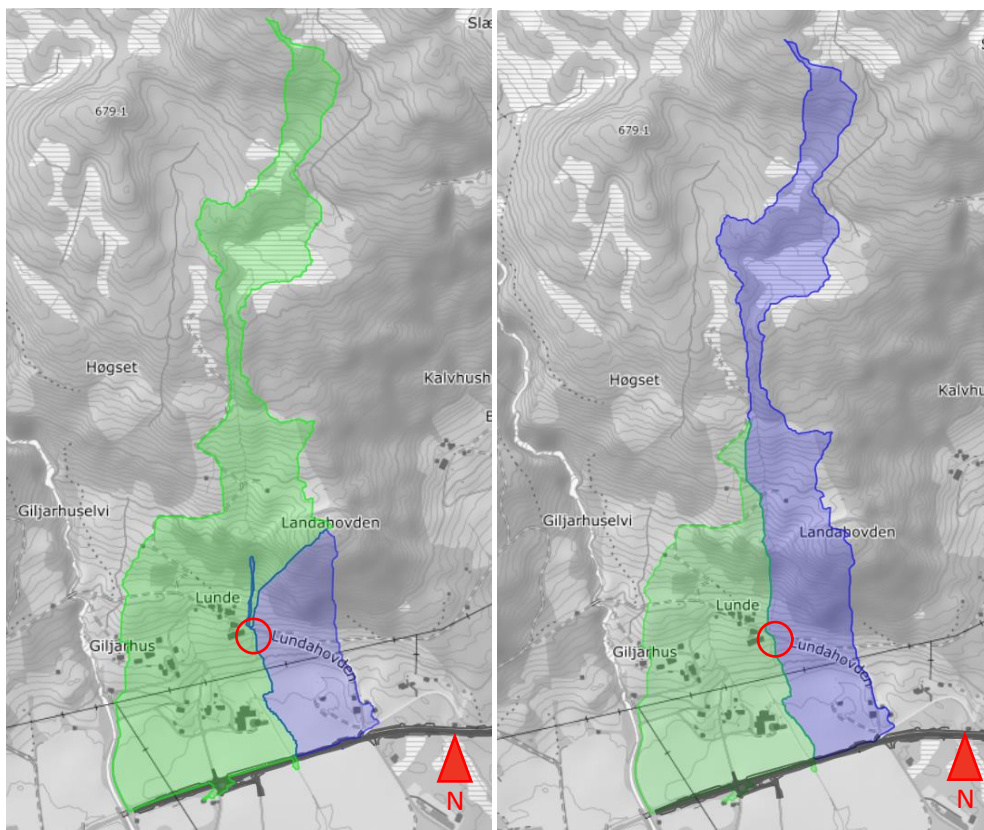
Figur 4.1 Oversikt over hele nedslagsfelt (øverst) og feltene langs E16 (nederst) (Scalgo)

Som vist i figuren renner også vann fra undergang mot stikkrenne 1 når lagringskapasiteten i undergangen overskrides. Utklipp fra Scalgo i Figur 4.2 illustrerer dette.



Figur 4.2 Avrenning fra undergang mot stikkrenne 1 (Scalgo)

For felt stikkrenne 1 og stikkrenne 2 er det i tillegg tatt en vurdering ifm. eventuell gjentetting av stikkrenne lenger oppstrøms i feltet, ref. Figur 2.37. Figur 4.3 sammenligner feltene med og uten tett stikkrenne oppstrøms.



Figur 4.3 Felt for stikkrenne 1 (grønn) og stikkrenne 2 (blå) uten tett rør oppstrøms (t.v.) og ved tett rør oppstrøms (t.h.) Plassering av stikkrenne i rødt. (Scalgo)

## 5 FLOMBEREGNINGER

### 5.1 Klima- og sikkerhetsfaktor

Fra klimaprofiler for Hordaland (Norsk klimaservicesenter) er det følgende anbefaling:

*Tilrådd klimapåslag på flaumvassføring er 20 % eller 40 % for alle nedbørfelt i Hordaland, avhengig av plassering og flaumsesong.*

Norsk klimaservicesenter (05.04.2024)

Fra V240 (2022) er anbefalt klimafaktor for Hordaland 1,4 for både store og små felt. Det er valgt å bruke 1,4 for flomberegninger i denne rapporten.

Estimert ÅDT i 2045 er ifølge SVV 3000. Området er vurdert til ikke å ha omkjøringsmulighet. Fra Tabell 5.1 og Tabell 5.2 settes sikkerhetsfaktor til 1,1.

Tabell 5.1 Sikkerhetsklasse etter ÅDT og mulighet for omkjøring (V240, 2022)

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode T	
		Med omkjøringsmuligheter	Uten omkjøringsmuligheter
V1	0-500	50 år	100 år
V2	500-4000	100 år	200 år
V3	> 4000	200 år	200 år

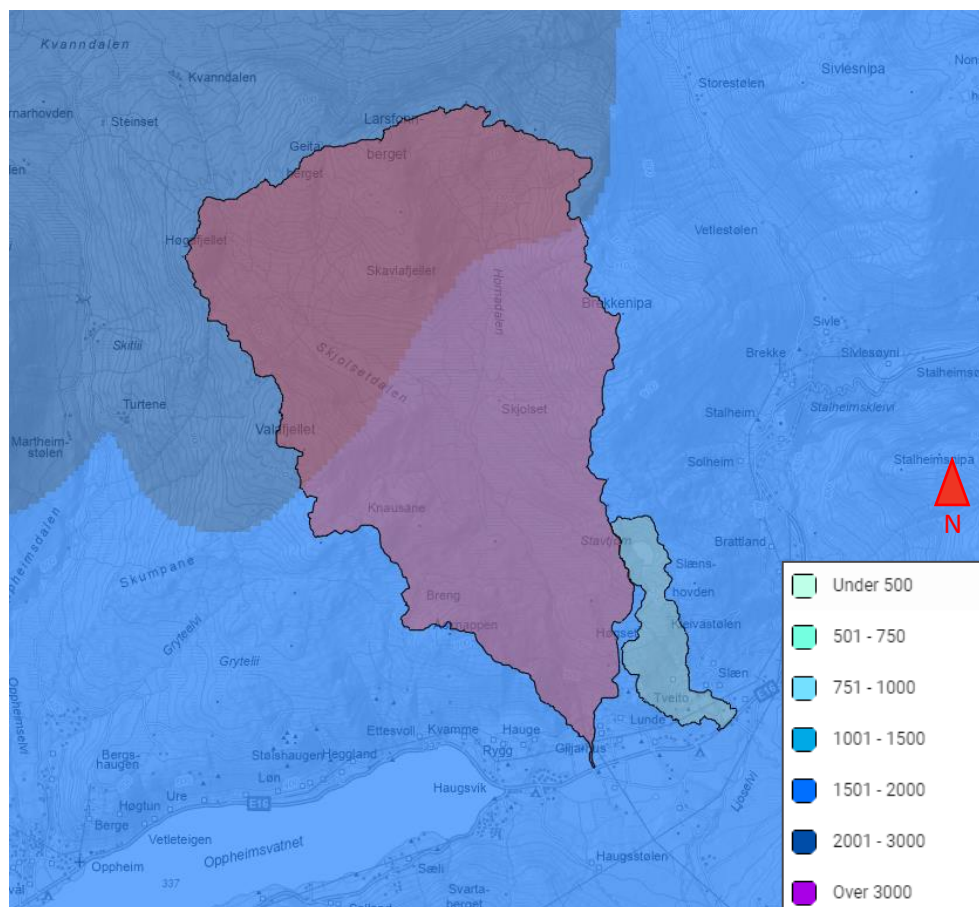
Tabell 5.2 Sikkerhetsfaktor basert på sikkerhetsklasse (V240, 2022)

Sikkerhetsklasse	$F_u$
V1	1,0
V2	1,1
V3	1,2

### 5.2 Vurdering av normalavrenning

Spesifikk normalavrenning,  $q_n$ , er hentet fra Nevina for Giljarhuselv og bekk i øst. Avrenning fra Nevina er fra normalperiode 1961-1990. Nytt avrenningskart for normalperiode 1991-2020 ble ferdigstilt av NVE i 2022. Sammenligning mellom normalperiodene må gjøres med forsiktighet da det er brukt ulike metoder og grunnlagsdata i utarbeidelse av avrenningskartene (36/2022). NVE arbeider med å få

kartet implementert i Nevina. Figur 5.1 viser nedslagsfelt for Giljarhuselv og bekk i øst over avrenningskart fra 1991-2020.



Figur 5.1 Nedslagsfelt for Giljarhuselv og bekk i øst over avrenningskart [mm/år] 1991-2020 (NVE Temakart)

Obervert  $q_n$  er sammenlignet med  $q_n$  fra avrenningskart (1961-1990) for å vurdere om det gamle avrenningskartet gir et godt nok estimat. Tabell 5.3 viser observert avrenning mot avrenningskart for stasjoner i nærheten.

Tabell 5.3 Observert avrenning mot avrenningskart for utvalgte stasjoner

FELT/MÅLESTASJON	MÅLEÅR	ANTALL ÅR DØGNDATA	QN (OBS) [L/S KM <sup>2</sup> ]	QN (61-90)** [L/S KM <sup>2</sup> ]	QN (91-20)* [L/S KM <sup>2</sup> ]
<b>Giljarhuselv</b>	-	-	-	62.1	61.90
<b>61.7.0.1 Sedal</b>	1978-1944	34	98.939	113.586	111.57
<b>61.8.0.1 Kaldåen</b>	2023-1985	38	96.284	107.68	97.72
<b>61.13.0.1 Haukåselva</b>	2023-2007	16	70.325	71.064	67.19
<b>62.12.0.1 Hielav</b>	1999-1970	29	68.935	104.535	75.28
<b>90.1.0.1 Førdeelv</b>	2023-2007	16	94.983	73.799	81.141

FELT/MÅLESTASJON	MÅLEÅR	ANTALL ÅR DØGNDATA	QN (OBS) [L/S KM2]	QN (61-90)** [L/S KM2]	QN (91-20)* [L/S KM2]
97.4.0.1 Skjåstad	1997-1966	31	67.735	72.092	86.14
97.5.0 Sleddalen	2023-1997	26	91.145	73.611	86.14

\* Fra avrenningskart (NVE Temakart)

\*\* Fra Hydra/Nevina (NVE)

Sammenligning mellom observert qn og qn fra avrenningskartet viser at det for noen stasjoner øker litt og for noen er lavere. For Giljarhuselv justeres qn litt opp til 65,1 l/s km<sup>2</sup>.

For resterende felt er det valgt å bruke qn fra avrenningskart 1991-2020 for bekk i øst. Denne justeres tilsvarende opp og resulterer i qn = 57,43 l/s km<sup>2</sup> alle felt utenom Giljarhuselv.

### 5.3 Vurdering av kulminasjonsfaktor

Kulminasjonsfaktor er hentet fra Nevina for Giljarhuselv og tilvarer  $Q_{mom}/Q_{døgn}=1,81$ . For resterende felt er det brukt kulminasjonsfaktor generert i Nevina for bekk i øst da feltene er svært små, tilsvarende  $Q_{mom}/Q_{døgn}=1,98$ .

### 5.4 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt (NIFS)

Metoden beregner kulminasjonsflom for middelflom og flom med høyere returperioder for små (< ca. 50km<sup>2</sup>), uregulerte felt. Formelverket er basert på et sett med ligninger for å beregne middelflom ( $Q_M$ ) og vekstfaktoren ( $Q_T/Q_M$ ). Se Formel 5.1 og 5.2, som gjelder for hele Norge (V240, 2022).

$$Q_M = 18,97 Q_N^{0,864} e^{-0,251\sqrt{A_{SE}}} \quad \text{Formel 5.1}$$

Der:

$Q_N$  = Middelvannføring (m<sup>3</sup>/s)

$A_{SE}$  = Effektiv sjøprosent (%)

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0,308 q_N^{-0,137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}]/k \quad \text{Formel 5.2}$$

Der:

$q_N$  = spesifikk middelvannføring, i periode 1961-90 (l/s\*km<sup>2</sup>)

$\Gamma$  = gammafunksjonen

T = Gjentakintervall

Konstanten k er gitt fra formel 5.3:

$$k = -1 + 2/[1 + e^{0,391 + \frac{1,54A_{SE}}{100}}] \quad \text{Formel 5.3}$$

Formelsettet er gyldige for nedbørsfelt med:

- Areal: 0,2-53 km<sup>2</sup>
- Normalavrenning: 9-163 l/s\*km<sup>2</sup>
- Effektiv sjøprosent: 0-21 %

Formelverket kan benyttes utover intervallene, men usikkerheten kan da være større (NVE, 86/2015).

Den største usikkerheten ved bruk av dette formelverket kommer fra middelflomregresjon. I tillegg er det stor usikkerhet knyttet til spesifikk middelvannføring da denne har vist seg å være mer eksakt for noen områder enn andre (NVE, 86/2015).

## 5.5 Flomfrekvensanalyse

Det er utført flomanalyse ved hjelp av målinger hentet fra NVEs FLOM\_ANALYSE. Verdi for  $Q_M$  og relative måleverdier til  $Q_{200}$  vil bli vurdert fra målestasjoner med lignende feltegenskaper som Giljarhuselv.

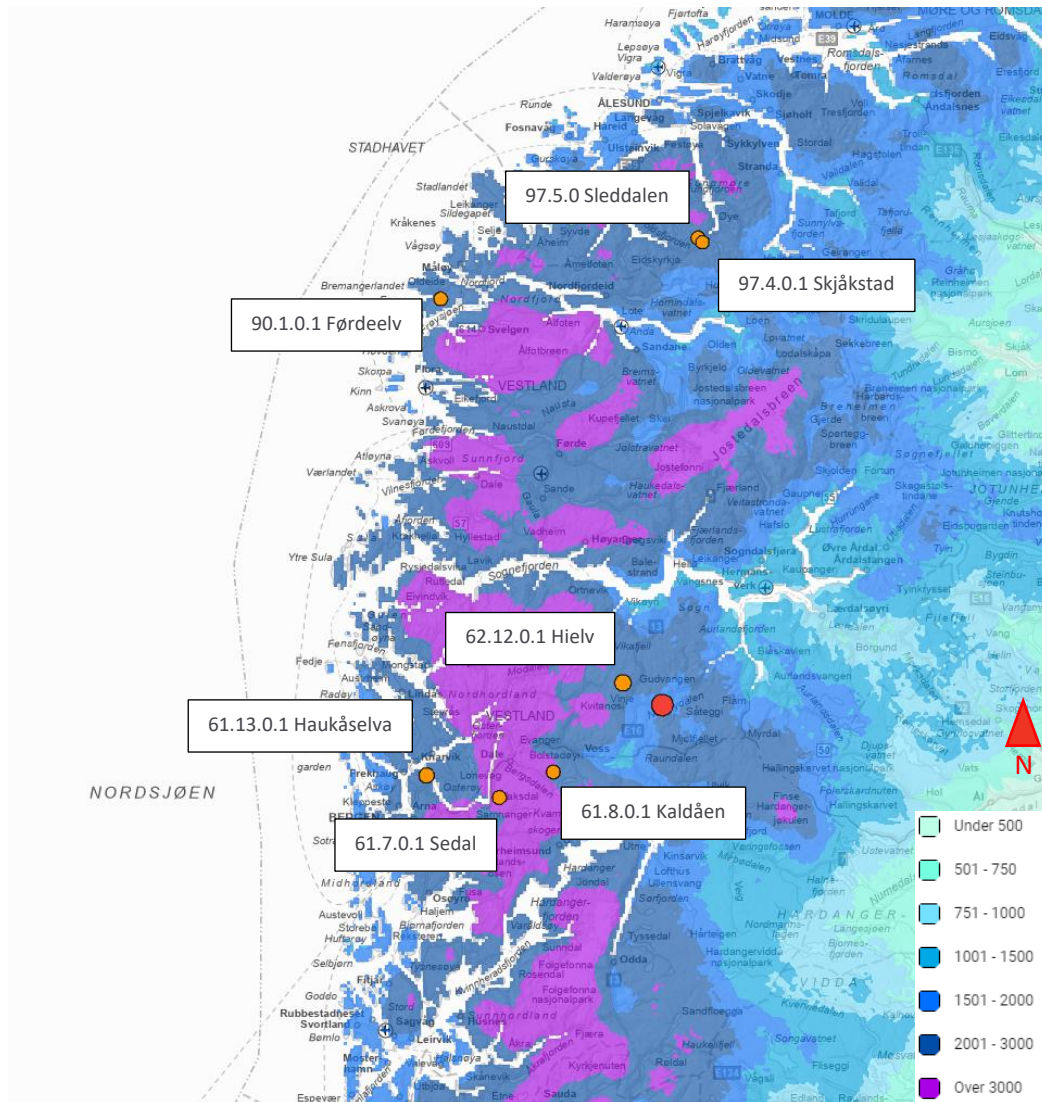
$Q_M$  for de aktuelle feltene blir regnet ut ved å multiplisere forholdstall fra formel 5.4 med arealet til aktuelt nedslagsfelt.  $Q_M$  for feltet blir dermed funnet ved formel:

$$Q_{M_{felt}} = \frac{Q_{M_{målestasjon}}}{A_{målestasjon}} A_{felt} \quad \text{Formel 5.4}$$

Verdien fra formel 5.4 blir så multiplisert med den relative måleverdien,  $Q_{200}/Q_M$  fra flomfrekvensanalyser for målestasjonene, for å finne  $Q_{200}$ .

### 5.5.1 Vurdering av målestasjoner

Det er vurdert flere stasjoner med sammenlignbare feltparametere som Giljarhuselv til flomfrekvensanalyse. Stasjonene vurdert er vist over avrenningskart for periode 1991-2020 i Figur 5.2.



Figur 5.2 Målestasjoner (oransje) og prosjektområder (rødt) over avrenningskart 1991-2020 [mm/år] (NVE Temakart)

Feltparametere og stasjonsopplysninger sammenlignet med Giljarahuselv er vist i Tabell 5.4.



