
E6 Helgeland Sør

**Parsell 1:
Trøndelag grense – Majahaugen**

**Beregning dimensjonerende
vannføring i bekker og
overvannssystemer**

Notat

Beregning dimensjonerende vannføring i bekker

Prosjektnummer: 2020035

Dokumentnr: N-VA-02

Dokumentnavn: E6 Helgeland Sør, Parsell 1: Trøndelag grense – Majahaugen, Beregning dimensjonerende vannføring i bekker og overvannssystemer

Utarbeidet av: ViaNova Trondheim v/ Nina G. Bache

Utarbeidet for: Statens vegvesen, Utbygging Nord v/ May Brith Holand

Dato: 01.03.2021

Historikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse:	Utført:	Kontrollert:
00	01.03.2021	1. utgave	NGB	SLF

Innhold

1. Innledning.....	4
2. Forutsetninger	4
2.1 Krav om sikkerhetsklasse.....	4
2.2 Klimafaktor og sikkerhetsfaktor	4
2.3 Dimensjonerende gjentettingsgrad.....	5
2.4 Sammenfatting	6
3. Flomberegning	6
3.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	7
3.2 PQRUT- metoden.....	7
3.3 Den rasjonelle metoden.....	7
3.3.1 Avrenningskoeffisient og konsentrasjonstid	7
4. Oversikt stikkrenner.....	9
4.1 Stikkrenner med små nedbørfelt	9
4.2 Stikkrenne ved Pr. 300	10
4.2.1 Beregning med utvalgte metoder	10
4.2.2 Vurdering av resultater	11
4.3 Stikkrenne ved Pr. 560 Storbekken og Pr. 780 Litltjønnbekken.....	11
4.3.1 Beregning med utvalgte metoder	15
4.3.2 Vurdering av resultater	17
4.4 Stikkrenne ved Pr. 1100	18
4.4.1 Beregning med utvalgte metoder	18
4.4.2 Vurdering av resultater	20
4.5 Stikkrenne ved Pr. 2030	20
4.5.1 Beregning med utvalgte metoder	20
4.5.2 Vurdering av resultater	21
4.6 Stikkrenne ved Pr. 2850	22
4.6.1 Beregning med utvalgte metoder	22
4.6.2 Vurdering av resultater	23
4.7 Stikkrenne ved Pr. 3985	23
4.7.1 Beregning med utvalgte metoder	23
4.7.2 Vurdering av resultater	24
5. Konklusjon.....	25

1. Innledning

I forbindelse med reguleringsplan for E6 Helgeland sør, Parsell 1: Trøndelag grense – Majahaugen, vil ny veglinje krysse eksisterende bekker og overvannssystemer. Notatet har til hensikt å belyse valg av parametere og metode for beregning av dimensjonerende vannføring for det aktuelle vassdraget.

2. Forutsetninger

2.1 Krav om sikkerhetsklasse

Sikkerhetsklassen for veger påvirket av flom samt dimensjonerende returperiode bestemmes ut ifra ÅDT og omkjøringsmuligheter som vist i Tabell 2.1, i henhold til Håndbok N200 (2018). Framskrevet ÅDT for E6 er 1600 og det er ikke omkjøringsmuligheter tilgjengelig. Følgelig blir vegens sikkerhetsklasse V2 med dimensjonerende returperiode 200 år for tverrdrenering og 100 år for langsgående drenering.

Tabell 2.1: Sikkerhetsklasser for veger (SVV, V240, med endring gitt i NA-rundskriv 2019/03)

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse			
		Med omkjøringsmulighet		Uten omkjøringsmulighet	
		Tverrdrenering	Langsgående drenering	Tverrdrenering	Langsgående drenering
V1	0 - 500	50 år	50 år	100 år	50 år
V2	500-4000	100 år	50 år	200 år	100 år
V3	> 4000	200 år	100 år	200 år	100 år

2.2 Klimafaktor og sikkerhetsfaktor

Etter krav i HB N200 skal den dimensjonerende vannføringen ta høyde for både klimaendringer og usikkerhet i beregningen.

Klimafaktoren (F_k) for Nordland er iht. HB N200 1,4. Norsk Klimaservicesenter som har utarbeidet klimaprofilen hvor klimafaktoren er hentet fra, viser nå til nye anbefalinger. De nye anbefalingene gjelder klimapåslag for korttidsnedbør (NCCS report 5/2019). Klimaprofilene er ikke oppdatert iht. dette, men for gjentaksintervall ≥ 50 år kan det være verdt å vurdere klimapåslag på 1,5 for varighet ≤ 1 time (Norsk klimaservicesenter.no). I utregningene benyttes derfor både 1,4 og 1,5 for å sammenligne konsekvensen av mulig økt klimafaktor.

Sikkerhetsfaktoren (F_u) tar hensyn til usikkerhet i beregningsmetoder og datagrunnlag, og bestemmes ut fra vegens sikkerhetsklasse for flom, se Tabell 2.2.

Tabell 2.2: Valg av sikkerhetsfaktor basert på sikkerhetsklasse (V240)

Sikkerhetsklasse	F_v
V1	1,0
V2	1,1
V3	1,2

I henhold til TEK17§7-2 skal det for byggverk i flomutsatt område fastsettes en sikkerhetsklasse for flom, se Tabell 2.3.

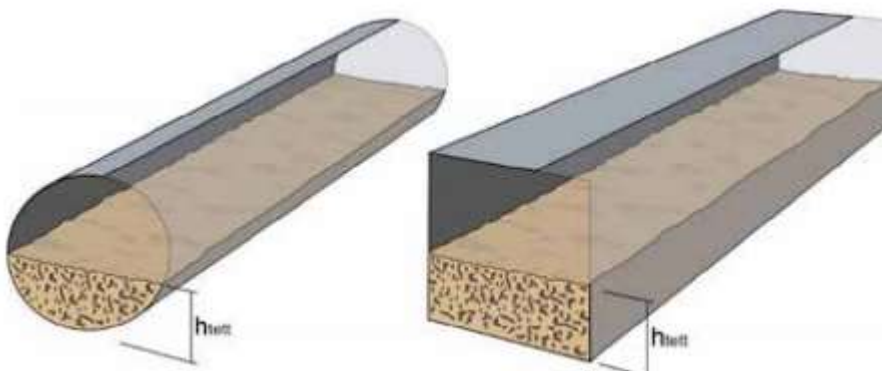
Tabell 2.3: Sikkerhetsklasse for flom iht. TEK17 §7-2

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

Faktor for usikkerhet i beregningene for dette prosjektet settes med utgangspunkt i sikkerhetsklasse V2 og F2, da er sikkerhetsfaktoren (F_v) = 1,1.

2.3 Dimensjonerende gjentettingsgrad

Delvis gjentetting av gjennomløp pga. masseavsetning og gjenisning reduserer kapasiteten til gjennomløpet (HB N200). Gjentetting av gjennomløp er en vanlig grunn til skader under flom (V240). Det stilles krav til å anta 1/3 gjentetting, jf. HB N200, se Figur 2.1. Håndbok V240 åpner for at det kan være aktuelt å bruke andre verdier for gjentetting ut fra vurderinger av massetransport i det aktuelle området, samt ved bruk av tiltak for massehåndtering oppstrøms for innløpet i det aktuelle området. I reguleringsplanen legges det til grunn 1/3 gjentetting, men dette kan vurderes i byggeplan.