Tabell 5.4 Stasjonsopplysninger sammenlignet med Giljarhuselv

FELT/MÅLESTASJON	MÅLEÅR	ANTALL ÅR DØGNDATA	A [KM2]	QN (OBS) [L/S KM2]	QN (61-90)** [L/S KM2]	QN (91-20)* [L/S KM2]	ASE [%]	ASF [%]	ASKOG [%]	ELVEGRADIENT [M/KM]	KURVEKVALITET OG FYSISKE MÅLEFORHOLD***
<b>Giljarhuselv</b>	-	-	13.6	-	62.1	61.90	0	58.2	26.6	94.9	
<b>61.7.0.1 Sedal</b>	1978-1944	34	11.31	98.939	113.586	111.57	0.03	76.49	17.3	104.05	Dårlig kurvekvalitet for store vannføringer
<b>61.8.0.1 Kaldåen</b>	2023-1985	38	15.34	96.284	107.68	97.72	0.1	93.41	4.04	59.93	Middels kurvekvalitet for store vannføringer
<b>61.13.0.1 Haukåselva</b>	2023-2007	16	7.38	70.325	71.064	67.19	0.36	11.23	39.65	10.72	Middels kurvekvalitet for store vannføringer
<b>62.12.0.1 Hielav</b>	1999-1970	29	9.11	68.935	104.535	75.28	1.35	75.73	16.38	125.43	Meget dårlig kurvekvalitet for store vannføringer
<b>90.1.0.1 Førdeelv</b>	2023-2007	16	2.99	94.983	73.799	81.141	0	33.44	0	142.49	Bra kurvekvalitet og fysiske forhold for store vannføringer
<b>97.4.0.1 Skjåstad</b>	1997-1966	31	9.98	67.735	72.092	86.14	0	60.62	31.72	142.13	Meget dårlig kurvekvalitet for store vannføringer
<b>97.5.0 Sleddalen</b>	2023-1997	26	9.26	91.145	73.611	86.14	0	63.98	28.08	117.48	Middels fysiske forhold for store vannføringer

\* Fra avrenningskart (NVE Temakart)

\*\* Fra Hydra/Nevina (NVE)

\*\*\* Fra Seriekart (NVE Seriekart)

### 5.5.2 Flomfrekvensanalyser

Basert på vurderinger knyttet til serielengde, kurvekvalitet og feltparametere er det valgt å gjøre flomfrekvensanalyse for 4 av stasjonene fra Tabell 5.4. Tabell 5.5 viser verdier fra flomfrekvensanalysene. Måleserie for døgnerverdier og kurve for flomfrekvensanalyse er vist i Vedlegg D.

Tabell 5.5 Resulterende verdier fra flomfrekvensanalyse

STASJON	QM [L/S KM2]	Q200/QM	Q200 [L/S KM2]	FORDELING
97.5.0.1 Sleddalen	824.81	2.197	1812.11	GEV
90.1.0 Førdeelv	1071.87	2.169	2324.89	GEV
61.13.0 Haukåselva	677.78	2.313	1567.71	GEV
61.8.0 Kaldåen	972.75	2.270	2208.14	GEV

Analysene er gjort på døgnerverdier og må justeres med kulminasjonsfaktor fra kap. 5.3.

### 5.6 Rasjonell metode

Den rasjonelle formelen baserer seg på målt nedbør og avrenningen (Q) og er gitt ved Formel 3.5.

$$Q = C * i * A * K_f * F_c \quad \text{Formel 3.5}$$

Der:

C = avrenningsfaktor

i = dimensjonerende nedbørintensitet, l/(s\*ha)

A = feltareal, ha

K<sub>f</sub> = klimafaktor

F<sub>c</sub> = sikkerhetsfaktor

Avrenningsfaktoren (C) bestemmes ut fra overflatetype. Hvis feltet er sammensatt av ulike overflatetyper må en midlere avrenningsfaktor beregnes for hele feltet. En midlere avrenningsfaktor beregnes etter formel 3.6.

$$C = (C_1 * A_1 + \dots + C_n * A_n) / \Sigma A \quad \text{Formel 3.6}$$

For å finne den dimensjonerende nedbørintensiteten (i) må feltets konsentrasjonstid først beregnes. Det finnes ulike formler, med ulike gyldighetsintervall og anvendelsesområde, for å beregne estimert konsentrasjonstid. Formel gitt i Berg et al. (1992) for naturlige felt er brukt her i de videre beregningene da den anses som best egnet for denne type lite utbygde nedslagsfelt. Formel for naturlige felt er gitt i formel 3.7.

$$t_c = 0,6 * L * H^{-0,5} + 3000 * A_{se} \quad \text{Formel 3.7}$$

Der

$t_c$  = Konsentrasjonstid, min

H = høydeforskjellen innen feltet, m

$A_{se}$  = andel innsjø innen feltet, forholdstall

L = lengde av feltet, m

Konsentrasjonstiden settes lik varigheten for en representativ IVF-kurve for området for å finne nedbørintensiteten (i) for dimensjonerende returperiode. Det er for disse beregningene tatt utgangspunkt i IVF-kurven fra stasjon for Åsane (SN50810), hentet fra Norsk Klimaservice senter, se Vedlegg E . Stasjonen har svært usikre verdier. Den rasjonelle metoden er gyldig for nedbørsfelt opp til 2 km<sup>2</sup> (SVV, 2022).

## 6 RESULTERENDE FLOMBEREGNINGER

Det er stor usikkerhet til flomberegninger for alle felt da noen er svært små. Ingen av målestasjonene er ansett som representative nok til å brukes som dimensjonerende flom.

Resulterende flomberegninger er vist i Tabell 6.1. Flomberegninger for stikkrenne 1 og 2 dersom rør oppstrøms går tett, ref. Figur 4.3, er vist i Tabell 6.2.

På grunn av stor mangel på hydrologisk data ansees flomberegninger for alle feltene for å være i klasse 5 iht. NVEs veileder (3/2022).

Tabell 6.1 Resulterende flomberegninger

FELT	BRUTUSNR./ ID	A [KM2]	NIFS* [M3/S]	RASJONELL METODE [M3/S]	97.5.0.1 SLEDDALEN [M3/S]	90.1.0 FØRDEELV [M3/S]	61.13.0 HAUKÅSELVA [M3/S]	61.8.0 KALDÅEN [M3/S]	Q200DIM [M3/S]	KOMMENTAR
Giljarhuselvi	1330	13.6	66.886	0.000	68.694	88.133	59.429	83.708	<b>66.886</b>	NIFS. Ingen målestasjoner ansees som representative nok.
Ungang	2245	0.0704	0.642	0.965	0.389	0.499	0.337	0.474	<b>0.965</b>	Rasjonell metode
Stikkrenne 1	82832549	0.31	2.312	3.025	1.713	2.198	1.482	2.087	<b>2.668</b>	Snitt av NIFS og rasjonell metode
Stikkrenne 2	870781111	0.0724	0.658	1.004	0.400	0.513	0.346	0.487	<b>1.004</b>	NIFS
Stikkrenne 3	870781113	0.00145	0.022	0.022	0.008	0.010	0.007	0.010	<b>0.022</b>	Rasjonell metode
Stikkrenne 4	Ikke registrert	0.0894	0.790	1.183	0.494	0.634	0.427	0.602	<b>1.183</b>	Rasjonell metode
Stikkrenne 5	Ikke registrert	0.0691	0.632	1.109	0.382	0.490	0.330	0.465	<b>1.109</b>	Rasjonell metode
Bekk øst	86943584/ 82832572	0.82	4.275	4.418	4.531	5.813	3.920	5.521	<b>4.347</b>	Snitt NIFS og rasjonell metode

\* Kursiv = utenfor gyldighetsintervallet til NIFS

Tabell 6.2 Resulterende flomberegning for stikkrenne 1 og 2 dersom rør oppstrøms går tett

FELT	ID	A [KM2]	NIFS* [M3/S]	RASJONELL METODE [M3/S]	97.5.0.1 SLEDDALEN [M3/S]	90.1.0 FØRDESELV [M3/S]	61.13.0 HAUKÅSELVA [M3/S]	61.8.0 KALDÅEN [M3/S]	Q200DIM [M3/S]	KOMMENTAR
Stikkrenne 1	82832549	0.18	1.446	2.481	0.995	1.276	0.860	1.212	<b>1.963</b>	<i>Snitt NIFS og rasjonell metode. Rasjonell metode alene ansees som konservativ da mye av avrenning går mot undergang før det renner i stikkrenne 1.</i>
Stikkrenne 2	870781111	0.2	1.583	1.804	1.105	1.418	0.956	1.347	<b>1.804</b>	<i>Rasjonell metode</i>

\* Kursiv = utenfor gyldighetsintervallet til NIFS

## 7 DIMENSJONERING AV STIKKRENNER

For dimensjonering av stikkrenner er det brukt programvare HY-8. Koter og lengde på stikkrenner er basert på nasjonal detaljert høydemodell via Scalgo og terrengmodell for ny veg. For noen stikkrenner er det behov for noe senking av innløpet. Iht. N200 (2022) er det dimensjonert for 1/3 gjentetting. Trasé for stikkrenne for bekk i øst er antatt å gå diagonalt som vist i Figur 7.1.



Figur 7.1 Antatt trasé for ny stikkrenne for bekk i øst (Scalgo)

Resulterende dimensjoner er vist i Vedlegg F . Oversikt er vist i Tabell 7.1

Tabell 7.1 Resulterende dimensjon på stikkrenner og utløpshastighet

NAVN	ID	EKS. DIMENSJON [MM]	DIMENSJON [MM]	UTLØPSHASTIGHET [M/S]	KOMMENTAR
Stikkrenne 1	82832549	Ø1000	Ø1600	2,65	Krever tett sikring i innløpet (N200, 2022)
Stikkrenne 2	870781111	Ukjent	Ø1000	2,30	Krever tett sikring i innløpet (N200, 2022)
Stikkrenne 3	870781113	Ø250	Ø600*	-	Uklar retning på avrenning. Tilstrekkelig overdekning må sikres og koter på innløp/utløp må vurderes i sammenheng med tilkobling til sluk/kum.
Stikkrenne 4	Ikke registrert	-	Ø1400	2,05	Stor overdekning, må vurderes å bruke avlastningsplate
Stikkrenne 5	Ikke registrert	-	Ø1200	2,53	Krever tett sikring i innløpet (N200, 2022)

NAVN	ID	EKS. DIMENSJON [MM]	DIMENSJON [MM]	UTLØPSHASTIGHET [M/S]	KOMMENTAR
Bekk (øst)	86943584/ 82832572	Ø800/Ø600	2x Ø1400	2,23	Innløp må senkes omtrent 80 cm. Krever tett sikring i innløpet (N200, 2022) Utløpet må tilpasses mtp. bredde av to rør i forhold til bredde tilgjengelig i utløpet

\*Satt til minimum dimensjon iht. N200 (SVV)

For bekk i øst blir rørbredden for bred med to Ø1400 mm rør og terrenget må sannsynligvis tilpasses ved utløpet for å unngå oppstuvning,

For stikkrenne 1 og stikkrenne 2 er det dimensjonert gjennomløp for situasjon der privat stikkrenne oppstrøms går tett, ref. Figur 2.36 og Figur 2.37 . Resulterende dimensjon for stikkrenne 1 og 2 ved denne situasjon er vist i Vedlegg G og oversikt er vist i Tabell 7.2.

Tabell 7.2 Resulterende dimensjon på stikkrenner 1 og 2 ved tett stikkrenne oppstrøms

NAVN	ID	EKS. DIMENSJON [MM]	DIMENSJON [MM]	UTLØPSHASTIGHET [M/S]	KOMMENTAR
Stikkrenne 1	82832549	Ø1000	Ø1400	2,51	Krever tett sikring i innløpet (N200, 2022)
Stikkrenne 2	870781111	Ukjent	2x Ø1000	2,19	Krever tett sikring i innløpet (N200, 2022)

Koter er hentet fra høydekart og prosjektert vegmodell. Dette kan avvike fra reelle koter og det bør kontrolleres med innmålinger.

Utløpshastigheter er noe høye og det bør vurderes behov for moderat sikring av utløpene, spesielt for bekkeløpene. Det vurderes som hensiktsmessig å prosjektere dette i senere fase da behov for sikring i utløpene sannsynligvis ikke overskrider 3 m i utstrekning.

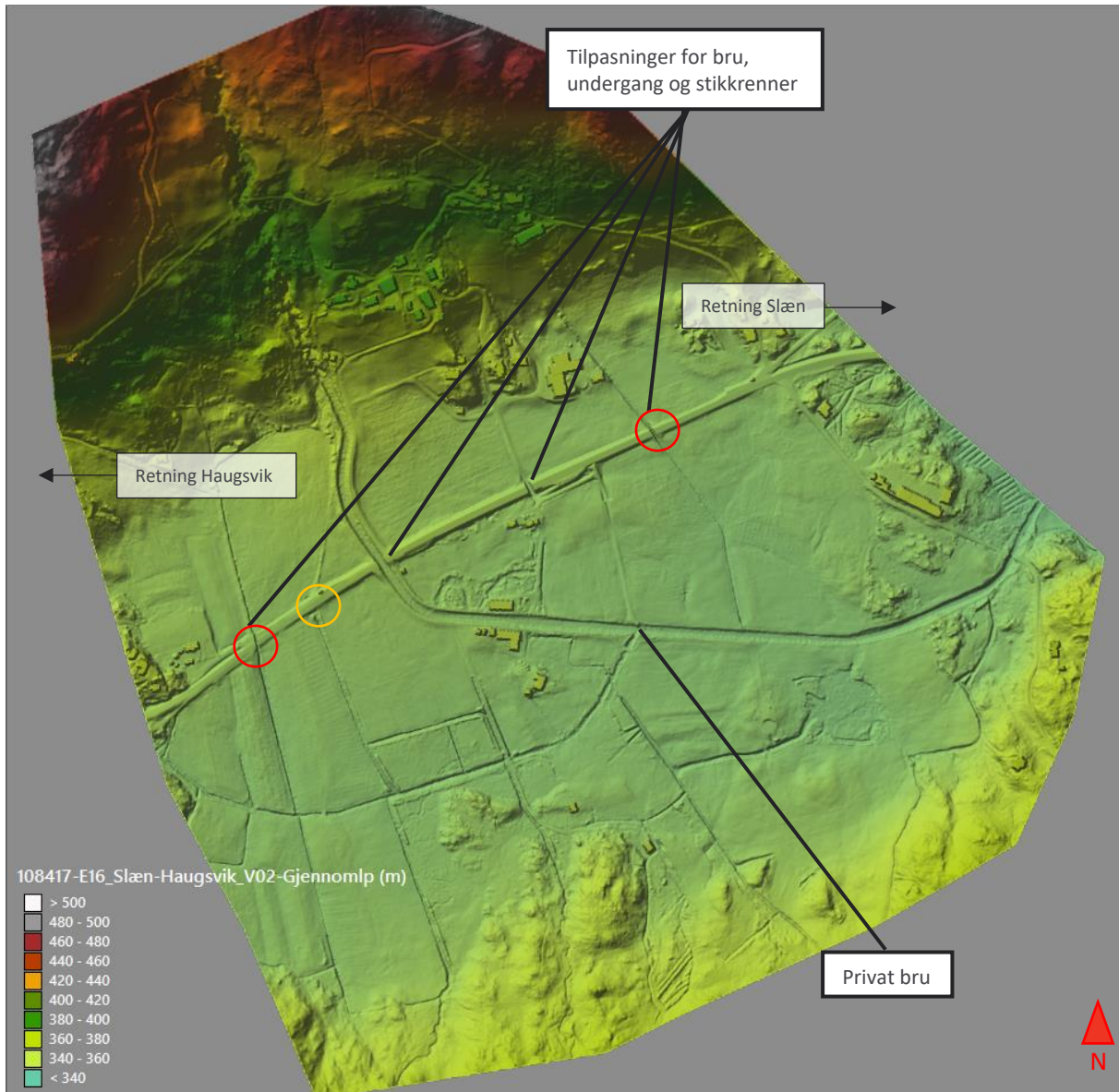
Innløp til stikkrenne 5, og delvis stikkrenne 4, ligger i myrområde. Siden dimensjonering av stikkrenner er gjort med hensyn til at alt vann renner gjennom er det fare for drenering av myren på nordlig side av veien. Risiko for dette bør vurderes. Eventuelle tiltak kan være å heve innløpet og/eller å redusere helning på stikkrennene dersom det etableres stikkrenner i disse punktene.

Ingen av de eksisterende stikkrennene har tilstrekkelig kapasitet og det er derfor ikke vurdert mulighet for å skjøte på eksisterende stikkrenner.



## 8 HYDRAULISK MODELL – GILJARHUSELV

Flomsituasjon for Giljarhuselv er vurdert ved 2D hydraulisk modell i GeoHEC-RAS. Terrengmodell er hentet fra Scalgo som primært er basert på Kartverkets Nasjonal detaljert høydemodell, NDH (Scalgo, *Country specific-Norway*). Ny veg er lagt inn i terrengmodell. Tilpasning er gjort for Giljarhus bru, undergang og to stikkrenner. Stikkrennene er modellert inn, med unntak av én. Denne er ikke modellert da den ikke har tydelig avrenning oppstrøms og antas derfor å ha begrenset effekt. Privat bru omtrent 350 m nedstrøms. Se terrengmodell brukt i Figur 8.1.



Figur 8.1 Terrengmodell brukt i hydraulisk modell. Røde sirkler markerer modellerte stikkrenner og oransje sirkel markerer eksisterende stikkrenner som ikke er modellert (Kartverket via Scalgo)

Øvre grensebetingelse er hydrogram er skalert fra Finut med tidskritt på 1 time for en flomhendelse i 14.11.2005 for 97.5.0 Sleddalen, med flomtopp lik dimensjonerende 200-årsflom,  $Q_{200dim}=66,9$  m<sup>3</sup>/s. Energilinje er satt til helning lik 0.294.

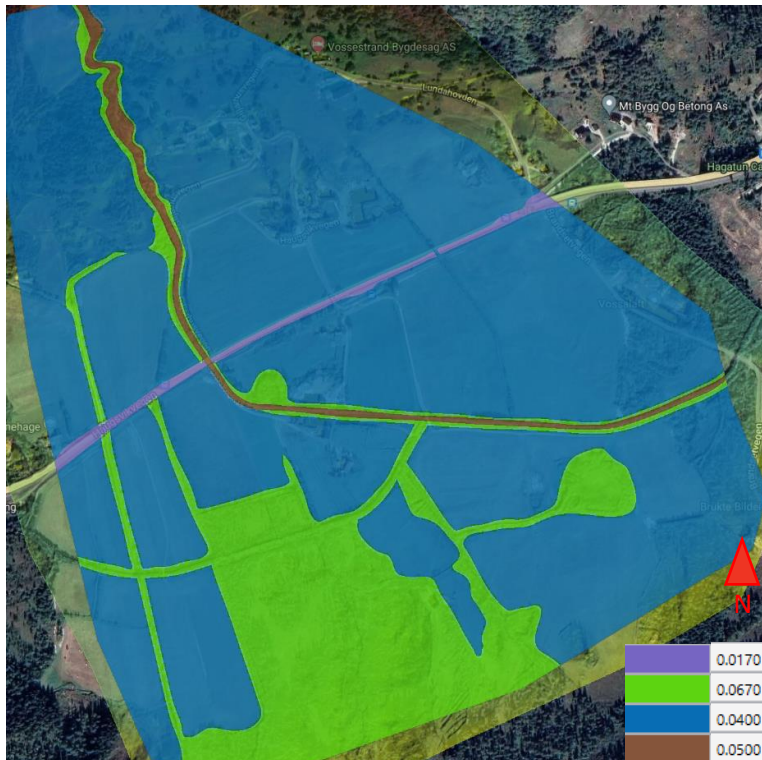
Nedre grensebetingelse er satt til normaldybde med helning 0.0063.

Elveløpet er dominert av store steiner, se Figur 8.2.



Figur 8.2 Bilder av elveløpet oppstrøms E18 (SVV)

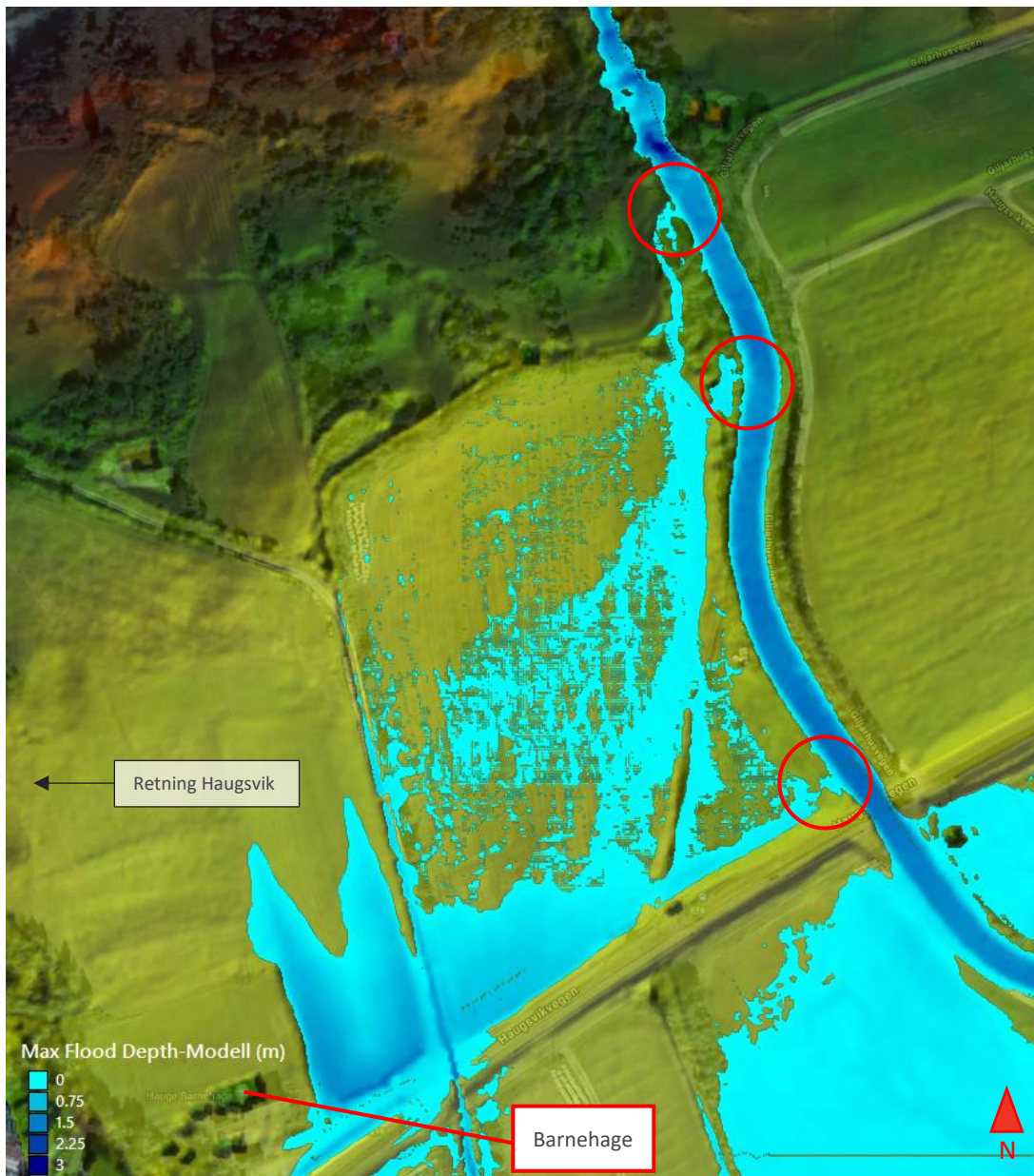
Fra Chow (1959, via V240, 2022) er Mannings verdier valgt for området er som vist i Figur 8.3.



Figur 8.3 Mannings verdier for modell

### 8.1 Resultater

Flommen brer seg utenfor hovedløpet flere steder. På grunn av et svært flatt terreng sør for E16 vil området her i stor grad bli oversvømt. Nord for E16 renner det over plastringen og mot barnehagen hovedsakelig i 3 punkter, deriblant i området med plastring etter flom i 1938, ref. Figur 2.32 og Figur 2.33. Se utklipp med punktene i Figur 8.4.



Figur 8.4 Flomsone nord for E16

Resulterende flomsonekart og hastighetskart er vist i Vedlegg H og Vedlegg I .

Snitt ved med flomvannstand og hastighet like ved innløpet er vist i Vedlegg J . Snitt av vannstand ved innløpet til Giljarhus bru viser en klarering på omtrent 12 cm, dersom brudekke er på 65 cm. Bruen oppfyller dermed ikke krav til klaring på 50 cm over vassdrag for Q200dim iht. N400 (2024). Maksimal hastighet i gjennomløpet er på omtrent 5 m/s og det vil være behov for erosjonssikring.

Resultatene er for en situasjon der vannet flommer utenfor elveløpet nord for E16 og mot lavbrekk i vest. Dersom det gjøres tiltak for å føre alt vannet mot Giljarhus bru, vil flomdybde og hastighet sannsynligvis øke. Tiltakene vil sannsynligvis være omfattende i form av at store deler av sikringen nord

for E16 må heves for å føre alt vann til Giljarhus bru. Dette kan og skape større flomproblematikk lenger nedstrøms. Selve tiltaket med breddeutvidelse har uvesentlig effekt på flomsonen.

## 8.2 Sensitivitetsanalyser

Det er utført tre sensitivitetsanalyser:

1. Mannings i elveløp=0.067
2. Øvre grensebetingelse: helning=0.09
3. Nedre grensebetingelse: helning=0.09

Resultat av modell sammenlignet med sensitivitetsanalyser for Mannings viser en flomvannstand på omtrent 10 cm høyere ved innløp til bru ved et ruere elveløp. Flommen brer seg utover i større grad, også på østlig side nord for E16, da elven blir for ru til at alt renner gjennom hovedløpet. Modell ansees som sensitiv for endring i Mannings da det ved flere punkter er små marginer før elven renner over plastringen. Flomsone for sensitivitetsanalyser for Mannings er vist i Vedlegg K.1.

Sensitivitetsanalyser for øvre og nedre grensebetingelser viser ingen endring i flomvannstand ved innløp til bru. Flomsonen er tilnærmet lik modell for sensitivitetsanalyse med øvre grensebetingelse. Flomsonen brer seg noe mindre ut for sensitivitetsanalyse for nedre grensebetingelse. Også disse endringene ansees som neglisjerbare. Vedlegg K.2 og K.3 viser flomsonekart for sensitivitetsanalyse for øvre og nedre grensebetingelse.

Tverrsnitt av flomvannstand og hastigheter ved innløpet til bru for alle tre sensitivitetsanalyser sammenlignet med modell er vist i Vedlegg L .

## 8.3 Aktsomhetskart for flom

Resultater fra modell sammenlignet med aktsomhetskart for flom, ref. Figur 2.18, viser avvik spesielt nord for E16, der aktsomhetskartet ikke viser at det flommer utenfor hovedløpet. I aktsomhetskartet brer flomsonen seg mer ut mot E16 på sørlig side. Aktsomhetskartet er en forenkling og elveløpet har tidligere flommet utenfor mur nord for NVEs plastring, ref. Figur 2.31 og Figur 2.32.

## 8.4 Usikkerheter

Terrengmodell brukt i modell er ikke fra oppmålt elvebunn som skaper usikre resultater. I tillegg er det usikkerheter knyttet til beregninger i modellen i områder der fallet er svært stort da programmet har begrensninger ved stort fall. Modellen er og sensitiv for endring i Mannings, der økt ruhet kan føre til betydelig mer avrenning over plastringen. Basert på dette kombinert med at modell ikke er kalibrert vurderes flommodellen å være i klasse E iht. NVEs veileder (3/2022).

## 9 KONKLUSJON

EFLA AS er engasjert av Statens vegvesen for hydrologiske vurderinger i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for E16 Slæn-Haugsvik i Voss kommune. Tiltaket består av breddeutvidelse av en strekning på om lag 1,4 km. Arbeidet innebærer dimensjonering av stikkrenner langs strekningen, i tillegg til vurdering av flomsituasjon for Giljarhuselv, som ligger utenfor grense for reguleringsplan.

Området er svært flatt nær E16 og er dominert av dyrket mark. I tillegg er det to myrområder. Det er én undergang langs strekningen og det er registrert totalt 10 stikkrenner i området basert på vegkart. Rundt kryss Lundahovden/Brandsetveien er situasjon for rør og stikkrenner uklar, da flere av stikkrennene er svært små og de antas tilknyttet slukene i krysset. Én av stikkrenne registret er en fegjennomgang. Området består av to bekker, samt Giljarhuselv som ligger like utenfor planområdet. Bekk lengst øst antas å være delvis rørlagt basert på høydekart og satelittbilder.

Det er gjort beregning for dimensjonerende 200-årsflom med klimafaktor tilsvarende 1,4 og sikkerhetsfaktor tilsvarende 1,1. Det er tatt utgangspunkt i plassering av eksisterende stikkrenner, som krysser E16, fra vegkart, samt egne vurderinger der det kan være behov for stikkrenne evt. der det antas det er en stikkrenne. Stikkrenner med dimensjon  $\varnothing 150$  mm er ikke vurdert. I tillegg er det utført beregning for Giljarhuselv og en undergang. Dette tilsvarer 8 punkter med flomberegninger. To av disse er antatte punkter med stikkrenner.

Dimensjonering av stikkrenner er gjort i HY-8, med 1/3 gjentetting iht. N200 (2022). Det er ikke dimensjonert stikkrenne før undergang. For bekk i øst er det dimensjonert for to rør da det er begrenset overdekning for ett større rør. Utløpet må sannsynligvis tilpasses i bredden for å unngå oppstuvning. De to antatte punktene med stikkrenner ligger i myrområde. For disse punktene er det risiko for å drenere myren og det bør vurderes tiltak for å unngå dette. Utløpshastigheter varierer mellom 2,05 og 2,65 m/s og det bør vurderes moderat erosjonssikring.

Flomsituasjon for Giljarhus bru er vurdert ved 2D analyse i GeoHECRAS. Modell viser at flom renner over eksisterende plastring både nord og sør for E16 og videre til lavbrekkene øst og vest for elveløpet. Eksisterende bru opprettholder ikke krav til klaring på 50 cm iht. N400 (2023). Maksimal hastighet gjennom bruene er på omtrent 5 m/s.

Det er utført 3 sensitivitetsanalyser for flommodell til Giljarhus bru, endring av Mannings i hovedløp, og endring i øvre og nedre grensebetingelse. Flomsonen øker ved et ruere elveløp og flom renner over plastring også på vestlig side, nord for E16. Endring i øvre og nedre grensebetingelse har uvesentlig effekt på flomsonen. Resultater viser og liten endring gjennomløp for bru for endring av Mannings og ingen endring i gjennomløp for øvre og nedre grensebetingelse.

## 10 REFERANSER

Beldring et. al (NVE, 36/2022), *Avrenningskart for Norge 1991-2020*

[https://publikasjoner.nve.no/rapport/2022/rapport2022\\_36.pdf](https://publikasjoner.nve.no/rapport/2022/rapport2022_36.pdf)

Glad. et al (NVE, 86/2015), *Sammenligning av metoder for flomberegninger i små uregulerte felt - Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie Delprosjekt 5.1.7*

[https://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015\\_86.pdf](https://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_86.pdf)

Høydedata, <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Nevina, <https://nevina.nve.no/>

NGU Løsmassekart, [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)

NVE (Nr.3/2022), *Sikkerhet mot flom - Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*

[https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022\\_03.pdf](https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_03.pdf)

NVE (2015), *Sammenligning av metoder for flomberegninger i små uregulerte felt*, Rapport 86/2015

NVE Temakart, *NVE Årsavrenning 1991-2020*

<https://temakart.nve.no/tema/avrenning>

NVE Temakart, *NVE Sikringstiltak*

<https://temakart.nve.no/tema/sikringstiltak>

Scalgo, *Country specific-Norway*

<https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/country-specific/norway> (hentet 22.04.2024)

SVV (2024), *Bruprosjektering-Prosjektering av bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner*, Håndbok N400

SVV (2022), *Vegbygging*, Håndbok N200

SVV (2022), *Vannhåndtering*, Håndbok V240

SVV (02.05.2023), *Varsel om planoppstart for E16 Slæn–Haugsvik*

<https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/europaveg/e16slanhaugsvik/nyheter/varsel-om-planoppstart/>

Vegkart

[https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:topo4/@47449,6770244,15/hva:!\(id~79\)~](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:topo4/@47449,6770244,15/hva:!(id~79)~)

VEDLEGG A

<i>Gjilarchus</i>	bru <i>Riks veg E-68</i>	1330	1962	1:100	Tverrsnitt M = 1:100
<i>Sogn og Fjordane gr - Vinje Voss - Bergen</i>	Bygd nr. <i>68 P.E. 60/4</i>	Bygd nr. <i>60/4</i>			
<i>Hordaland.</i>	Voss	309 km for Voss			

Brusystem	<i>Fritt opplagt plate i I-spenn.</i>
Konstruksjon (materialer)	<i>Arm betongplate.</i>
Brudekke	<i>Betong t. 650 mm. Slidedeke.</i>
Underbygning (materialer)	<i>Bege kar varment betong.</i>
Fundamentering	<i>Karene har støpt såle, på tett pakket elvegrus.</i>
Spennvidde/Lysvidde	<i>Fri lengde: 9.50 m. Lt = 10.70 m</i>

Kurvestr. b =	0.00 m	Gangbaner G =	Ingen	m	Føringshst. F =	7.50 m
Fri bredde over fering	0.00 m	Fri bredde over rakkv.	0.00 m	Fri høyde over pl.	0.00 m	Fritt seilopp
Konstruert for last	13 ton	Endringer av lenk/hoest.				
Konstruert for akseltrykk	13 ton	Underbygning	<i>LARDEKAR OG LABANK.</i>			
Overbygning	<i>TORSLØPPIG NORMALTEGNING.</i>	Konstruert av	<i>HORDALAND VEGVESEN.</i>			
Konstruert av	<i>VEGDR. BUREAU.</i>	Bygd av	<i>HORDALAND VEGVESEN.</i>			
Bygd av	<i>HORDALAND VEGVESEN.</i>					
Oppriss M =	1:100					

Fontarkei/Utv.: .....

Tegnet den *11. Mars 1963*

av *O. Sandberg*

Grunnris M = 1:100

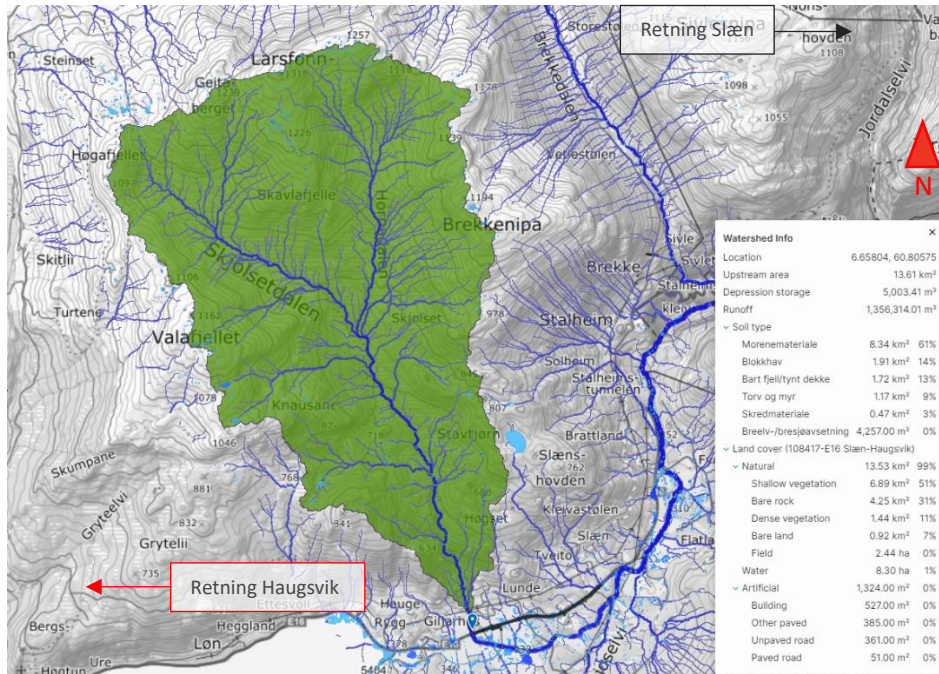
Skisse vegkretser:

R. P. A. 1000. 12-50.

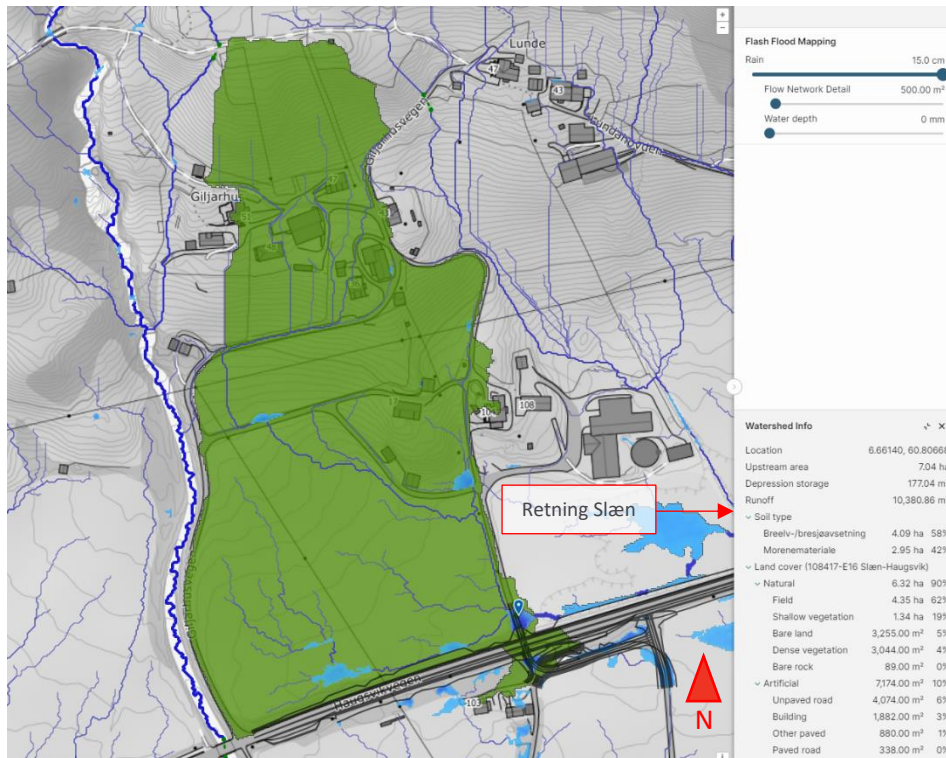


## VEDLEGG B

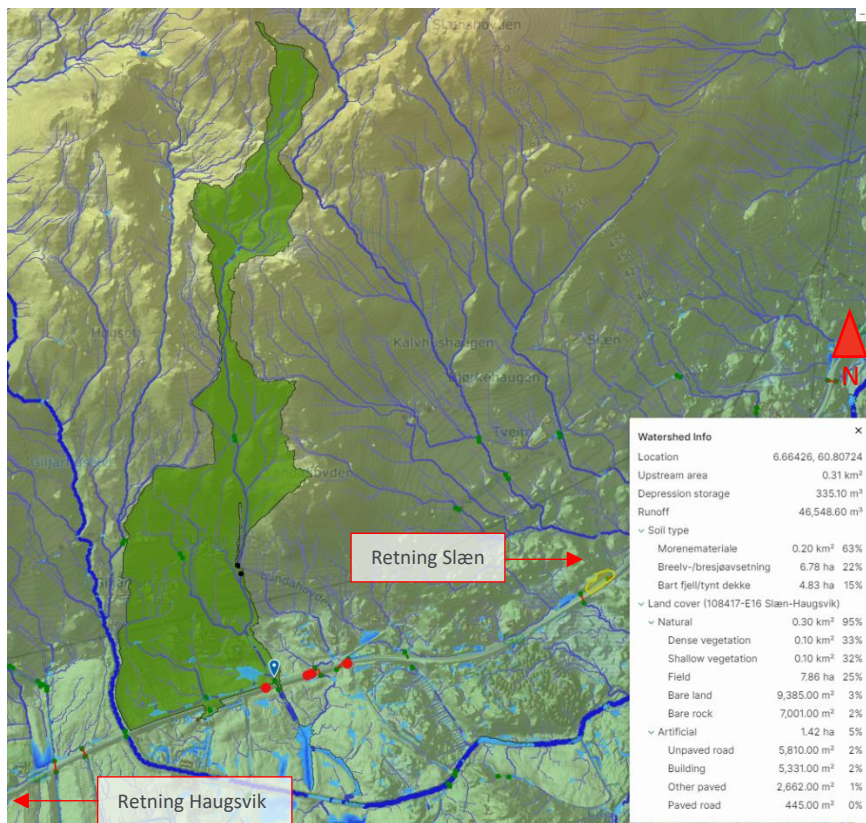
### B.1 Giljarhuselv (Brutusnr. 1330, profil > 1400)



### B.2 Undergang (Brutusnr. 2245, profil 1210)



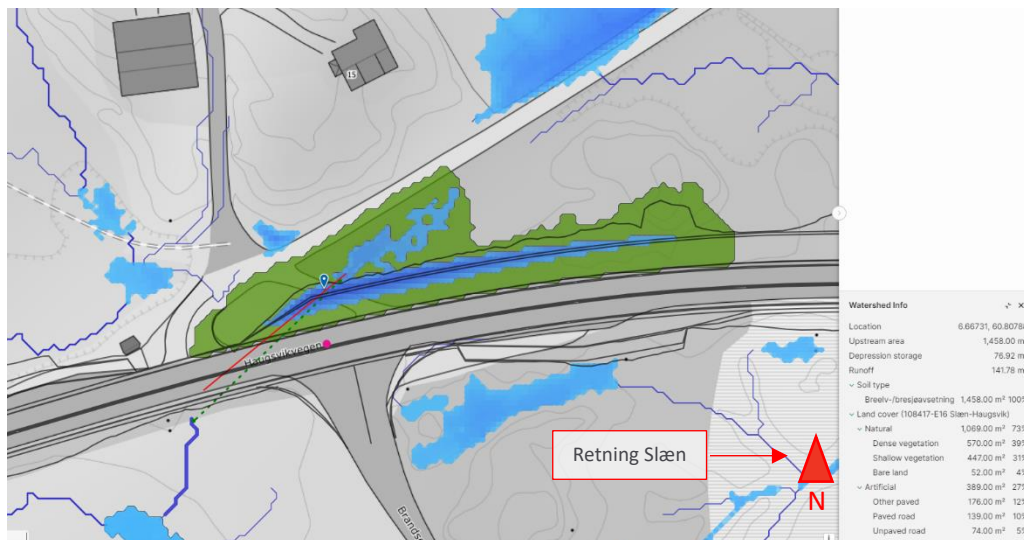
### B.3 Stikkrenne 1 (ID 82832549, profil 1035)



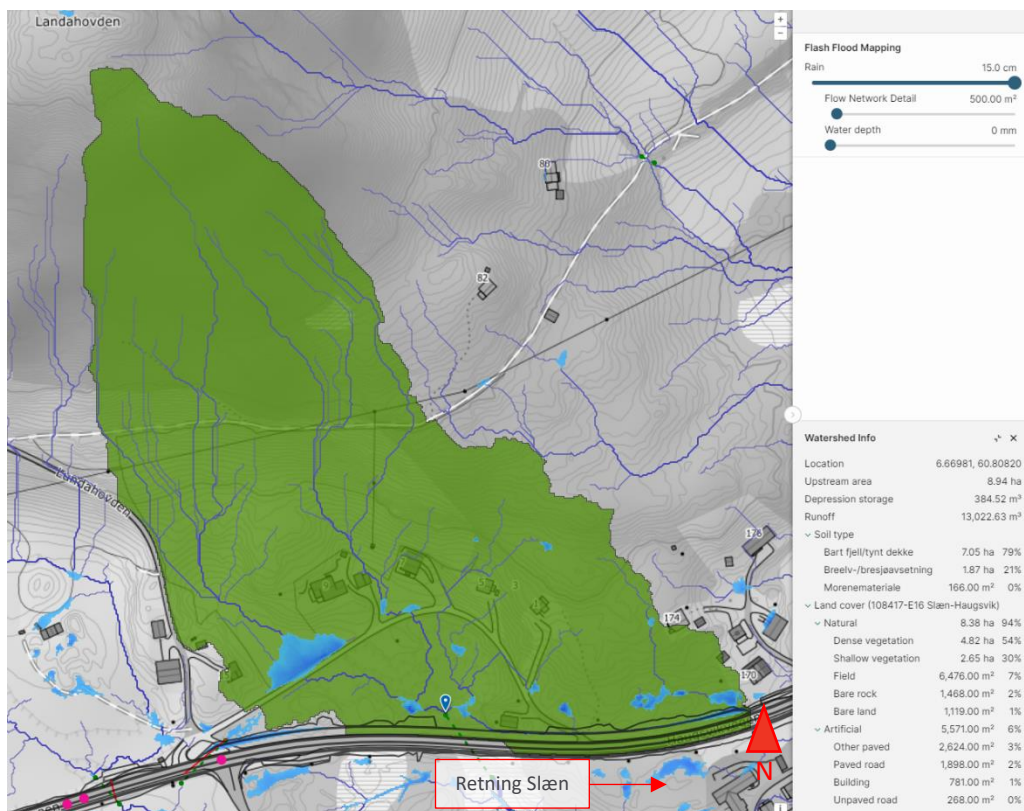
### B.4 Stikkrenne 2 (ID 870781111, profil 940)



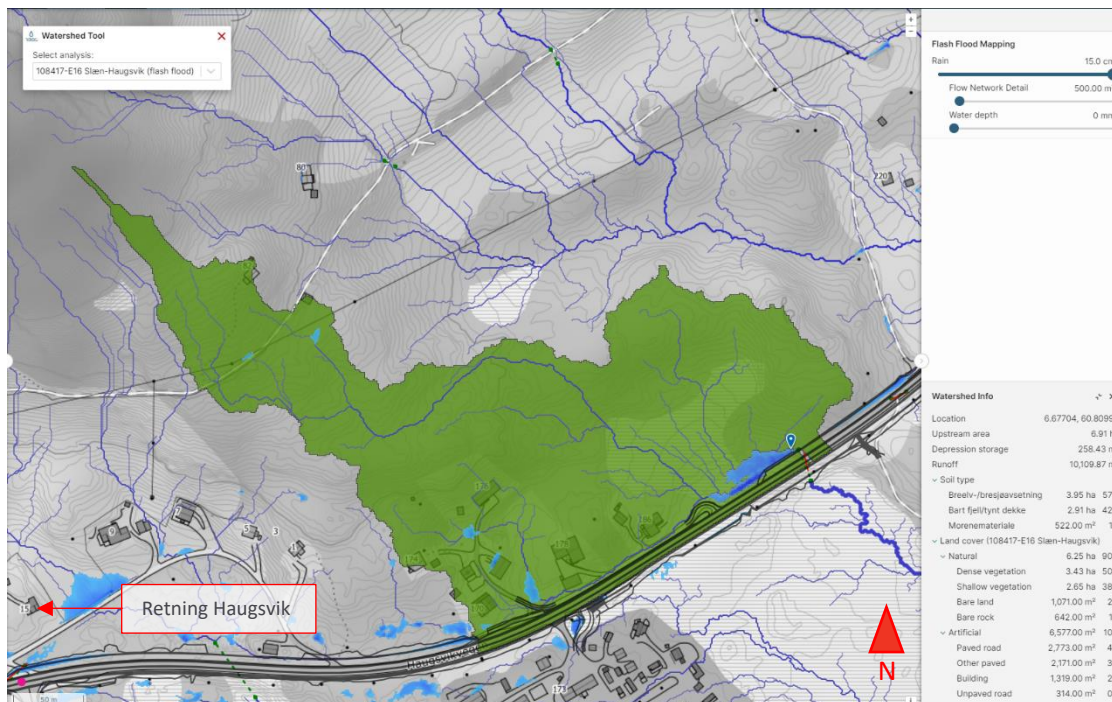
## B.5 Stikkrenne 3 (ID 870781113, profil 850)



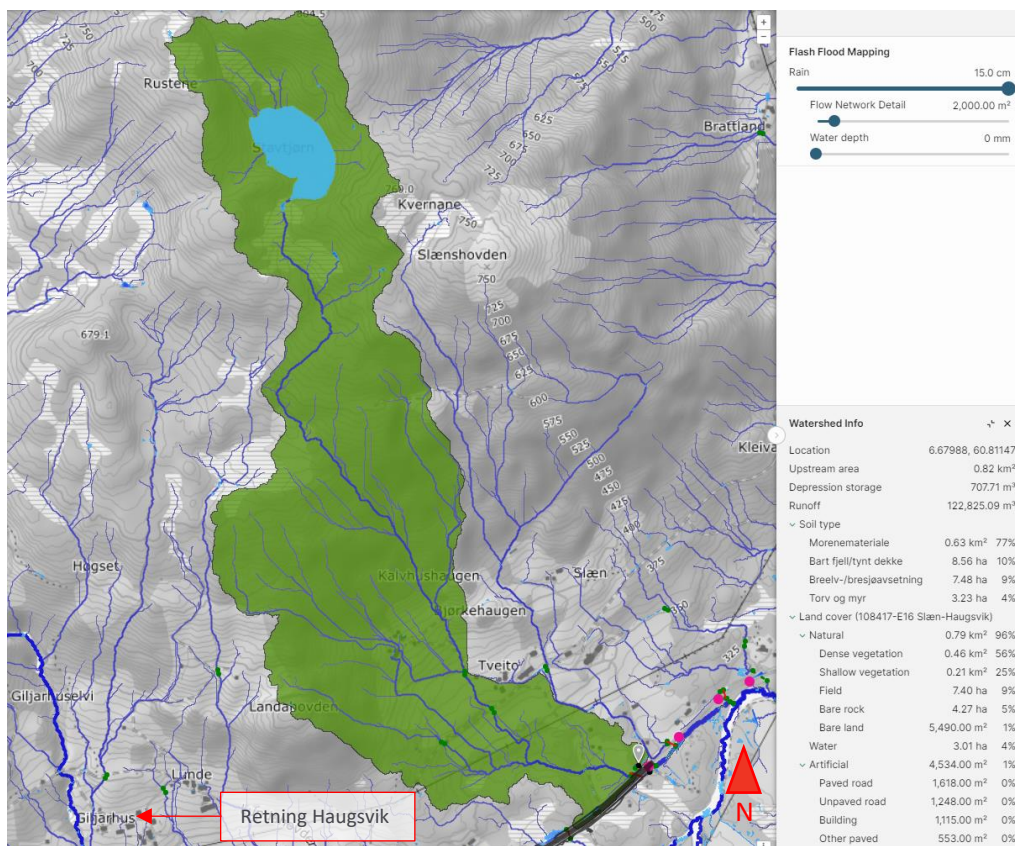
## B.6 Stikkrenne 4 (ikke registrert, profil 710)