Figur 2.1: Dimensjonerende gjentetting av gjennomløp (HB N200, 2018)
Dimensjonerende vannføring korrigeres her ved hjelp av korreksjonsfaktor:

$$Q_{\text{dim},T,1/3} = K_{1/3} \times Q_{\text{dim},T}$$

$Q_{\text{dim},T,1/3}$ = Korrigert vannføring for 1/3 gjentetting [m^3/s]

$K_{1/3}$ = Korreksjonsfaktor for 1/3 gjentetting [-]

$Q_{\text{dim},T}$ = Dimensjonerende vannføring [m^3/s]

Tabell 2.4: Korreksjonsfaktor for gjentetting (V240, 2020)

Innløpsutforming	$K_{1/3}$
Utsikende, tynnvegget rør	1,33
Utsikende, tykkvegget rør med rett kant/spissende	1,33
Utsikende, tykkvegget rør med skrå kant/muffeende	1,33
Innløp med front-/vingemur og rett kant/spissende	1,25
Innløp med front-/vingemur og skrå kant/muffeende	1,25
Tilskåret innløp	1,25

2.4 Sammenfatting

I Tabell 2.5 er det vist en sammenfatting av dimensjoneringskriterier

Tabell 2.5 Sammenfatting av forutsetninger for dimensjoneringskriterier

Klassifisering	Tverrdrenering	Langsgående drenering
Sikkerhetsklasse	V2 og F2	V2 og F2
Klimafaktor (F_k)	1,4 og 1,5	1,4 og 1,5
Dimensjonerende returperiode	200 år	100 år
Sikkerhetsfaktor (F_u)	1,1	1,1
Gjentetningsgrad, ($K_{1/3}$)	1,25 ¹	1,25 ¹

1) Forutsetter innløpsforming iht.

Tabell 2.4

3. Flomberegning

Hvilke metoder som bør benyttes ved en flomberegning avhenger av flere forhold. Valg av metode må blant annet gjøres ut fra geografiske- og meteorologiske parametere, om det finnes målestasjoner i vassdraget eller i nærliggende vassdrag, kvalitet og lengde på eventuelle måleserier, samt det aktuelle nedbørfeltets størrelse og feltkarakteristika. Metodene benyttet i flomberegningene er beskrevet under. Usikkerheter ved hver enkelt av metodene er videre beskrevet i NVE sin veileder for flomberegninger i små uregulerte felt.

Målestasjon benyttet til dimensjonerende nedbør (Intensitet-Varighets-Frekvens (IVF-verdier)) er Nordli-Brattvold (SN73490) hentet fra Norsk klimaservicesenter. Stasjonen ligger 462 moh. med måleperiode i tidsrommet 1967-1982 (14 sesonger). Målestasjonen anses å være den nærmeste stasjonen med lengst måleperiode og godt sammenlignbart terreng.

De forskjellige hydrologiske beregningsmetodene er tilpasset de forskjellige typer nedbørsfelt. Metodene brukes til å finne beregnet avrenning Q_T fra feltet ved returperiode T. Her er det valgt å benytte tre forskjellige metoder.

3.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Denne metoden er basert på regresjonsanalyse av avrenning fra forskjellige deler av landet. Metoden beregner middelflom Q_m ut fra midlere spesifikk avrenning q_m og skalerer opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom. Resulterende vekstkurve vurderes som robust. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Metoden er gyldig innenfor følgende parameterområder:

- Nedbørsfelt 0,2-53 km²
- Normalavrenning 9-163 l/s*km²
- Effektiv sjøprosent 0-21 %

3.2 PQRUT- metoden

PQRUT-modellen er basert på observerte avrenningsforløp. Metoden simulerer nedbørsfeltet som et kar med to utløp som fører vann nedstrøms, og det er behov for vurdering av flere feltparametere for å sikre presise anslag for avrenning Q_T .

Det er flere usikkerhetsmomenter som ligger i bruken av modellen for mindre felt, slik at usikkerheten i resultatene forventes å være stor. Det er blant annet svært sjeldent at det foreligger observert nedbør- og vannføringsdata slik at modellen kan kalibreres, dermed må modellparameterne beregnes med ligninger, som igjen gir større usikkerhet i modellparameterne.

Usikkerheter er nærmere beskrevet i NVE sin veileder for flomberegninger i små uregulerte felt.

Sammenlignet med andre metoder underestimerer PQRUT beregnet vannføring for små felt og overestimerer for store felt. Metoden gir også lavere beregnet vannføring for felt med spesifikk middelvannføring over ca. 100 l/s *km².

Metoden er gyldig innenfor følgende parameterområder:

- PQRUT-metoden skal benyttes for nedbørsfelt med feltareal: $1 \text{ km}^2 < A_{felt} < 200 \text{ km}^2$.
- Relieff-forhold, H_L : 1,7 – 72,0 m/km
- Normalavrenning, q_N : 13-105 l/s*km²

3.3 Den rasjonelle metoden

Den rasjonale formel benyttes ofte til enkle overslag for dimensjonering i veldig små nedbørsfelt, og er basert på direkte sammenheng mellom nedbør og avrenningen. Den rasjonelle formel er best tilpasset små nedbørsfelt med rask respons. Resultatet er følsom for valg av avrenningskoeffisient.

Den rasjonelle metoden skal brukes for nedbørsfelt med feltareal: $A_{felt} = \leq 2 \text{ km}^2$.

3.3.1 Avrenningskoeffisient og konsentrasjonstid

Avrenningskoeffisient for nedbørsfelt er vurdert ut ifra hvilke overflatetyper som befinner seg i feltet. Det er tatt utgangspunkt i avrenningskoeffisienter i håndbok V240 Vannhåndtering. Nedbørsfeltene i dette prosjekter består i hovedsak av skogsområder og dyrket mark. Avrenningskoeffisienten for skogsområder, er det valgt å ikke bruke verdi angitt i V240. For både skogsområder og

jordbruksområder er det valgt å benytte en avrenningsfaktor på 0,4, som er mer i tråd med den gamle N200 fra 2014 og NVE sin veileder. Det er forutsatt en korreksjonsfaktor for avrenningskoeffisient på 1,3 for returperiode på 200 år. Korreksjonsfaktoren benyttes til den rasjonelle metode.

Ny veglinje er implementert i nedbørsfeltene som vurderes.

Det er benyttet Berg et al. (1981) sin metode for å beregne konsentrasjonstid for naturlige felt. Nedbørsfeltene i prosjektet er naturlige nedbørsfelt, ofte lengre enn 150 m og inneholder ikke innsjøareal. Metoden er dermed vurdert best egnet til nedbørsfeltene i dette prosjektet.

$$t_k = 0.6 \cdot L_F \cdot \Delta h^{-0.5} + 3000 \cdot A_{SE}$$

Lign. 8.2.2.1

Der:

t_k = Konsentrasjonstiden [minutt]

L_F = Feltlengde [m]

Δh = Høydeforskjellen i feltet [m]

A_{SE} = Effektiv sjøprosent [-]

4. Oversikt stikkrenner

Plantegningene G1001 – G1006 viser en gjennomførbar løsning for drenering av ny veglinje.

Stikkrenner med små nedbørfelt er samlet i et avsnitt, mens de stikkrennene med større nedbørfelt er omtalt med hver sitt avsnitt.

4.1 Stikkrenner med små nedbørfelt

For stikkrenner med små nedbørfelt, hvor PQRUT og NIFS ikke er gyldige metoder å benytte, er dimensjonerende vannføring beregnet med den rasjonelle metode. En oversikt over disse er vist i Tabell 4.1.