## B.7 Stikkrenne 5 (ikke registrert, profil 270)

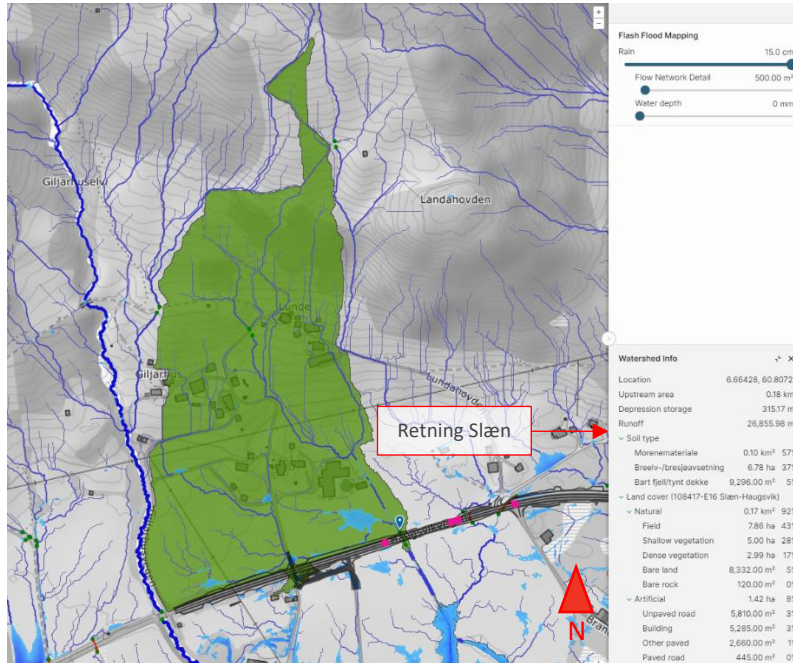


## B.8 Bekk (øst) (ikke registrert, profil 20)

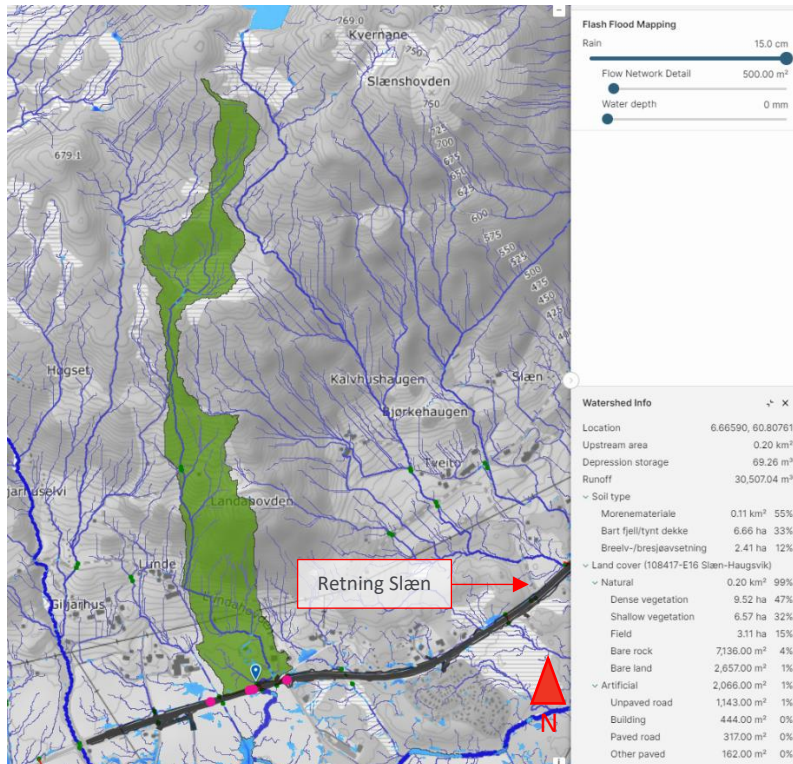


## VEDLEGG C

### C.1 Stikkrenne 1 (ID 82832549, profil 1035) ved tett rør oppstrøms

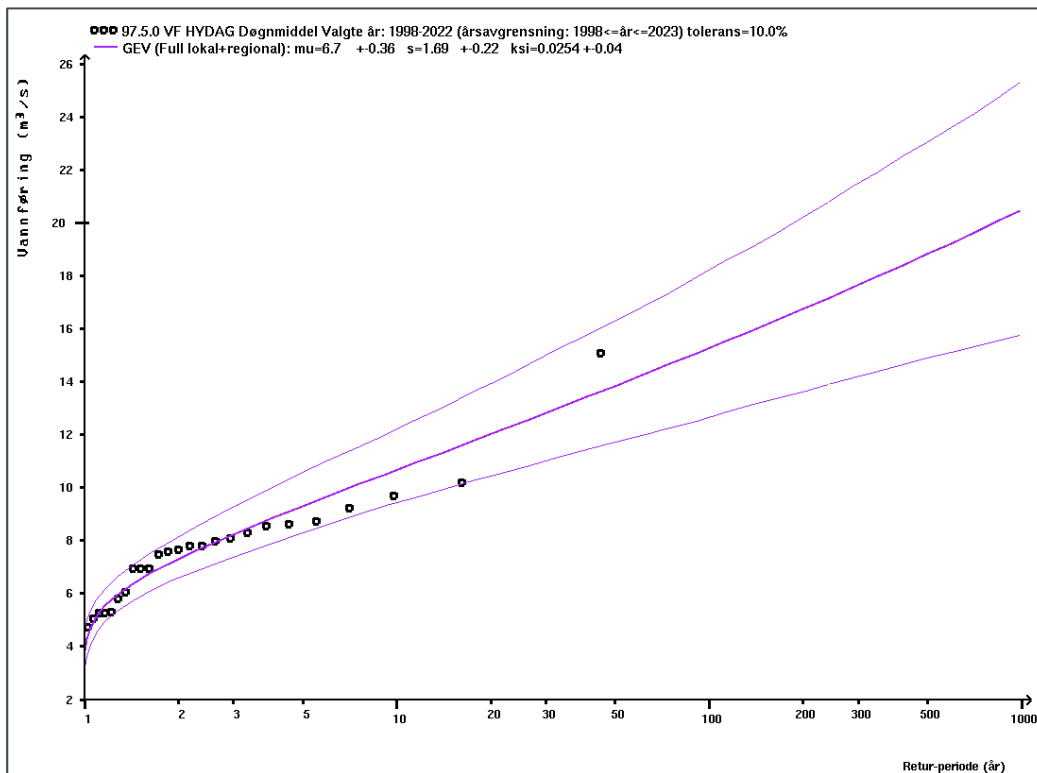
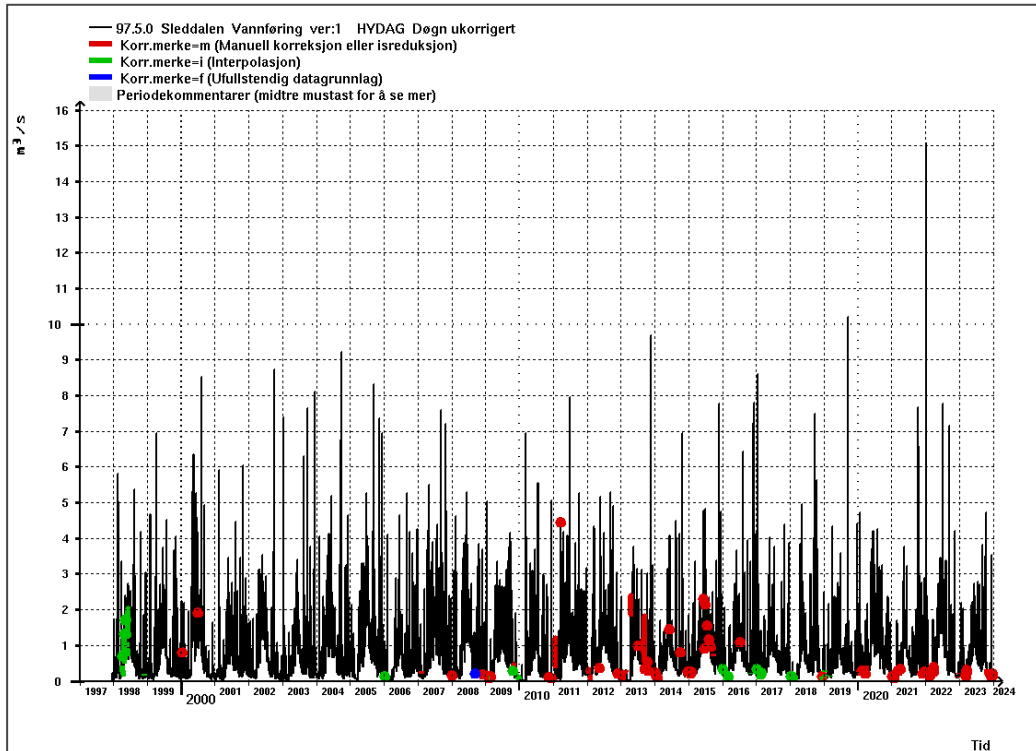


### C.2 Stikkrenne 2 (ID 870781111, profil 940) ved tett rør oppstrøms

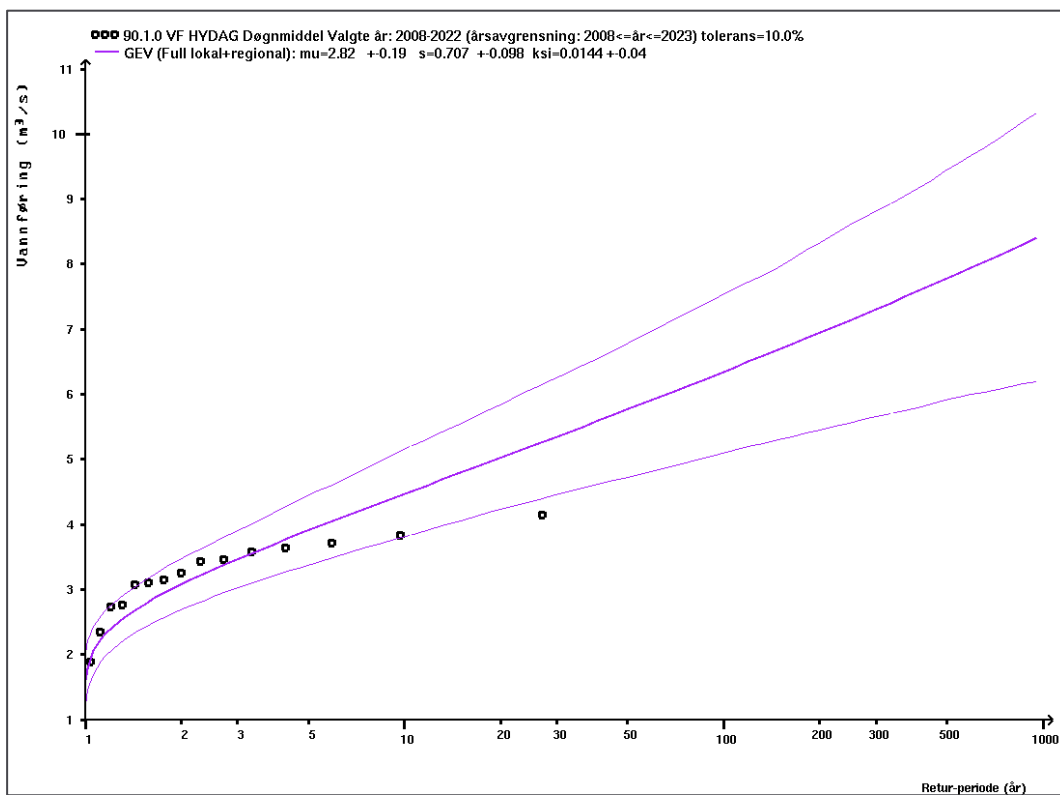
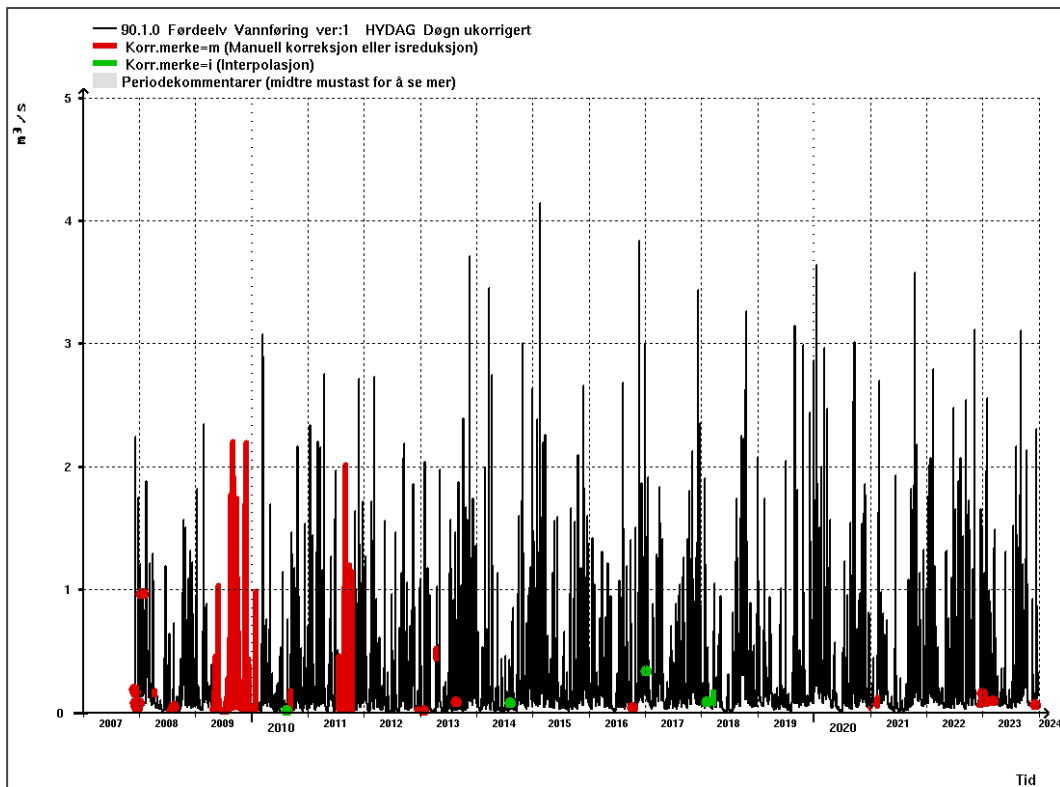


## VEDLEGG D

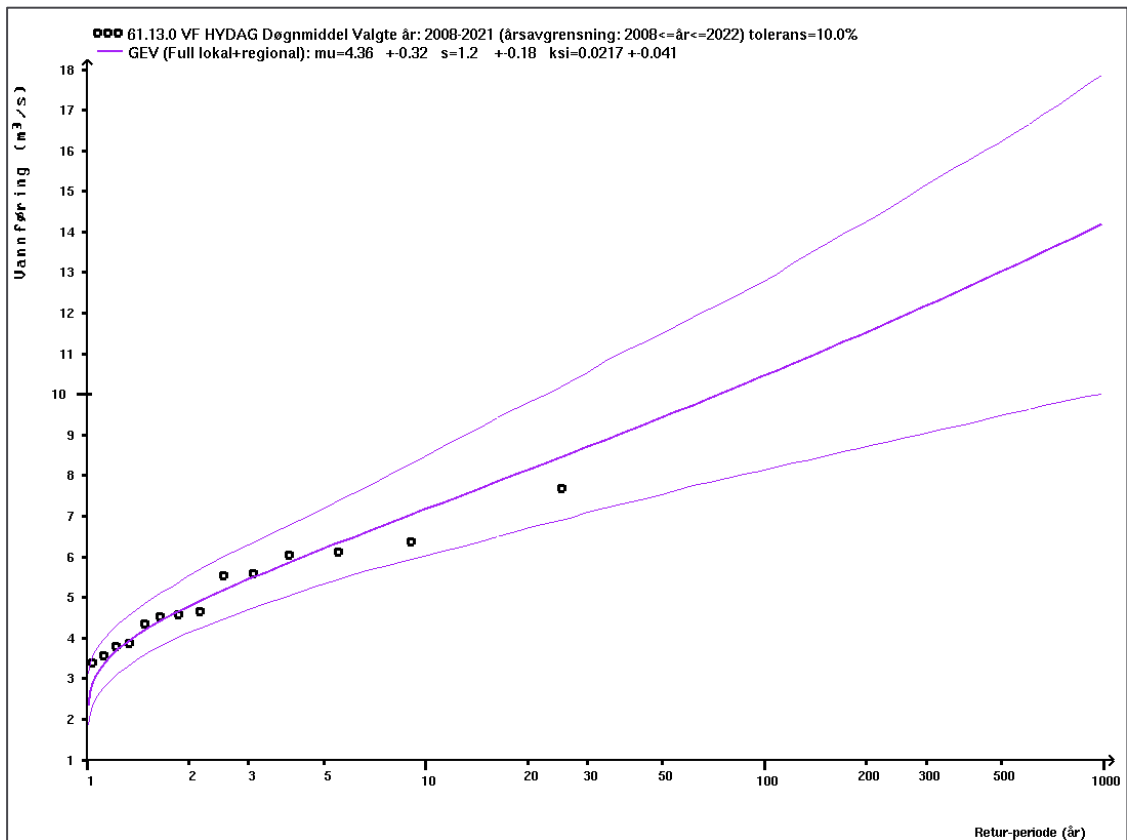
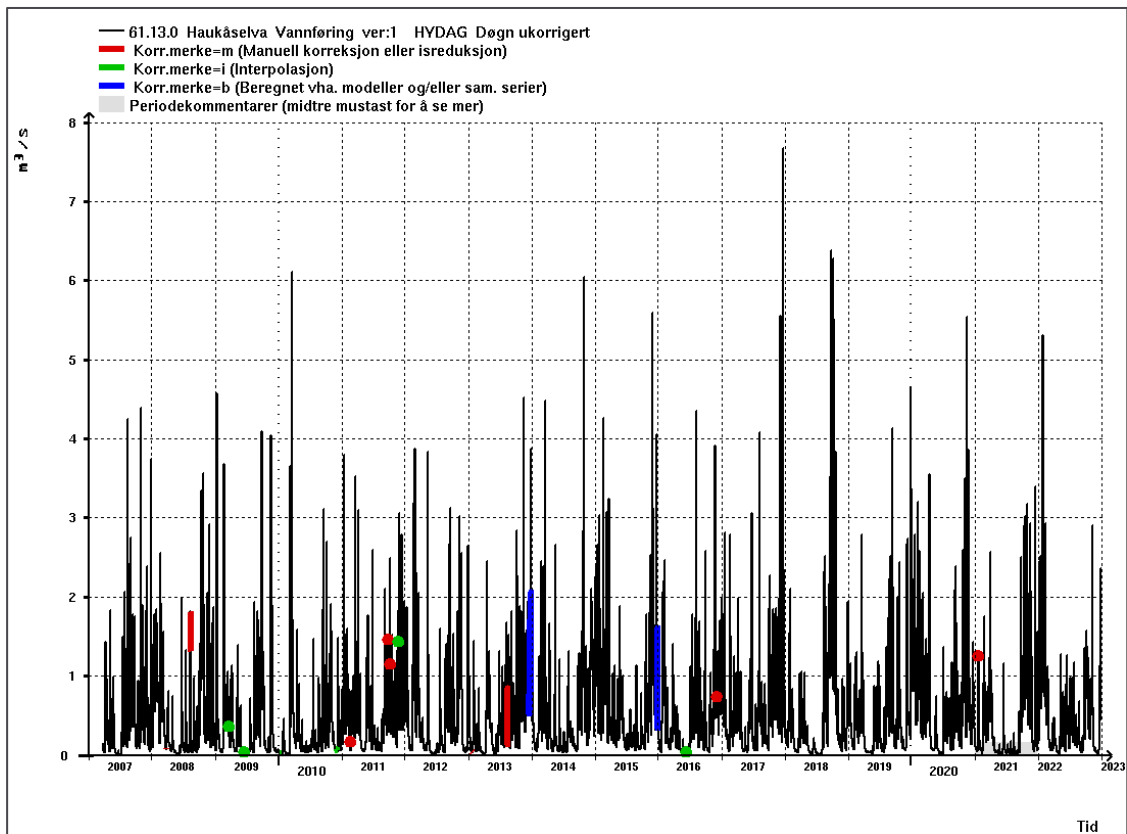
### D.1 97.5.0.1 Sleddalen



## D.2 90.1.0 Førdeelv

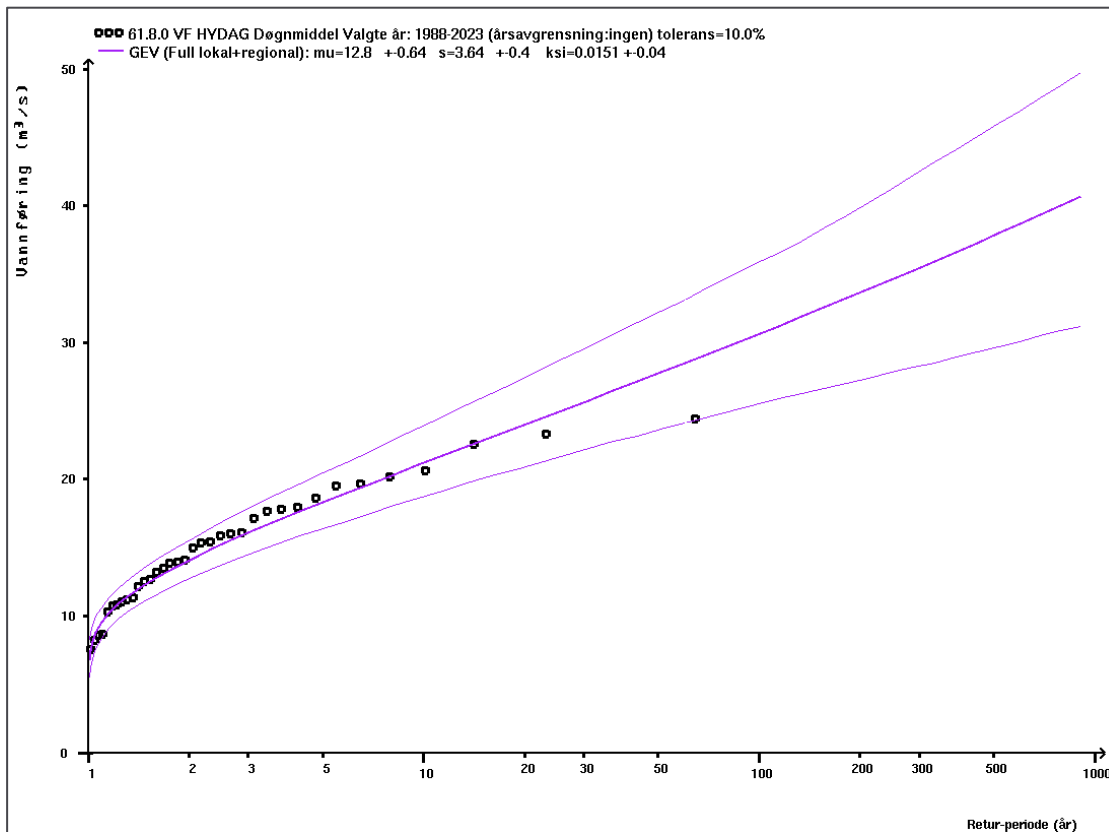
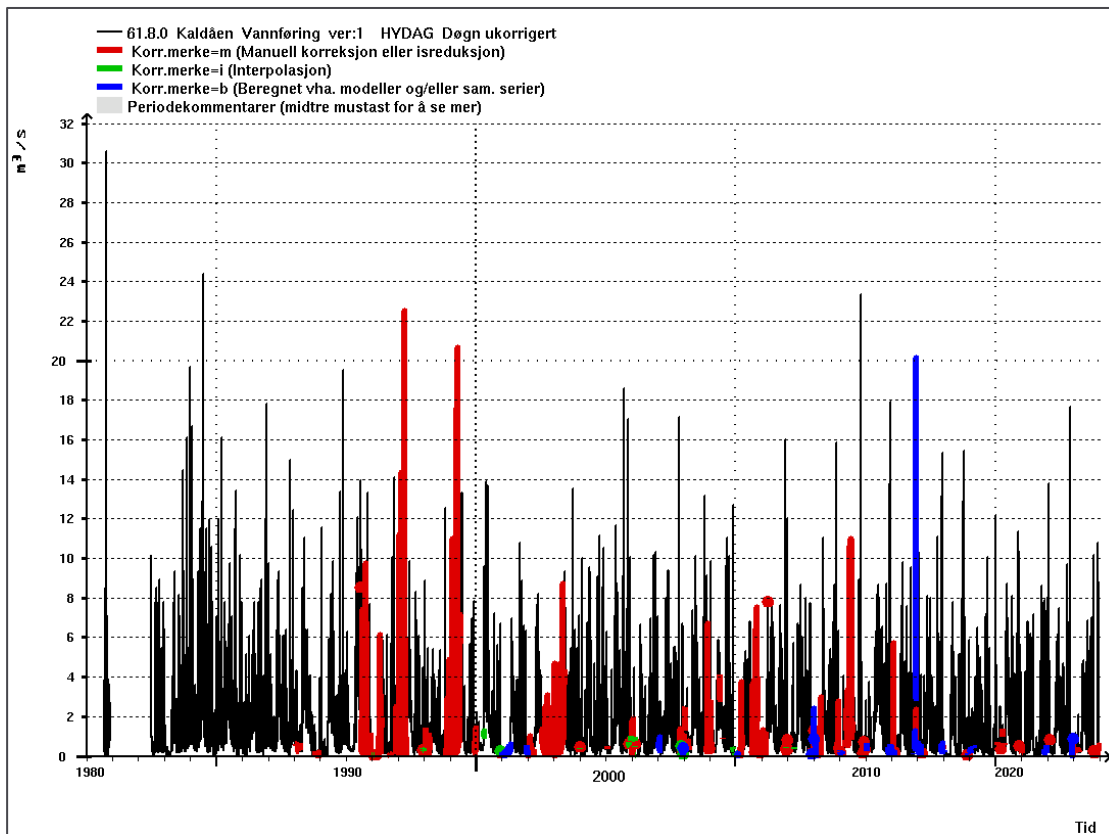


### D.3 61.13.0 Haukåselva





## D.4 61.8.0 Kaldåen



## VEDLEGG E

### IVF-verdier for Åsane (SN50810)

Gjentaksintervall (år)	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	244,0	211,6	189,9	155,0	110,3	87,1	75,2	61,1	50,1	42,1	33,6	29,0	23,0	16,4	11,1	7,6
5	315,9	266,0	240,8	197,1	145,1	118,3	103,4	83,7	69,3	57,6	45,4	39,4	29,9	20,2	13,3	9,1
10	365,4	303,4	274,2	226,9	170,2	141,1	123,5	100,8	83,4	69,1	54,0	46,7	34,9	22,8	14,9	10,2
20	413,7	340,3	304,4	254,8	196,4	164,5	143,4	118,6	98,5	81,5	63,0	54,3	40,1	25,4	16,6	11,3
25	430,5	352,6	314,3	264,7	205,0	172,0	150,2	124,5	103,3	85,6	65,9	56,7	41,8	26,3	17,1	11,7
50	479,0	390,8	345,9	295,1	234,3	197,5	171,7	144,4	120,1	99,2	75,7	65,0	47,3	29,1	18,9	12,9
100	531,8	429,9	378,8	325,9	266,0	223,6	194,2	165,0	137,8	113,9	86,6	74,0	53,4	32,0	20,9	14,1
200	583,1	469,6	410,4	357,3	300,4	252,0	218,4	188,5	157,4	130,3	98,5	83,6	60,4	35,2	22,9	15,4

## VEDLEGG F

### F.1 Stikkrenne 1 – Ø1600 mm

**Crossing Properties**

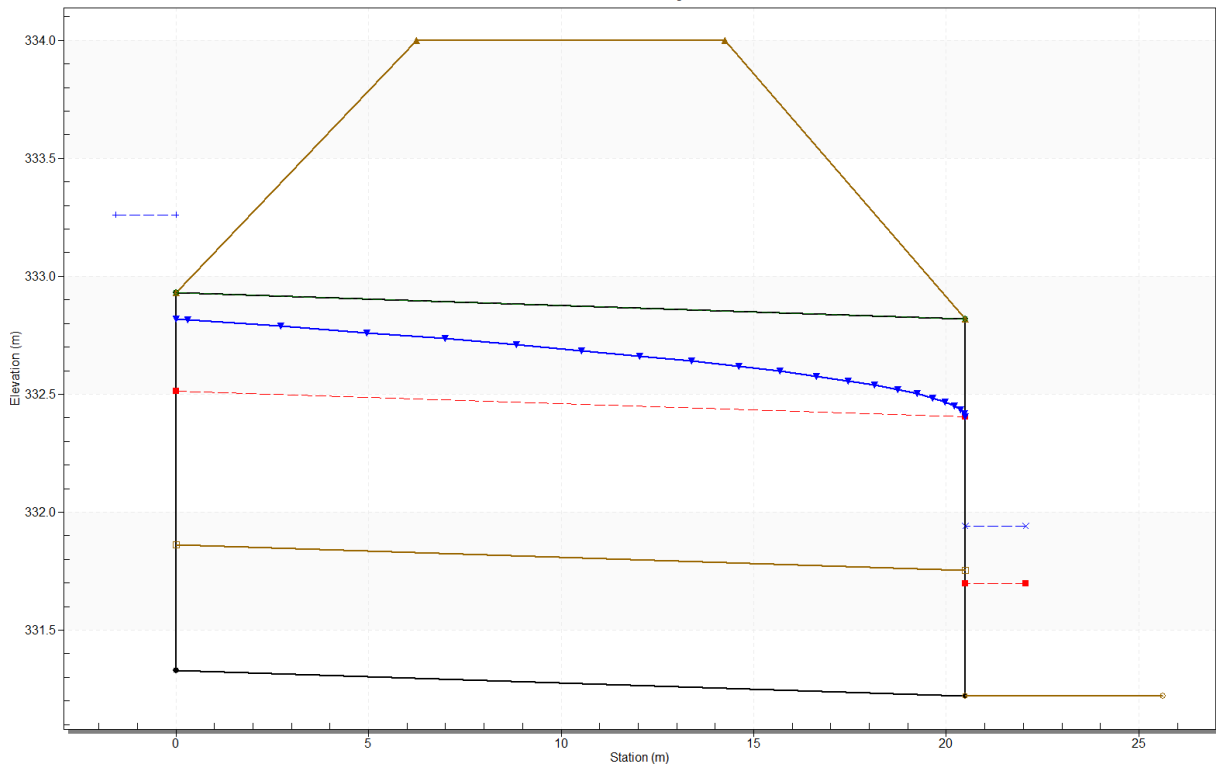
Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.000	cms
Design Flow	2.668	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	2.000	m
Side Slope (H:V)	2.000	:1
Channel Slope	0.0050	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	331.220	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	2.000	m
Crest Elevation	334.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	1600 mm	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1600.000	mm
Embedment Depth	533.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	331.330	m
Outlet Station	20.500	m
Outlet Elevation	331.220	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.005366	m/m

Crossing - Stikkrenne 1, Design Discharge - 2.67 cms  
Culvert - 1600 mm, Culvert Discharge - 2.67 cms



## F.2 Stikkrenne 2 – Ø1000 mm

### Crossing Properties

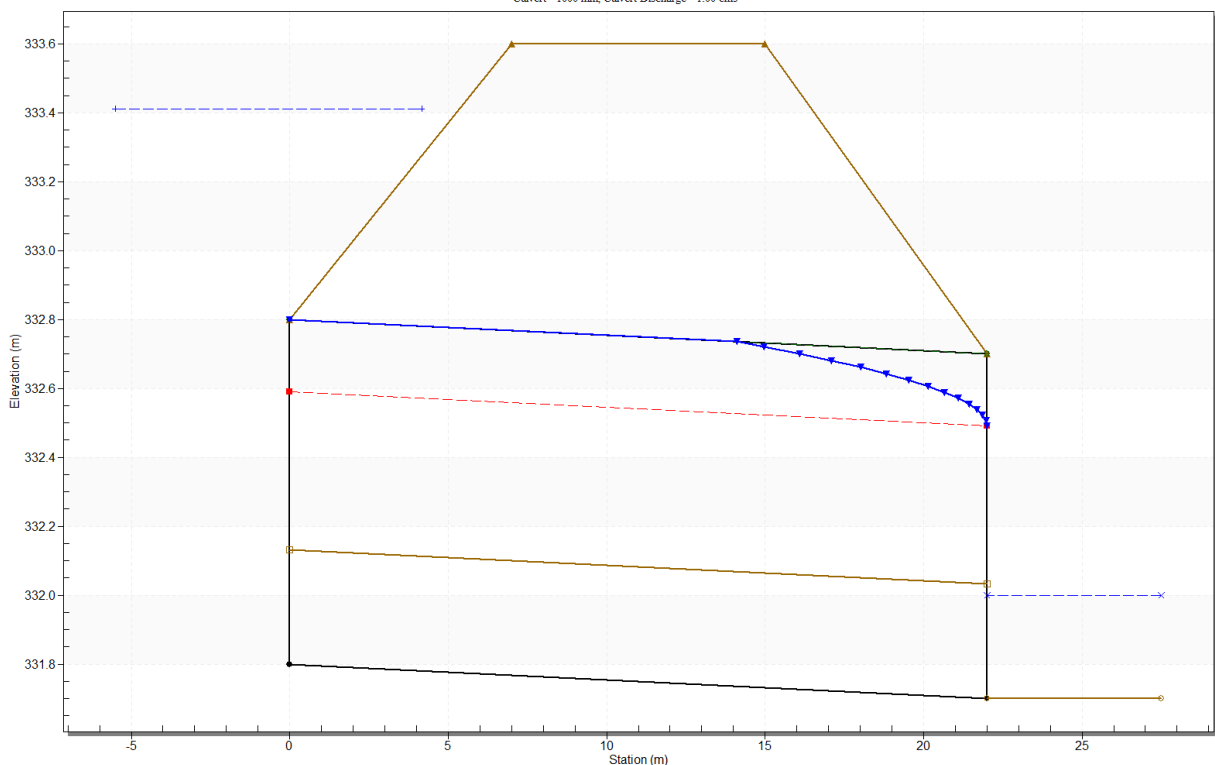
Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.500	cms
Design Flow	1.004	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Enter Constant Tailwater Elevation	
Channel Invert Elevation	331.700	m
Constant Tailwater Elevation	332.000	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	1.000	m
Crest Elevation	333.600	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.000	m

### Culvert Properties

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	1000 mm	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	333.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	331.800	m
Outlet Station	22.000	m
Outlet Elevation	331.700	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.004545	m/m

Crossing - Stikkrenne 2, Design Discharge - 1.00 cms  
Culvert - 1000 mm, Culvert Discharge - 1.00 cms



### F.3 Stikkrenne 4 – Ø1400 mm

**Crossing Properties**

Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.000	cms
Design Flow	1.183	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	2.000	m
Side Slope (H:V)	2.020	_:1
Channel Slope	0.0075	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	328.900	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	2.000	m
Crest Elevation	335.600	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.000	m

**Culvert Properties**

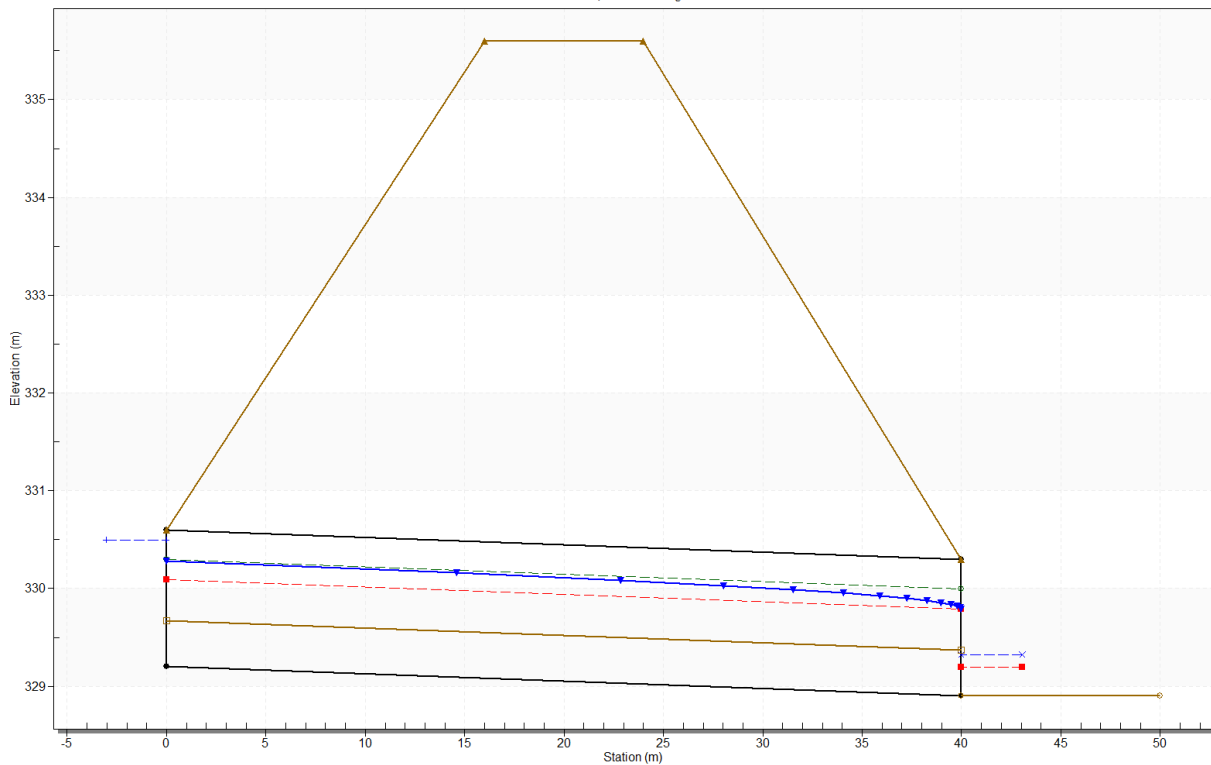
[Add Culvert](#)

[Duplicate Culvert](#)

[Delete Culvert](#)

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	1400 mm	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1400.000	mm
Embedment Depth	467.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	329.200	m
Outlet Station	40.000	m
Outlet Elevation	328.900	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.007500	m/m

Crossing - Stikkrenne 4, Design Discharge - 1.18 cms  
Culvert - 1400 mm, Culvert Discharge - 1.18 cms



## F.4 Stikkrenne 5 – Ø1200 mm

**Crossing Properties**

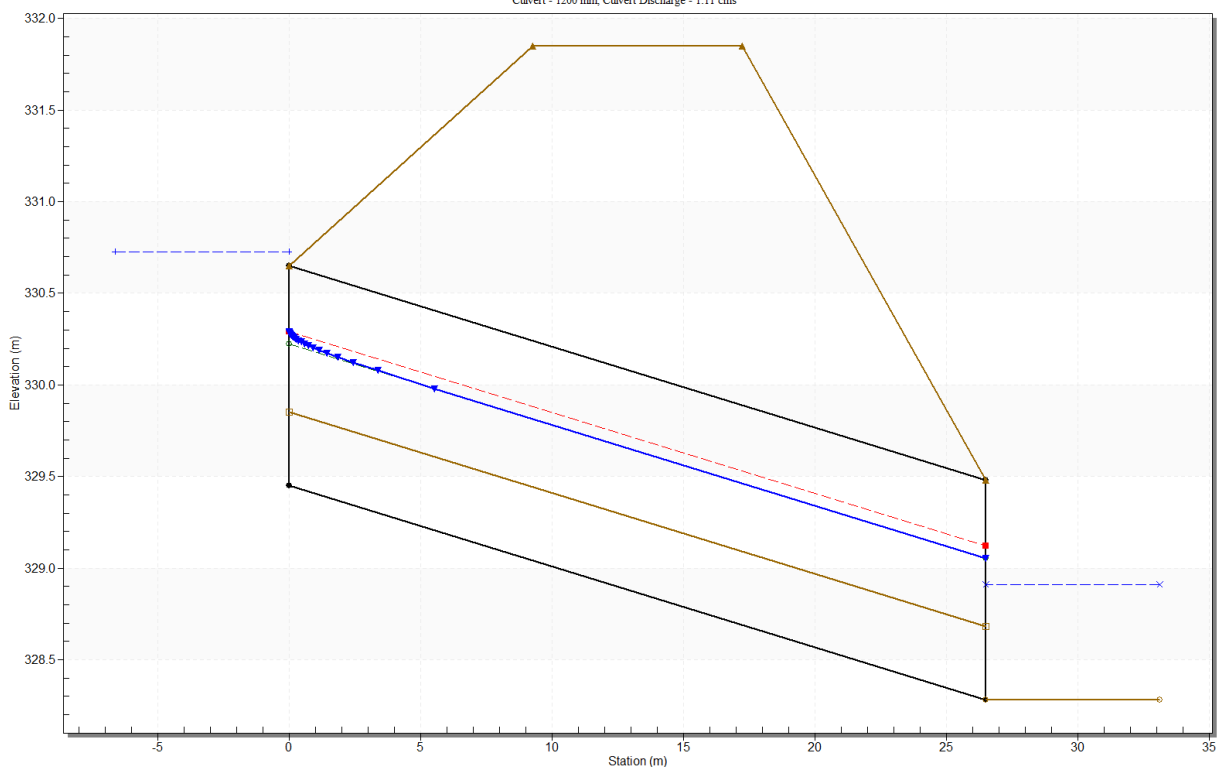
Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.000	cms
Design Flow	1.109	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Enter Constant Tailwater Elevation	
Channel Invert Elevation	328.280	m
Constant Tailwater Elevation	328.910	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	2.000	m
Crest Elevation	331.850	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	1200 mm	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1200.000	mm
Embedment Depth	400.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	329.450	m
Outlet Station	26.500	m
Outlet Elevation	328.280	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.044151	m/m

Crossing - Stikkrenne 5. Design Discharge - 1.11 cms  
Culvert - 1200 mm. Culvert Discharge - 1.11 cms