Tabell 4.1: Oversikt stikkrenner med små nedbørfelt

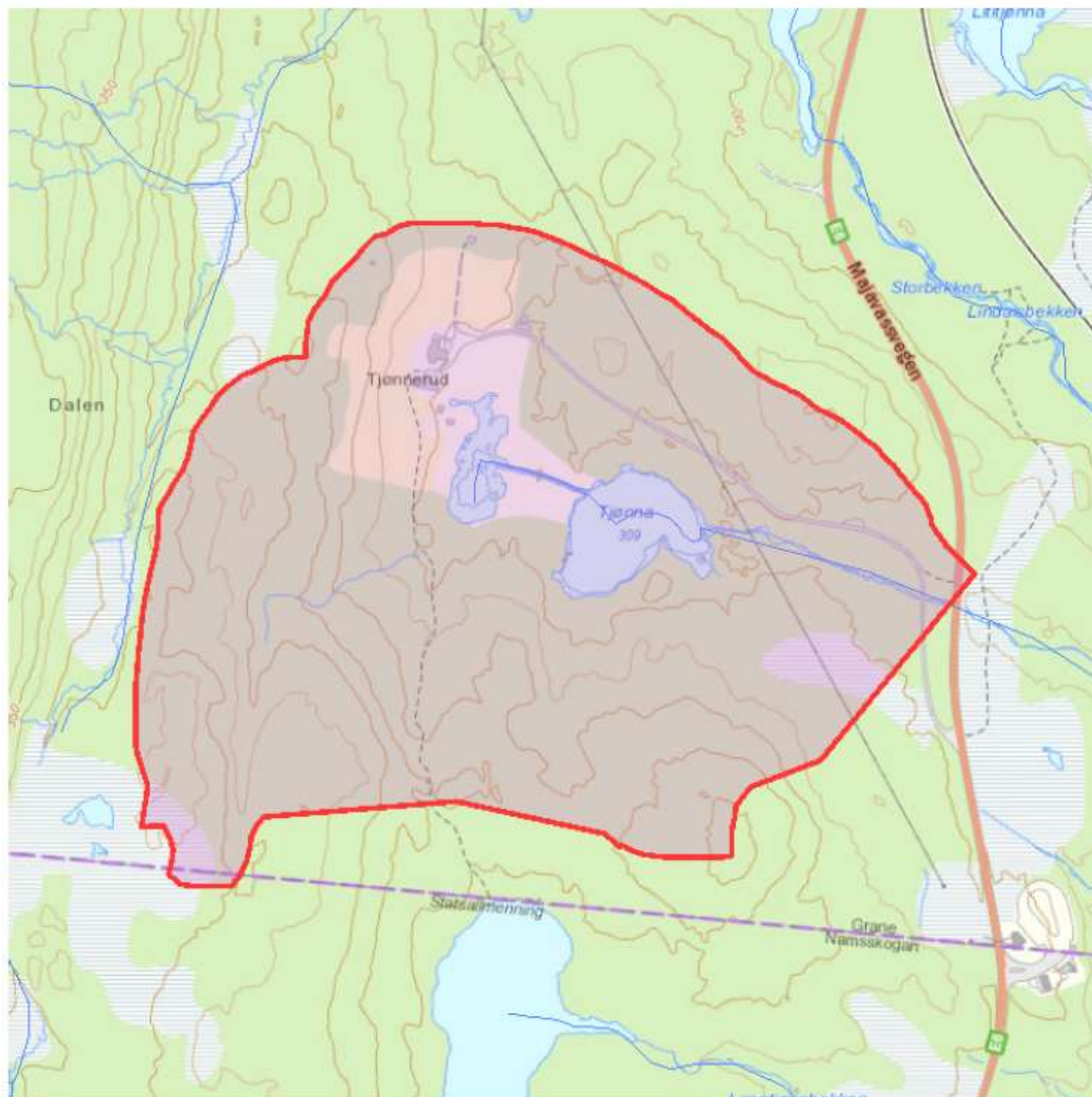
Parsell/ Profil	Navn	Areal [km ²]	Dimensjonerende vannføring ($Q_{200,Fk=1,5}$) [m ³ /s]	Aktuell løsning, inkl. gjentetting [mm]
P1-110		0,02	0,15	800
P1-350	Sideveg	0,01	0,11	600
P1-900		0,01	0,11	800
P1-900	Sideveg	0,003	0,03	400
P1-1010		0,09	0,50	800
P1-1680		0,02	0,20	800
P1-1790		0,01	0,17	800
P1-1910		0,03	0,26	800
P1-2210		0,10	0,54	800
P1-2600	Sideveg	0,002	0,02	400
P1-2690	Sideveg	0,001	0,02	400
P1-3390		0,02	0,09	800
P1-3985	Sideveg oppstrøms E6	0,01	0,08	600
P1-4420	Sideveg og adkomstveg	0,03	0,21	600

Den lange fjellskjæringen ved ca. Pr. 1800-1940, vil endre nedbørfeltet til stikkrennene i jernbanen. Plassering av stikkrenne i Pr. 1910 vil opprettholde nedslagsfelt til stikkrenner i jernbanen. En åpen grøft mot jernbanen må etableres, samt at det må etableres erosjonssikring helt til jernbanen og dens stikkrenne.

Nye stikkrenner i ny veglinje, endrer ikke nedslagsfelt for stikkrenner i jernbanen i noe vesentlig grad.

4.2 Stikkrenne ved Pr. 300

Nedbørsfeltet er vist på Figur 4.1. Feltet er 0,30 km² dominert av skog, og med noe myr, dyrket mark og åpent vann.



Figur 4.1: Nedbørsfelt pr. 300

4.2.1 Beregning med utvalgte metoder

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføringer for Tjønnå. Flomberegningene baserer seg på bruk av ulike metoder der resultatene blir sammenstilt og vurdert mot hverandre.

4.2.1.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $Q_N = 23 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ er valgt fra NEVINA rapport. Middelflom $Q_m = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved 200 års gjentaksintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir NIFS formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 1,09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200,Fk=1,5} = 1,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2.1.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

4.2.1.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,4 med korreksjonsfaktor på 1,3 ved returperiode 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut fra beregnet konsentrasjonstid.

Ved 200 års gjentaksintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir den rasjonelle formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 1,53 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200,Fk=1,5} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2.2 Vurdering av resultater

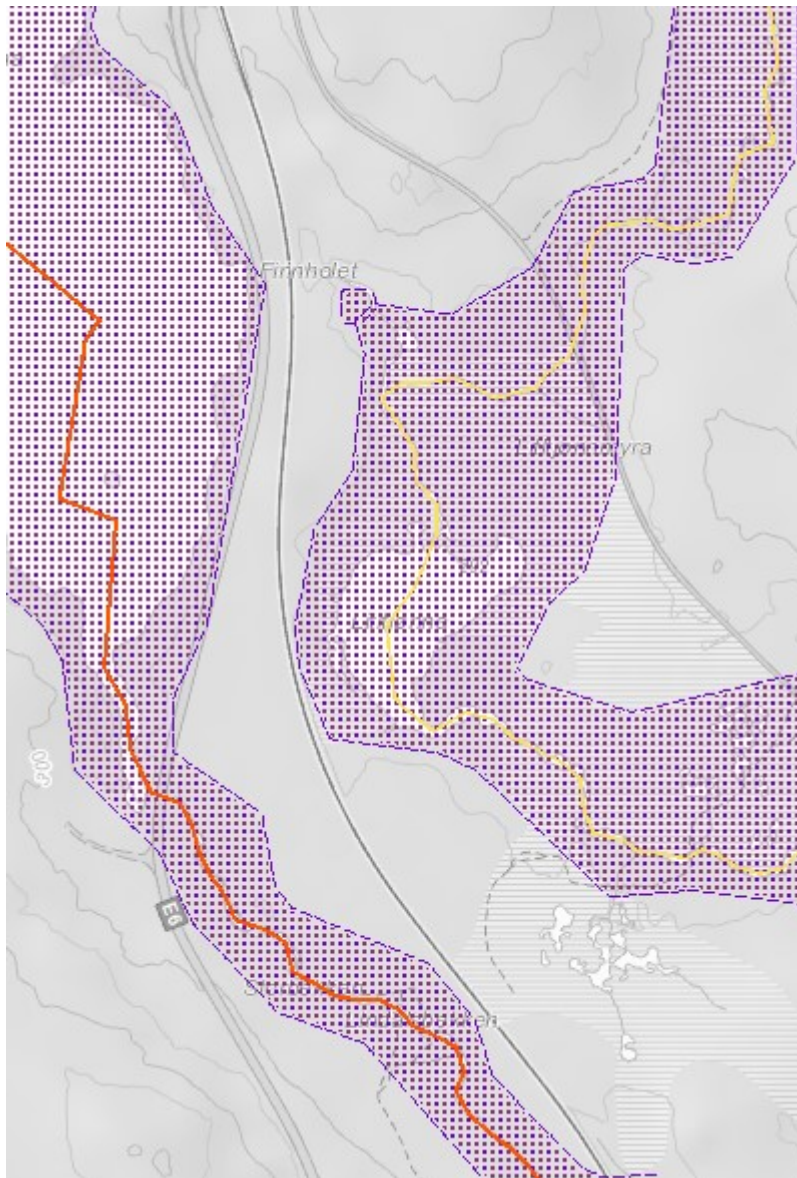
Begge vurderte metoder vurderes som gode, men feltet er i nedre sjikt for NIFS formel.