## F.5 Bekk (øst) – 2 x Ø1400 mm

**Crossing Properties**

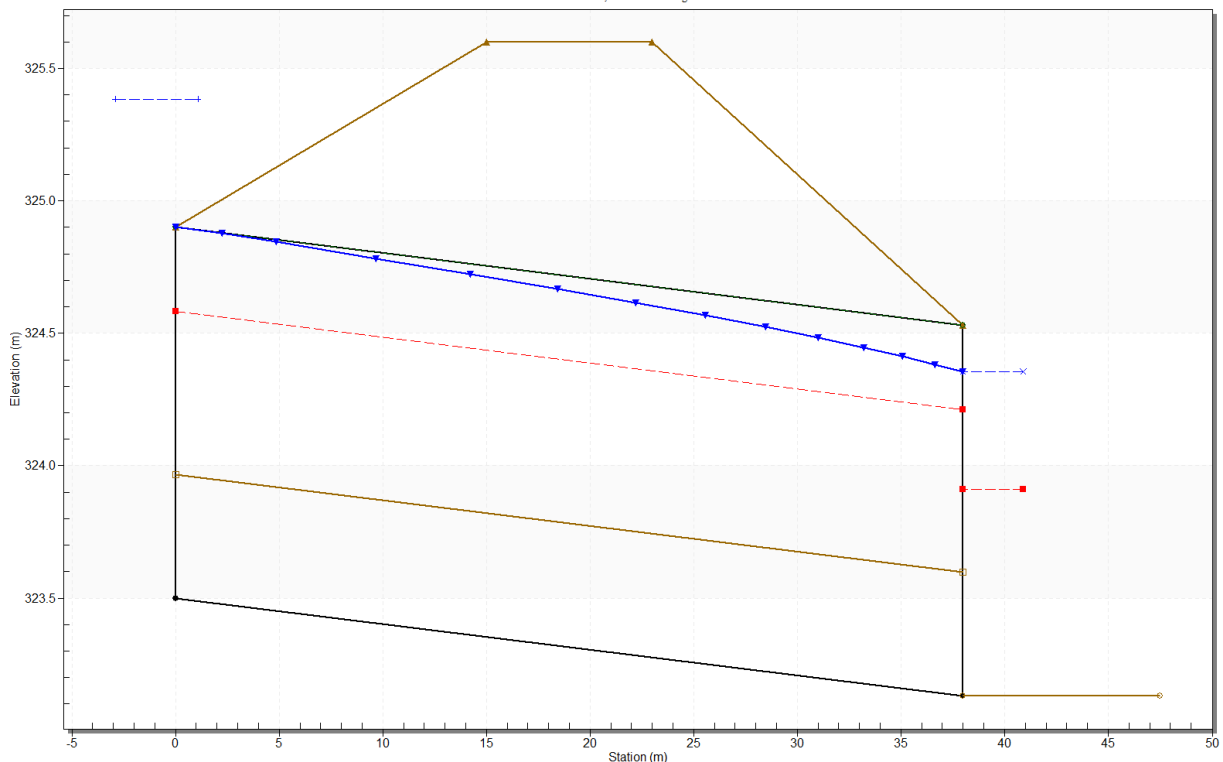
Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.000	cms
Design Flow	4.347	cms
Maximum Flow	6.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	1.000	m
Side Slope (H:V)	2.000	_:1
Channel Slope	0.0030	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	323.130	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	1.000	m
Crest Elevation	325.600	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	2x 1400 mm	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1400.000	mm
Embedment Depth	467.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	323.500	m
Outlet Station	38.000	m
Outlet Elevation	323.130	m
Number of Barrels	2	
Computed Culvert Slope	0.009737	m/m

Crossing - Bekk øst , Design Discharge - 4.35 cms  
Culvert - 2x 1400 mm, Culvert Discharge - 4.35 cms



## VEDLEGG G

### G.1 Stikkrenne 1 v/tett rør oppstrøms – Ø1400 mm

**Crossing Properties**

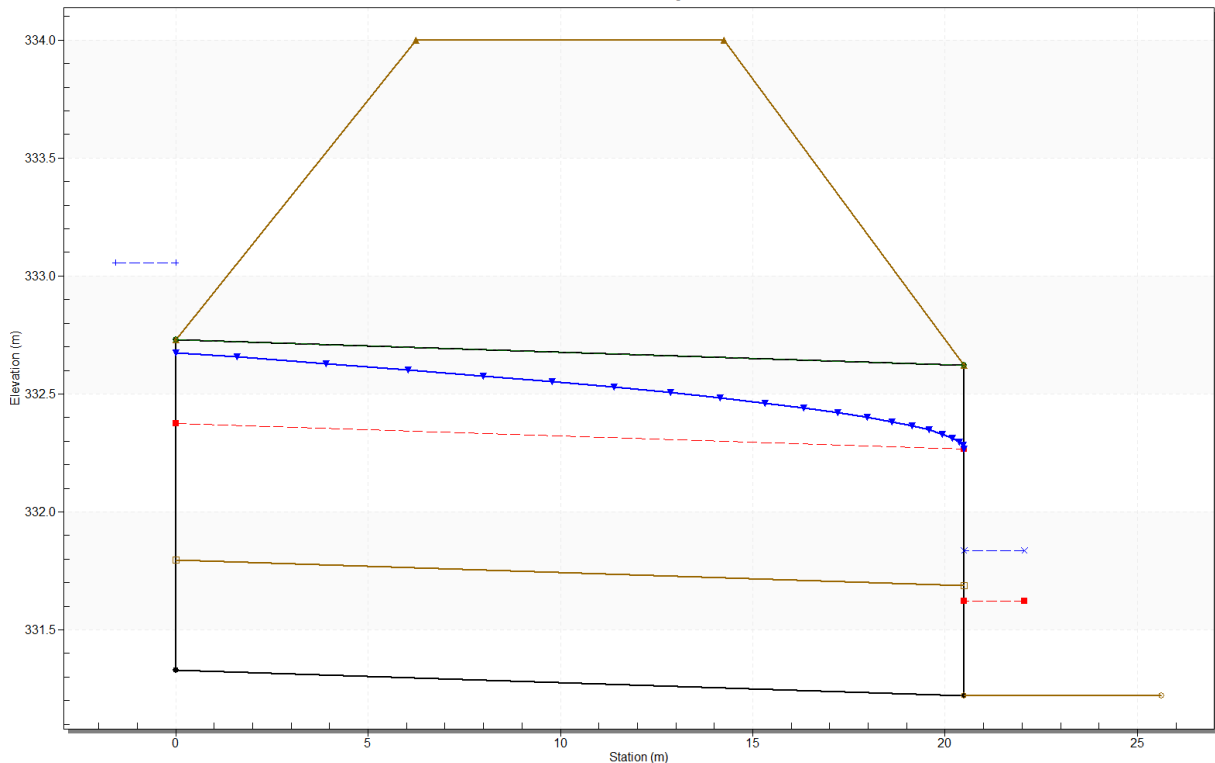
Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.000	cms
Design Flow	1.963	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	2.000	m
Side Slope (H:V)	2.000	:1
Channel Slope	0.0050	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	331.220	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	2.000	m
Crest Elevation	334.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	1400 mm	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1400.000	mm
Embedment Depth	467.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	331.330	m
Outlet Station	20.500	m
Outlet Elevation	331.220	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.005366	m/m

Crossing - Stikkrenne 1-tett rør oppstrøms, Design Discharge - 1.96 cms  
Culvert - 1400 mm, Culvert Discharge - 1.96 cms





## G.2 Stikkrenne 2 v/tett rør oppstrøms – 2 x Ø1000 mm

**Crossing Properties**

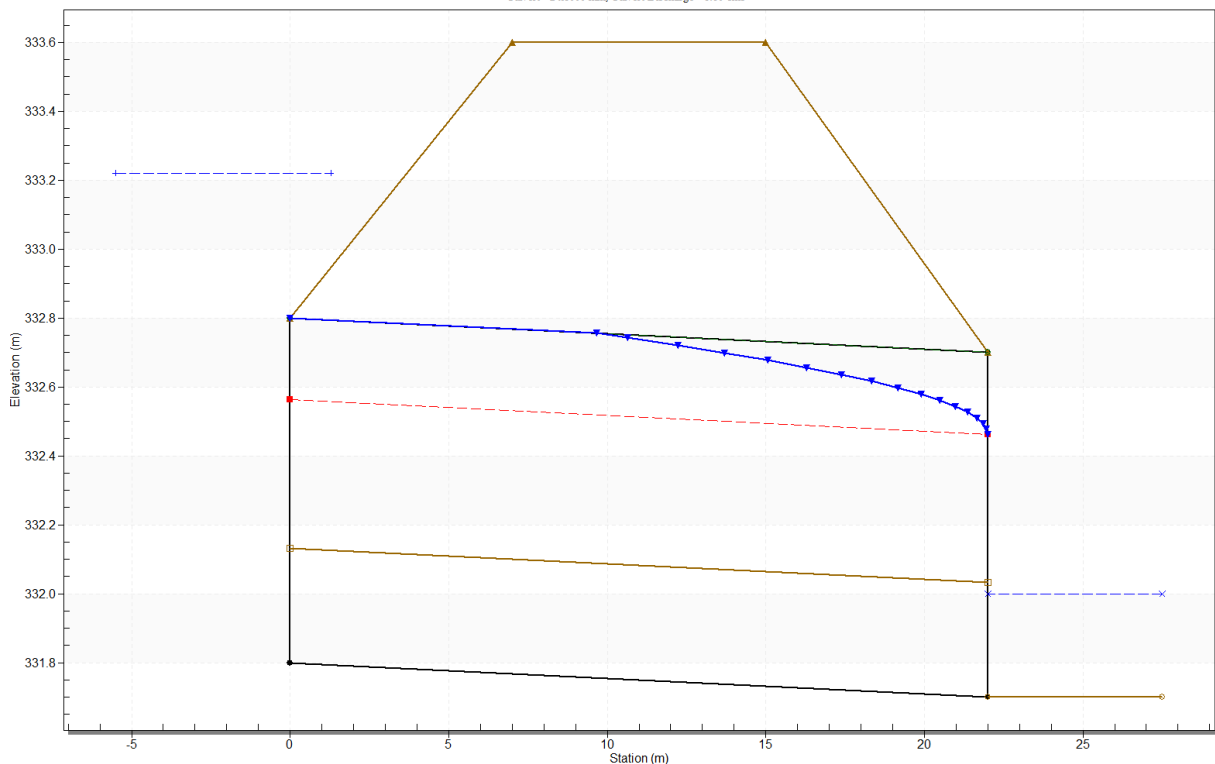
Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.500	cms
Design Flow	1.804	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Enter Constant Tailwater Elevation	
Channel Invert Elevation	331.700	m
Constant Tailwater Elevation	332.000	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	1.000	m
Crest Elevation	333.600	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.000	m

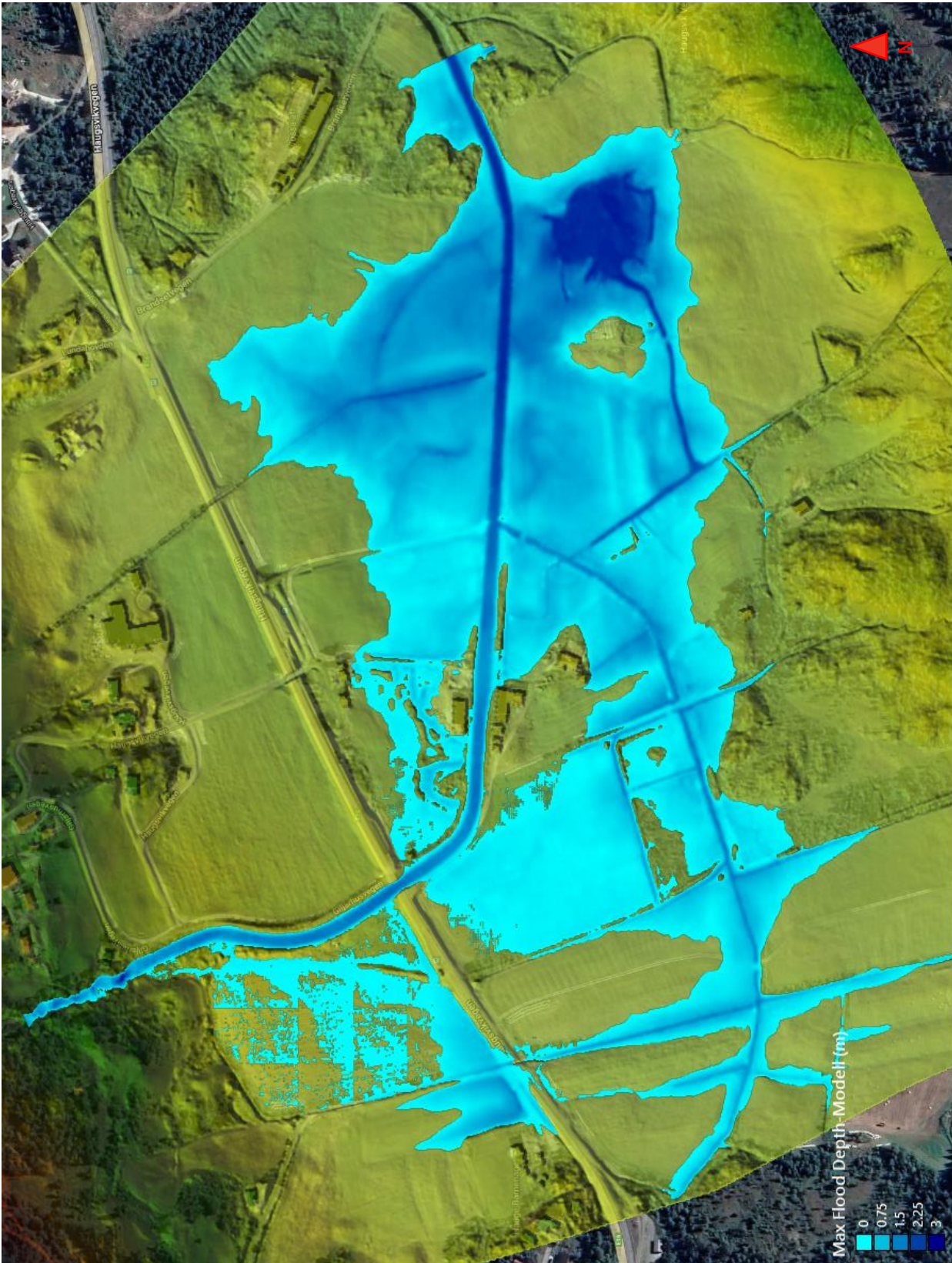
**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	2 x 1000 mm	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	333.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	331.800	m
Outlet Station	22.000	m
Outlet Elevation	331.700	m
Number of Barrels	2	
Computed Culvert Slope	0.004545	m/m

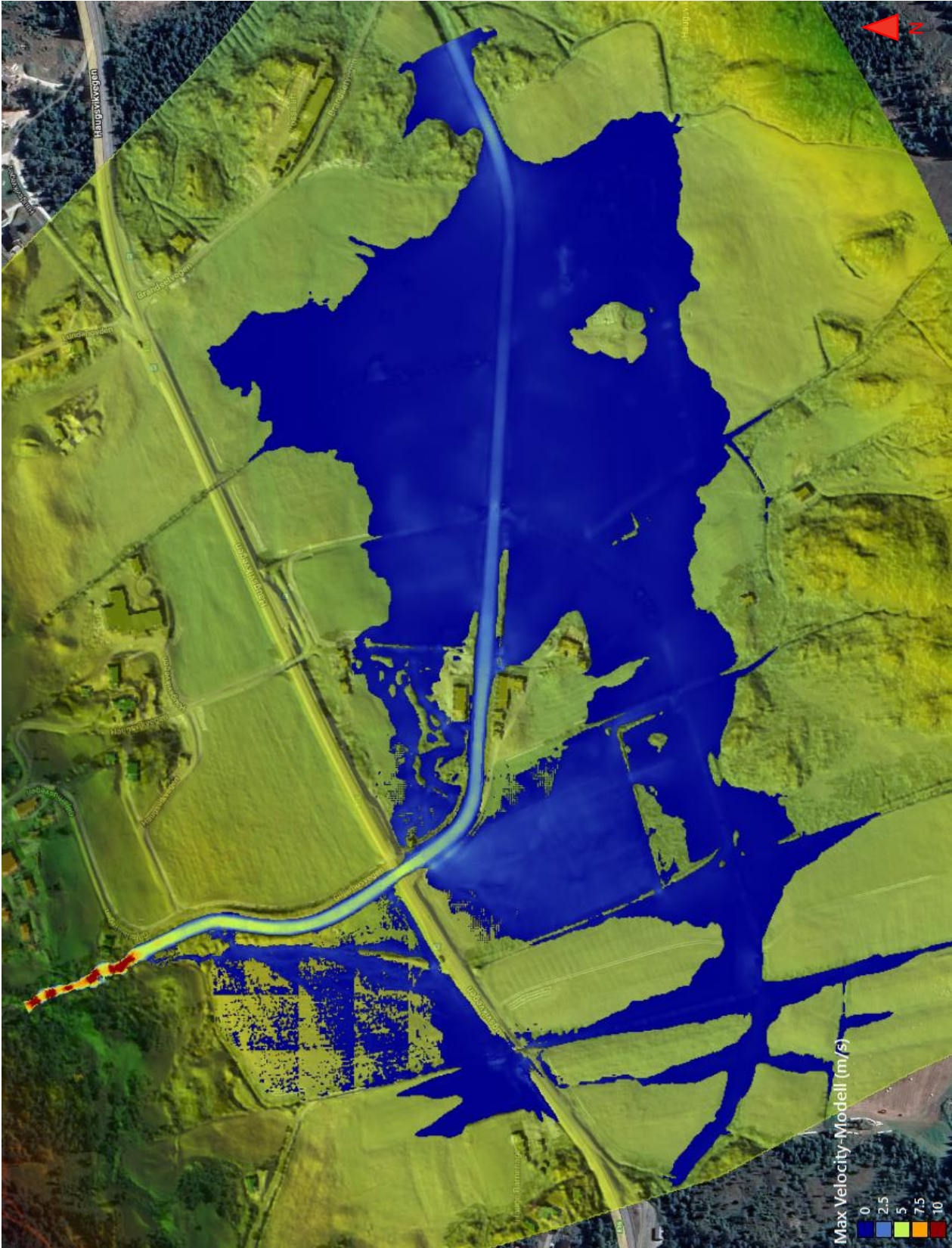
Crossing - Stikkrenne 2-tett rør oppstrøms, Design Discharge - 1.80 cms  
Culvert - 2 x 1000 mm, Culvert Discharge - 1.80 cms