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvens-analyse, (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring	Dimensjonerende vannføring, inkl. gjentetting
P1 Pr. 300					
200 år, 1,4	1,09 m ³ /s	--	1,53 m ³ /s	1,5 m³/s	1,9 m³/s
200 år, 1,5	1,17 m ³ /s	--	1,64 m ³ /s	1,6 m³/s	2,0 m³/s

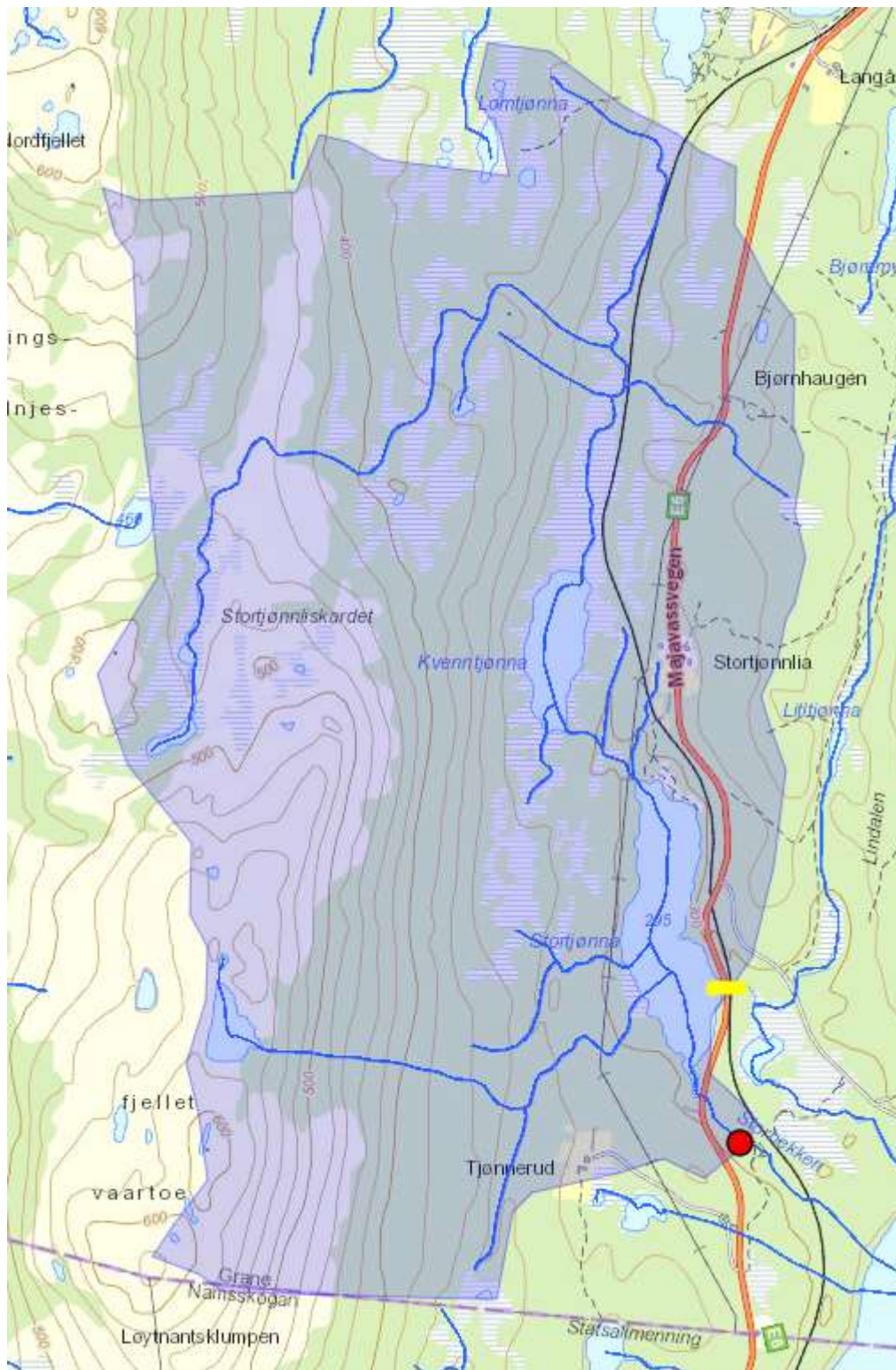
Aktuell dimensjon for stikkrennen blir SR 1200 BTG for begge resultatene.

4.3 Stikkrenne ved Pr. 560 Storbekken og Pr. 780 Littljønnbekken

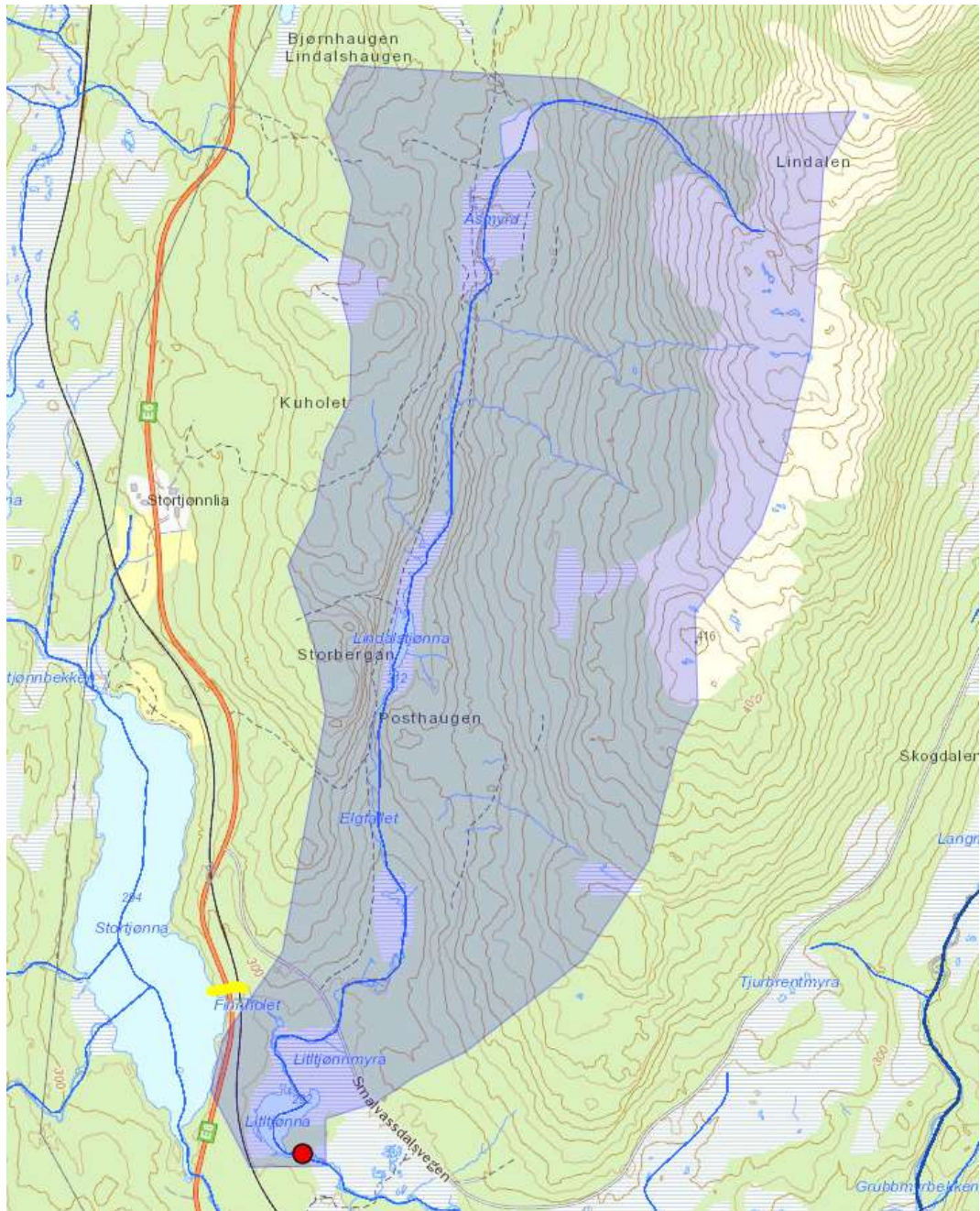
Nedslagsfeltene til stikkrennene i Pr. 560 og Pr. 780 er noe uklar. På NVEs aktsomhetskart for flom, vises ikke noe kobling mellom Stortjønna og Littljønna via Finnholet, se Figur 4.2. Nedbørfelt hentet fra NEVINA, blir som vist i Figur 4.3 for Storbekken og Figur 4.4 for Littljønnbekken. Stikkrennen ved Finnholet er SR 1800 BTG gjennom E6 og SR 2000x2000 BTG gjennom jernbanen. Med grunnlag i det, er det lite sannsynlig at det ikke er en kobling mellom Stortjønna og Littljønna gjennom Finnholet. Ved Storbekken er det observert en stikkrenne i eksisterende E6, SR 1000 BTG. Innmålinger er ikke utført, og det er ikke observert hvorvidt det er vannføring her eller ikke. Da det er vanskelig å si hvor mye som går til Storbekken, er det her valgt å anslå at nedslagsfeltet til Littljønnbekken dekker hele nedslagsfeltet, uten overløp til Storbekken, se Figur 4.5. Om dette er en riktig betraktning, må vurderes i felt ved befaring og gjerne registrering av vannføring i Storbekken. I reguleringsplanen legges det en SR 1200 BTG ved ny E6 over Storbekken, for å ha mulighet til å legge stikkrenne her dersom det viser seg at Storbekken har normalvannføring.



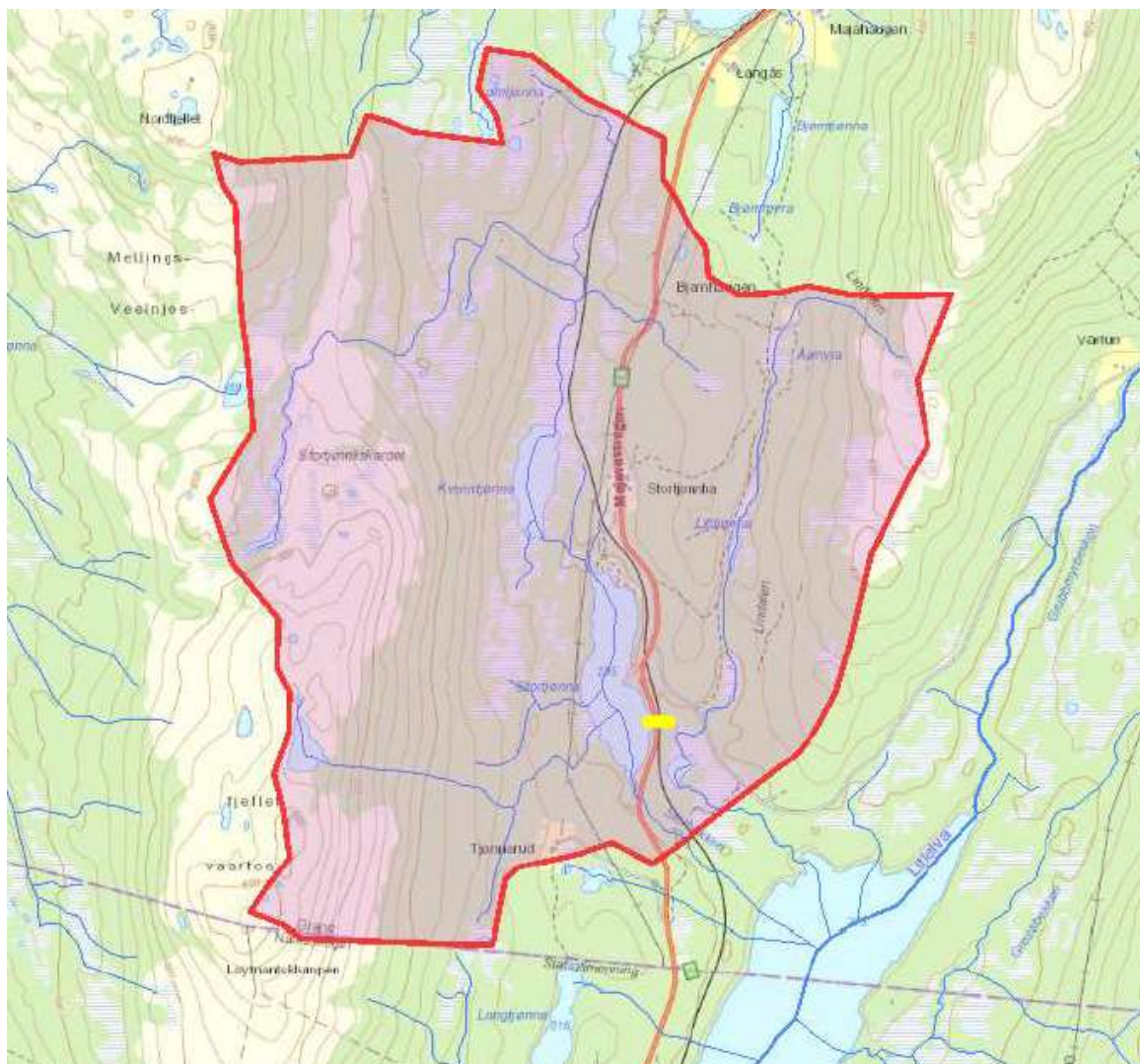
Figur 4.2: Utsnitt fra aktsomhetskart for flom, P1 sør.



Figur 4.3: Nedbørfelt for Storbekken hentet fra NEVINA. Gul strek markerer Finnholet.



Figur 4.4: Nedbørfelt for Littjønnebekken hentet fra NEVINA. Gul strek markerer Finnholet.



Figur 4.5: Antatt nedbørfelt til Littjønnebekken Pr. 780, 7,7 km². Gul strek markerer Finnholet.

4.3.1 Beregning med utvalgte metoder

Det foreligger ingen kjente målinger for flomvannføringer for Littjønnebekken. Flomberegningene baserer seg på bruk av ulike metoder der resultatene blir sammenstilt og vurdert mot hverandre.