VEDLEGG H

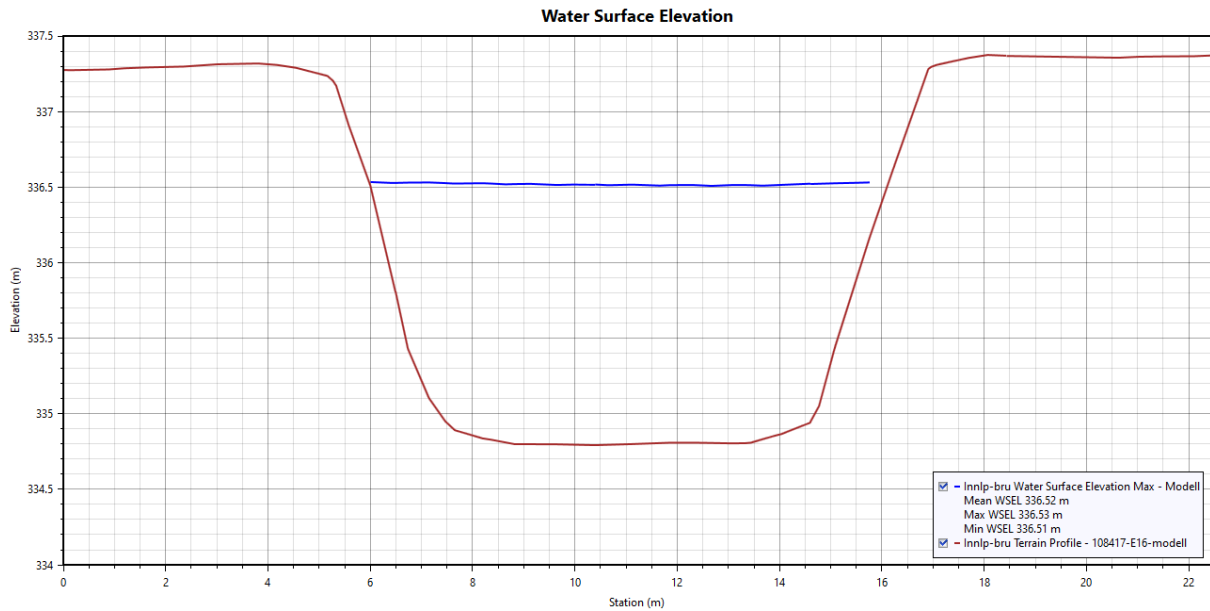


**VEDLEGG I**

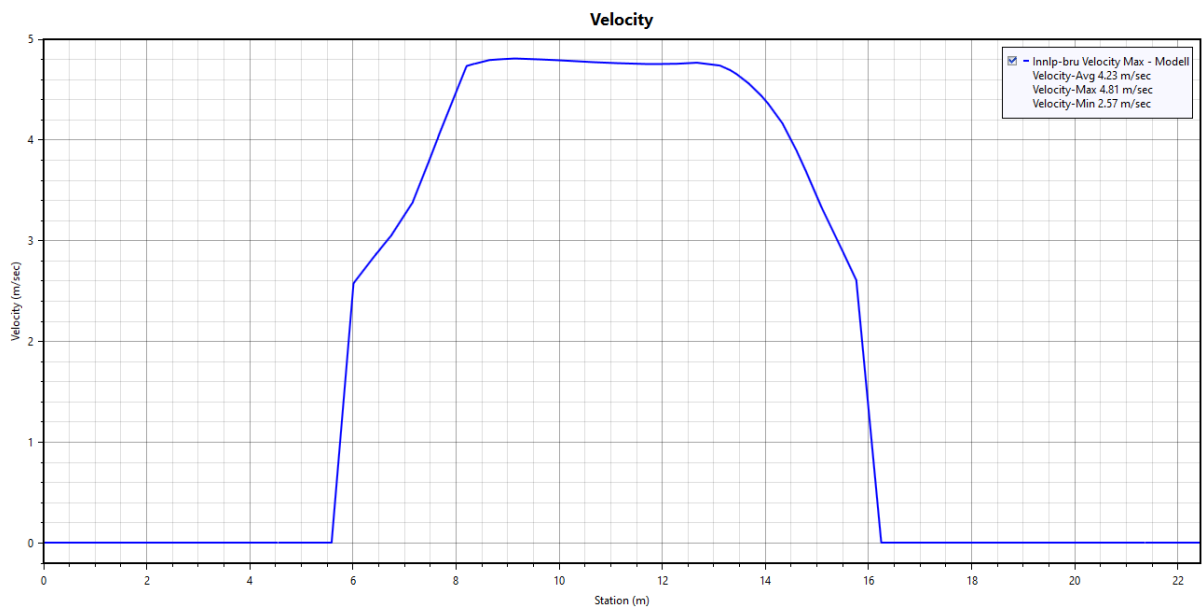


## VEDLEGG J

### J.1 Snitt innløp Giljarhus bru - Flomdybde

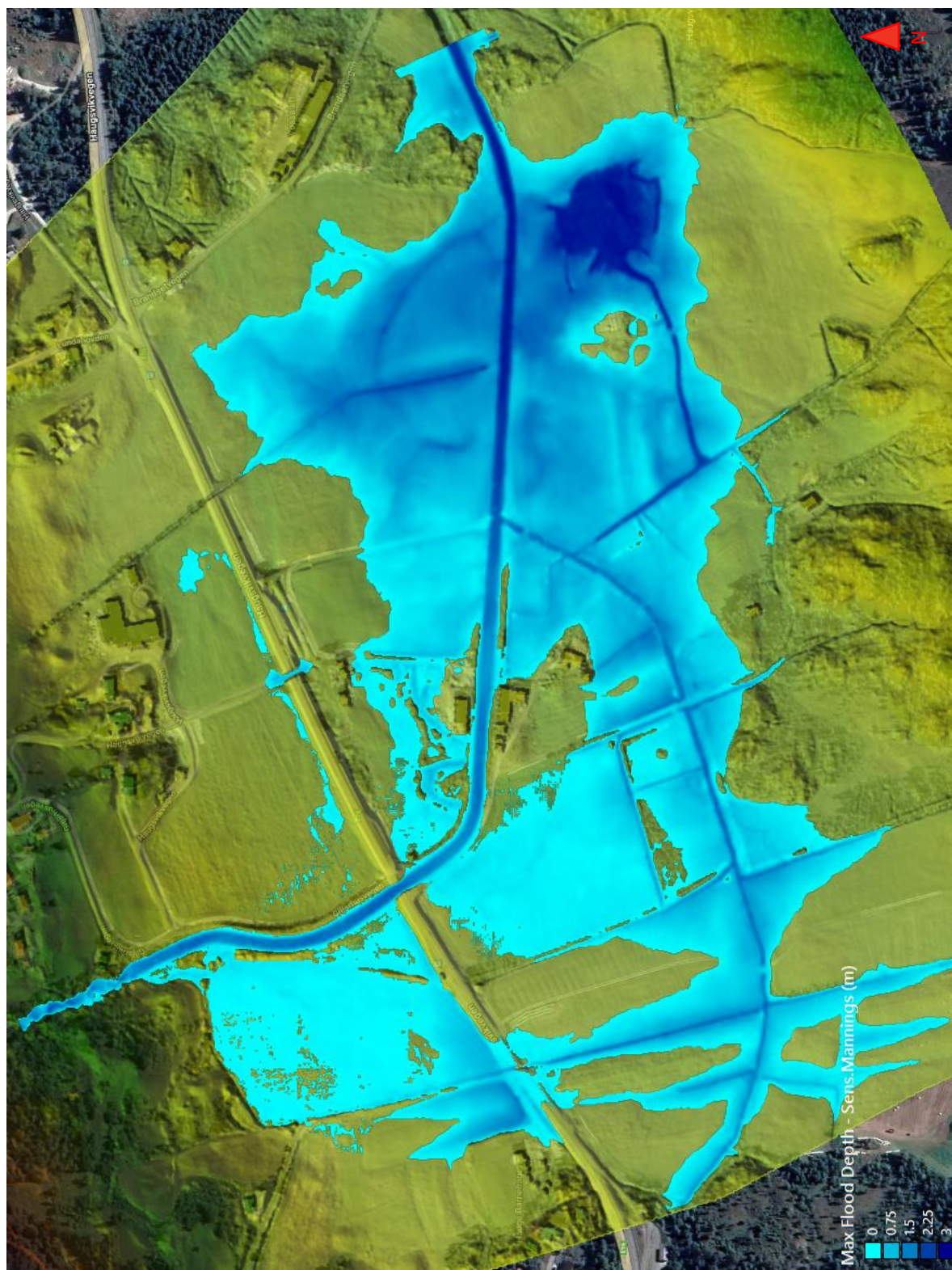


### J.2 Snitt innløp Giljarhus bru – Hastighet

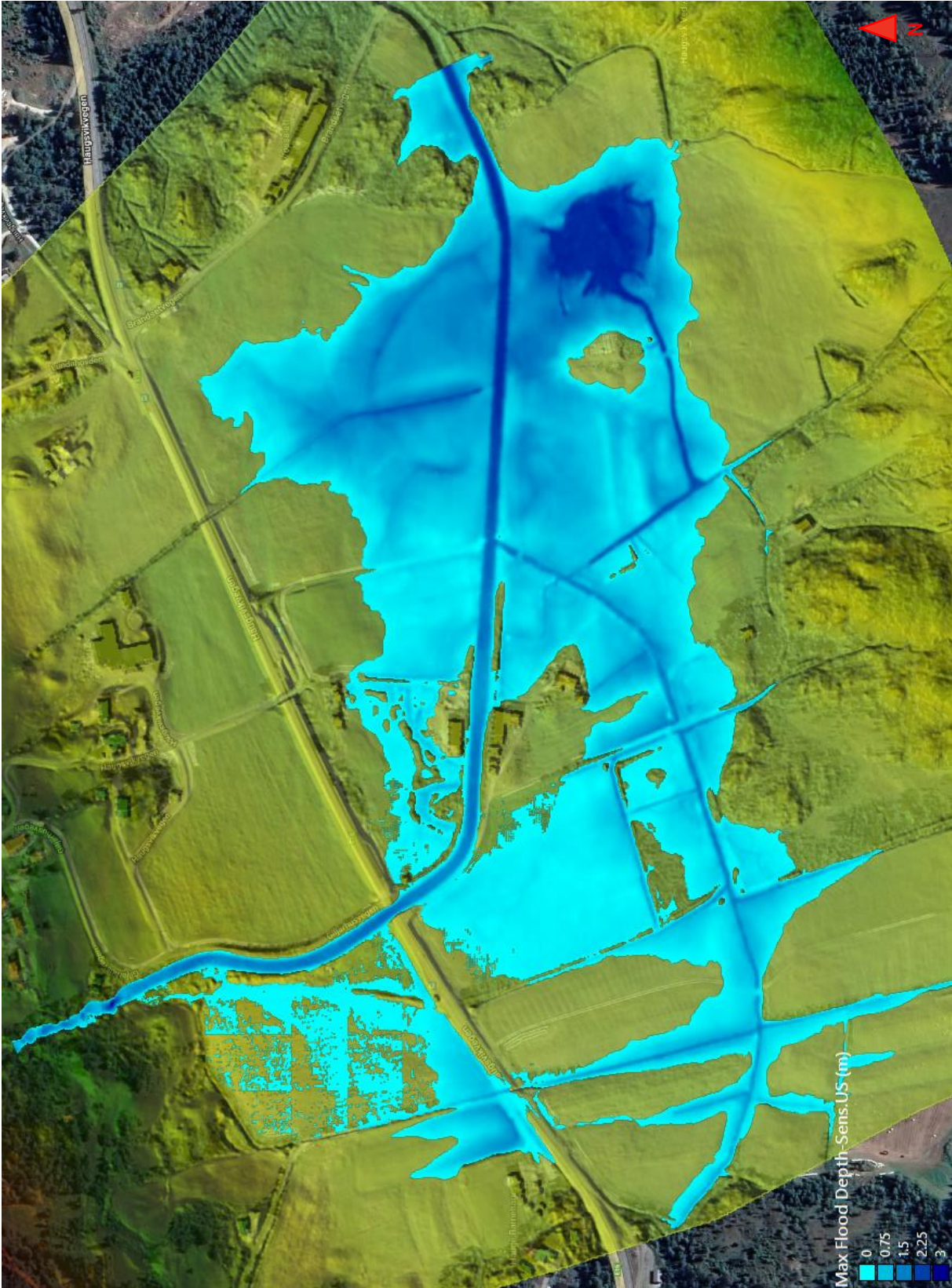


## VEDLEGG K

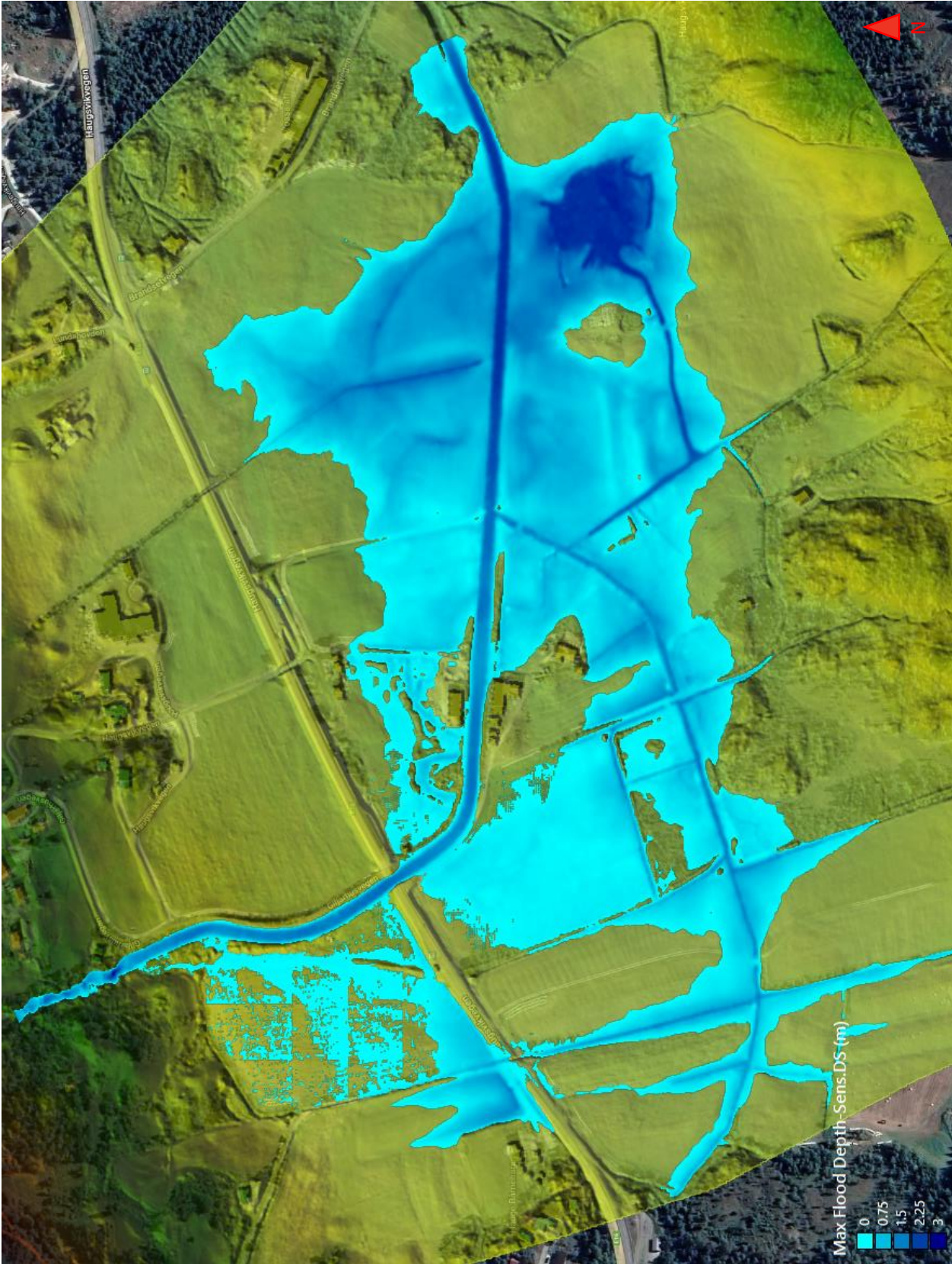
### K.1 Flomsonekart med sensitivitetsanalyse for Mannings [m]



K.2 Flomsonekart for sensitivitetsanalyse for øvre grensebetingelse [m]

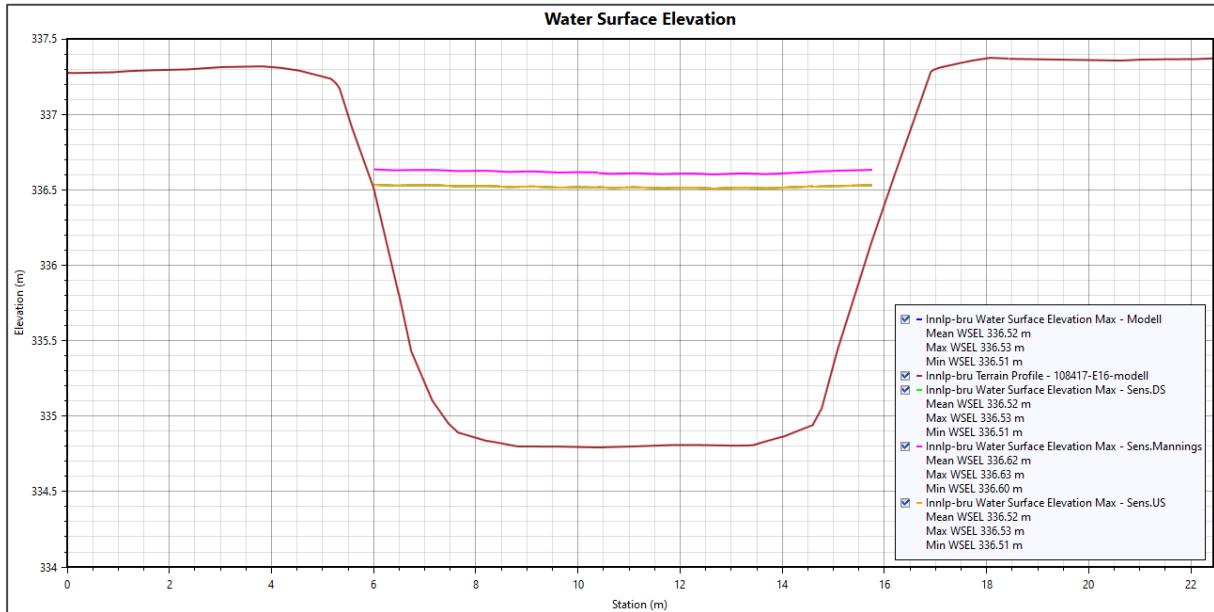


K.3 Flomsonekart for sensitivitetsanalyse for nedre grensebetingelse [m]



## VEDLEGG L

### L.1 Snitt innløp Giljarhus bru – Sammenligning av flomdybde



### L.2 Snitt innløp Giljarhus bru – Sammenligning av hastigheter