4.3.1.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $Q_N = 27,7 \text{ l/s*km}^2$ er valgt fra NEVINA rapport. Middelflom $Q_m = 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir NIFS formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 16,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

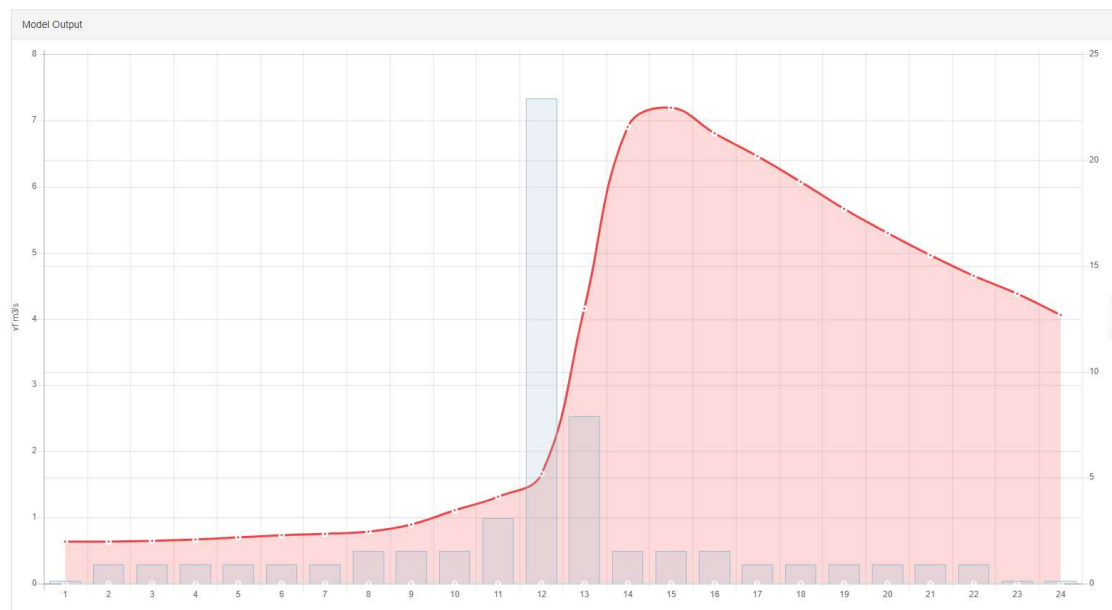
$$Q_{200,Fk=1,5} = 17,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.1.2 PQRUT-metoden

Det er benyttet PQRUT simuleringsverktøyet til NVE. Input til modellkalibrering er hentet fra feltkarakteristikken (Areal, sjøprosent, hypsografisk kurve, normal avløp og feltaksens lengde).

Nedbørinput er produsert ved å benytte IVF-kurver. Nedbørsdataene er benyttet til å lage et symetrisk hyetogram, som input til simuleringen for en 50 års regnhendelse og en 200 års regnhendelse.

Starttilstanden er markfuktighet satt til 100 % og vannføringen satt til 3 ganger middelvannføring. Dette for å simulere en flomsituasjon hvor marka allerede er mettet med fuktighet.



Figur 4.6: PQRUT Littljønnbekken, 200 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått.

PQRUT-metoden gir en simulert vannføring med 200 års gjentakintervall:

$$Q_{200} = 7,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir PQRUT-metoden:

$$Q_{200, Fk=1,4} = 11,10 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200, Fk=1,5} = 11,90 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.1.3 Den rasjonelle metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

4.3.2 Vurdering av resultater

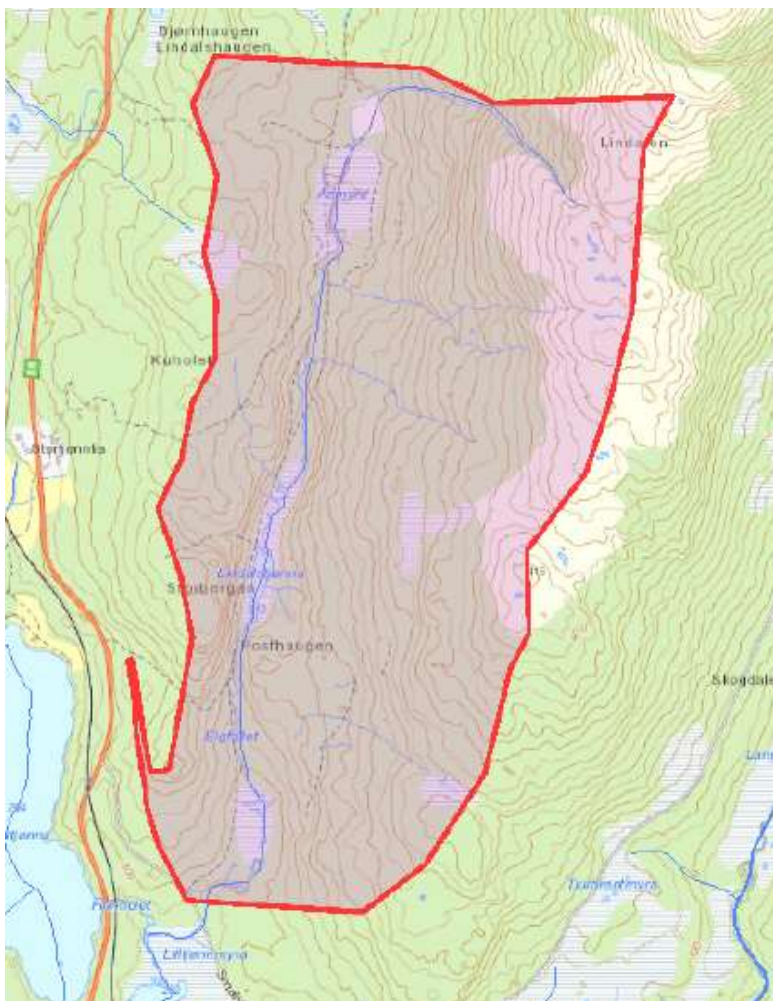
PQRUT-metoden har en tendens til å underestimere vannmengder for felt i nedre sjikt når det ikke foreligger nedbørs- eller vannføringsdata til å kalibrere modellen. For dette feltet antas at NIFS-formel gir det beste resultat.

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvens-analyse, (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring	Dimensjonerende vannføring, inkl. gjentetting
P1 Pr. 780					
200 år, 1,4	16,43 m ³ /s	11,10 m ³ /s	--	16,4 m³/s	20,5 m³/s
200 år, 1,5	17,60 m ³ /s	11,90 m ³ /s	--	17,6 m³/s	22,0 m³/s

Littljønnbekken er omtalt som fiskeførende. Det må gjøres vurderinger for å ivareta krav til utforming som legger til rette for fiskevandring. Uten å ta høyde for dette, er aktuell løsning SR 2x 2400 BTG, eller en bruløsning. Anbefaler at det gjøres nye betraktninger etter observasjoner av feltet for å verifiseres nedslagsfelt, vannføring i Storbekken samt en god løsning for fiskevandring.

4.4 Stikkrenne ved Pr. 1100

Nedbørsfeltet er vist på Figur 4.7. Feltet er 1,4 km² dominert av skog, og med noe myr.



Figur 4.7: Nedbørsfelt for stikkrenne Pr. 1100.

4.4.1 Beregning med utvalgte metoder

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføringer for Elgfallet, bekk fra Lindalstjønn. Flomberegningene baserer seg på bruk av ulike metoder der resultatene blir sammenstilt og vurdert mot hverandre.

4.4.1.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $Q_N = 24 \text{ l/s*km}^2$ er valgt fra NEVINA rapport. Middelflom $Q_m = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir NIFS formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 3,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

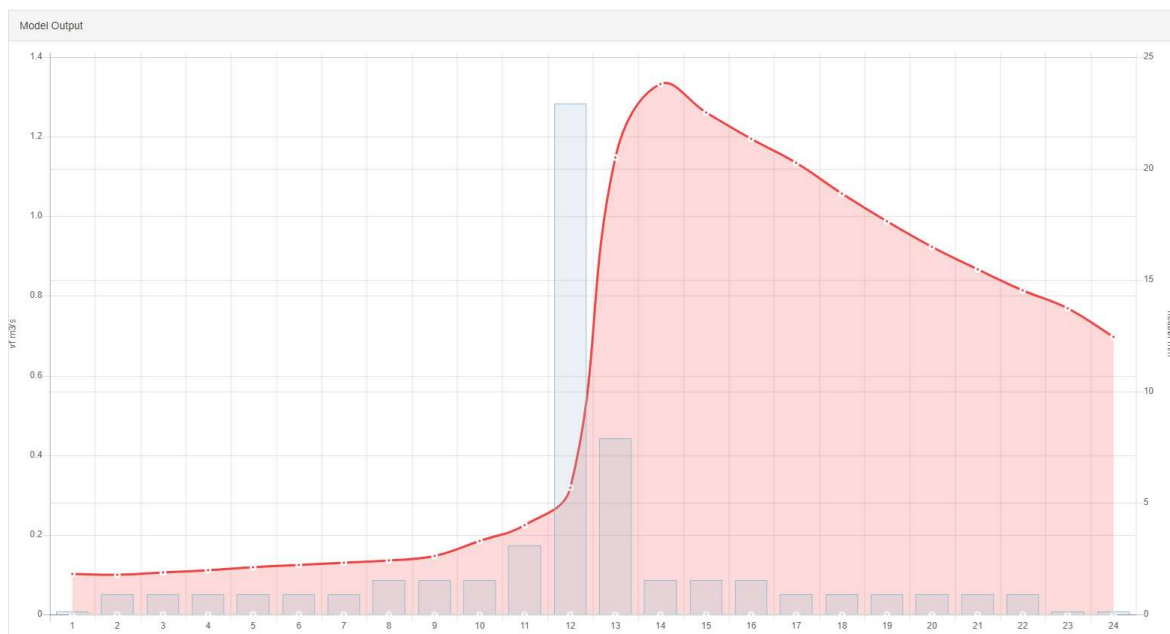
$$Q_{200,Fk=1,5} = 4,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.1.2 PQRUT-metoden

Det er benyttet PQRUT simuleringsverktøyet til NVE. Input til modellkalibrering er hentet fra feltkarakteristikken (Areal, sjøprosent, hypsografisk kurve, normal avløp og feltaksens lengde).

Nedbørinput er produsert ved å benytte IVF-kurver. Nedbørsdataene er benyttet til å lage et symetrisk hyetogram, som input til simuleringen for en 50 års regnhendelse og en 200 års regnhendelse.

Starttilstanden er markfuktighet satt til 100 % og vannføringen satt til 3 ganger middelvannføring. Dette for å simulere en flomsituasjon hvor marka allerede er mettet med fuktighet.



Figur 4.8: PQRUT stikkrenne ved Pr. 1100. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått.

PQRUT-metoden gir en simulert vannføring med 200 års gjentakintervall:

$$Q_{200} = 1,33 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir PQRUT-metoden:

$$Q_{200, Fk=1,4} = 2,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200, Fk=1,5} = 2,19 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.1.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,4 med korreksjonsfaktor på 1,3 ved returperiode 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut fra beregnet konsentrasjonstid.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir den rasjonelle formel:

$$Q_{200, Fk=1,4} = 5,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200, Fk=1,5} = 4,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.2 Vurdering av resultater

PQRUT-metoden har en tendens til å underestimere vannmengder for felt i nedre sjikt når det ikke foreligger nedbørs- eller vannføringsdata til å kalibrere modellen. Den rasjonelle formel er i stor grad påvirket av konsentrasjonstid, noe NIFS formel ikke tar høyde for. For dette feltet benyttes en flomverdi i størrelsesorden mellom NIFS-formel og den rasjonelle metode.

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvens-analyse, (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring	Dimensjonerende vannføring, inkl. gjentetting
P1 Pr. 1100					
200 år, 1,4	3,85 m ³ /s	2,05 m ³ /s	5,98 m ³ /s	5,0 m³/s	6,3 m³/s
200 år, 1,5	4,13 m ³ /s	2,19 m ³ /s	6,40 m ³ /s	5,5 m³/s	6,9 m³/s

Elgfallet, bekk fra Lindalstjønna, er omtalt som fiskeførende. Det må gjøres vurderinger for å ivareta krav til utforming som legger til rette for fiskevandring. Uten å ta høyde for dette, er aktuell løsning SR 2000 BTG for begge resultatene. Utforming som hensyntar fiskevandring, må medtas i byggeplan.

4.5 Stikkrenne ved Pr. 2030

Nedbørfeltet er ikke i NEVINA. Feltet er 0,12 km² og dominert av skog.

4.5.1 Beregning med utvalgte metoder

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføringer. Flomberegningene baserer seg på bruk av ulike metoder der resultatene blir sammenstilt og vurdert mot hverandre.

4.5.1.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $Q_N = 23,7 \text{ l/s*km}^2$ er valgt fra NEVINA rapport for nærliggende felt (ved Pr. 2850). Middelflom $Q_m = 0,11 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir NIFS formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 0,49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200,Fk=1,5} = 0,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.5.1.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

4.5.1.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,4 med korreksjonsfaktor på 1,3 ved returperiode 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut fra beregnet konsentrasjonstid.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir den rasjonelle formel:

$$Q_{200, Fk=1,4} = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200, Fk=1,5} = 0,94 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.5.2 Vurdering av resultater

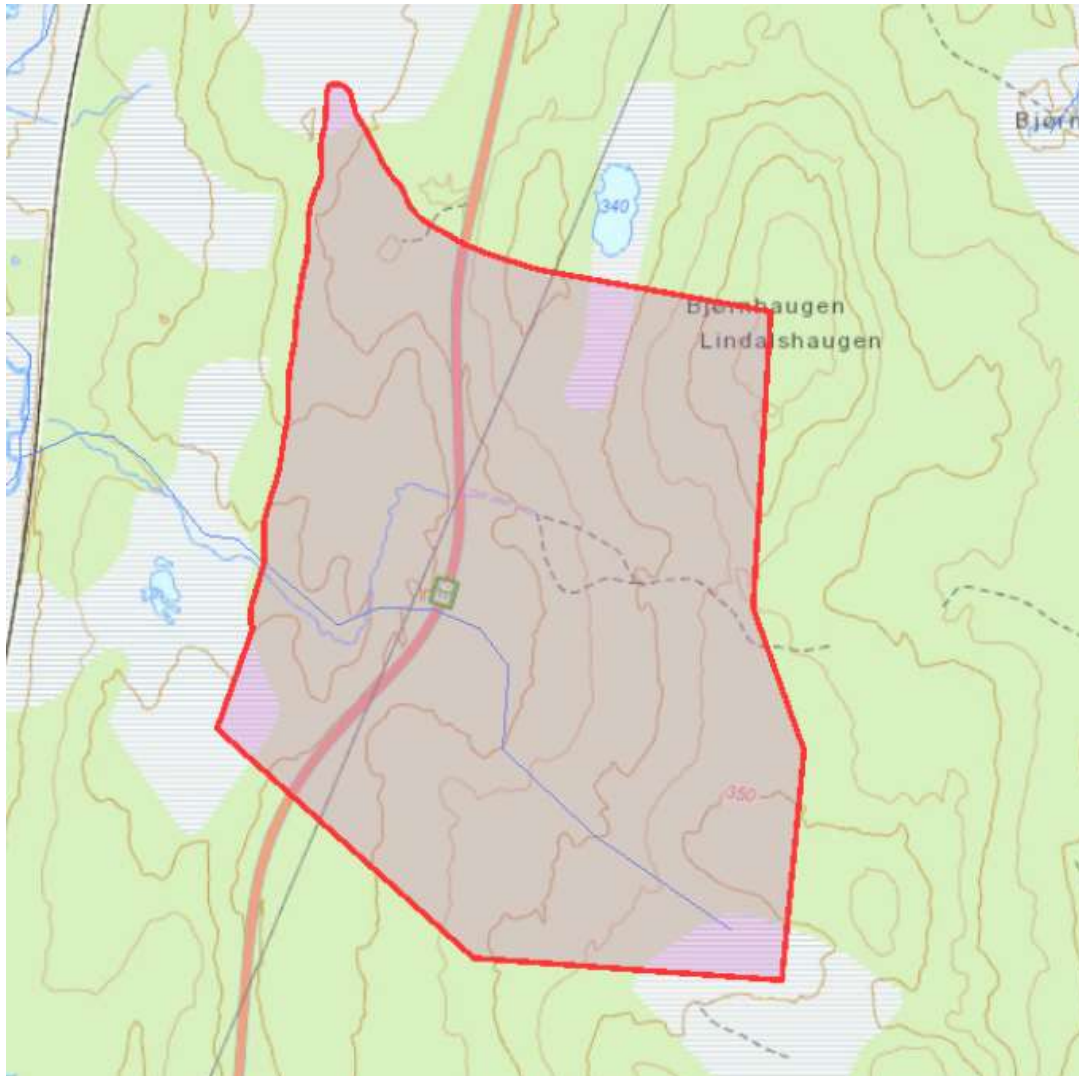
Begge vurderte metoder vurderes som gode, men feltet er i nedre sjikt for NIFS formel. Den rasjonelle formel antas å gi mest riktig svar.

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvens-analyse, (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring	Dimensjonerende vannføring, inkl. gjentetting
P1 Pr. 2030					
200 år, 1,4	0,49 m ³ /s	--	0,88 m ³ /s	0,9 m³/s	1,1 m³/s
200 år, 1,5	0,52 m ³ /s	--	0,94 m ³ /s	0,9 m³/s	1,2 m³/s

Aktuell dimensjon for stikkrennen blir SR 1000 BTG for begge resultatene.

4.6 Stikkrenne ved Pr. 2850

Nedbørfeltet er vist på Figur 4.9. Feltet er 0,19 km² og dominert av skog.



Figur 4.9: Nedbørfelt Pr. 2850

4.6.1 Beregning med utvalgte metoder

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføringer. Flomberegningene baserer seg på bruk av ulike metoder der resultatene blir sammenstilt og vurdert mot hverandre.

4.6.1.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $Q_N = 23,7 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ er valgt fra NEVINA rapport. Middelflom $Q_m = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir NIFS formel:

$$Q_{200, Fk=1,4} = 0,74 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200, Fk=1,5} = 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.6.1.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

4.6.1.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,4 med korreksjonsfaktor på 1,3 ved returperiode 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut fra beregnet konsentrasjonstid.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir den rasjonelle formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 0,98 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200,Fk=1,5} = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.6.2 Vurdering av resultater

Begge vurderte metoder vurderes som gode, men feltet er i nedre sjikt for NIFS formel. Den rasjonelle formel gir sannsynligvis det beste resultat.

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvens-analyse, (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring	Dimensjonerende vannføring, inkl. gjentetting
P1 Pr. 2850					
200 år, 1,4	0,74 m ³ /s	--	0,98 m ³ /s	1,0 m³/s	1,2 m³/s
200 år, 1,5	0,80 m ³ /s	--	1,05 m ³ /s	1,1 m³/s	1,3 m³/s

Aktuell dimensjon for stikkrennen blir SR 1000 BTG ved bruk av klimafaktor 1,4 inkl. gjentetting og SR 1200 BTG ved bruk av klimafaktor 1,5 inkl. gjentetting.

4.7 Stikkrenne ved Pr. 3985

Nedbørfeltet er ikke i NEVINA. Feltet er 0,22 km² og dominert av skog.

4.7.1 Beregning med utvalgte metoder

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføringer. Flomberegningene baserer seg på bruk av ulike metoder der resultatene blir sammenstilt og vurdert mot hverandre.

4.7.1.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $Q_N = 23,7 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ er valgt fra NEVINA rapport for nærliggende felt (ved Pr. 2850). Middelflom $Q_m = 0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir NIFS formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 0,82 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200,Fk=1,5} = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.7.1.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

4.7.1.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,4 med korreksjonsfaktor på 1,3 ved returperiode 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut fra beregnet konsentrasjonstid.

Ved 200 års gjentakintervall, klimafaktor på hhv. 1,4 og 1,5, samt usikkerhetsfaktor på 1,1 gir den rasjonelle formel:

$$Q_{200,Fk=1,4} = 0,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200,Fk=1,5} = 0,92 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.7.2 Vurdering av resultater

Begge vurderte metoder vurderes som gode. Resultatene er relativt like.

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvens-analyse, (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring	Dimensjonerende vannføring, inkl. gjentetting
P1 Pr. 2030					
200 år, 1,4	0,82 m ³ /s	--	0,86 m ³ /s	0,9 m³/s	1,1 m³/s
200 år, 1,5	0,88 m ³ /s	--	0,92 m ³ /s	0,9 m³/s	1,1 m³/s

Aktuell dimensjon for stikkrennen blir SR 1000 BTG for begge resultatene.

5. Konklusjon

I henhold til Statens vegvesen håndbok N200 er det forbundet stor usikkerhet med avrenningsberegninger. Det skal derfor benyttes flere metoder og valg av Q_T skal velges innenfor spennet av beregnet avrenning.

Her er det benyttet tre metoder, der hver av de har sine fordeler og ulemper.

Resultatet fra PQRUT-metoden er det knyttet stor usikkerhet til da det ikke foreligger noe observert vannføringsdata som kan brukes til å kalibrere modellen. Modellparameterne er dermed beregnet ut ifra ligninger, som igjen gir større usikkerheter. Samtidig har den gitte intervaller for hva som er gyldige parametere for bruk av metoden.

Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel) har en usikkerhet i estimering av middelflommen. Usikkerheten øker gradvis for de høyere returperiodene. Det er tre parametere som inngår i formelverket (areal, normalavrenning og effektiv sjøprosent), av disse er det normalavrenningen det er knyttet størst usikkerhet til. Denne verdien er hentet ut fra avrenningskartet som har vist seg å være bedre i noen områder enn andre.

Den rasjonelle metoden benyttes ofte i små nedbørsfelt, og er basert på direkte sammenheng mellom nedbør og avrenningen. En del av usikkerheten ligger i valg av avrenningsfaktor da denne sjelden er uniform i et nedbørfelt, men vil variere innen feltet og ut ifra hvor vannmettet bakken er ved nedbørens start. Formelen forutsetter også at avrenningskoeffisienten er konstant gjennom hele nedbørshendelsen, og tar dermed ikke hensyn til at grunnen kan bli vannmettet underveis. Formelen forutsetter en konstant intensitet for nedbørshendelsen, og med lik fordeling i hele nedbørfeltet. Korte måleserier for nedbør vil gi usikkert datagrunnlag for lange returperioder, samt at mange stasjoner ikke måler korttidsnedbør om vinteren.

En sammenstilling av dimensjonerende vannføring for stikkrennene, er vist i Tabell 5.1. Beregningene er uten dimensjonerende gjentettingsgrad. I tabellen er det også vist minste dimensjon for stikkrennene, uten å ta hensyn til valg av materiale eller tilgjengelige diametere.

Oppsummering av stikkrennene er vist i Tabell 5.1.

Tabell 5.1: Oversikt stikkrenner for P1

Parsell/ Profil	Navn	Areal [km ²]	Dimensjonerende vannføring ($Q_{200, Fk=1,5}$) [m ³ /s]	Aktuell løsning, inkl. gjentetting [mm]	Fiskeførende bekk
P1-110		0,02	0,15	800	
P1-300		0,30	1,60	1200	
P1-350	Sideveg	0,01	0,11	600	
P1-560	Storbekken ¹	-	-	1200	
P1-780	Littjønnbekken ²	7,65	17,60	Doble rør eller konstruksjon	✓
P1-900		0,01	0,11	800	
P1-900	Sideveg	0,003	0,03	400	
P1-1010		0,09	0,50	800	
P1-1100		1,40	5,50	2000	✓
P1-1680		0,02	0,20	800	
P1-1790		0,01	0,17	800	
P1-1980		0,03	0,26	800	
P1-2030		0,12	0,94	1000	
P1-2210		0,10	0,54	800	
P1-2600	Sideveg	0,002	0,02	400	
P1-2690	Sideveg	0,001	0,02	400	
P1-2850		0,19	1,05	1200	
P1-3390		0,02	0,09	800	
P1-3985	Sideveg oppstrøms E6	0,01	0,08	600	
P1-3985		0,22	0,90	1000	
P1-3985	Sideveg nedstrøms E6	0,22	0,90	1000	
P1-4420	Sideveg og adkomstveg	0,03	0,21	600	

¹ Usikkert nedslagsfelt, se omtale i kap. 4.3.

² Usikkert nedslagsfelt, se omtale i kap. 4.3.