
Fv. 717 Sund-Bradden

**Beregning dimensjonerende
vannføring i bekker og
overvannssystemer**

Notat

Beregning dimensjonerende vannføring i bekker

Prosjektnummer:	2019063
Dokumentnr:	N-VA-01
Dokumentnavn:	Fv. 717 Sund-Bradden Beregning dimensjonerende vannføring i bekker og overvannssystemer
Utarbeidet av:	ViaNova Trondheim v/ Stian Fremstad
Utarbeidet for:	Trøndelag fylkeskommune
Dato:	04.03.2020

Historikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse:	Utført:	Kontrollert:
00	04.03.2020	Første utgave	SLF	NGB

Innhold

1. Innledning	6
2. Forutsetninger	6
3. Flomberegning	8
3.1 Metoder.....	8
3.1.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	8
3.1.2 PQRUT- metoden.....	8
3.1.3 Den rasjonelle metoden.....	9
4. Uttrekk Kvithyllveien pr. 1160.....	10
4.1 Beskrivelse av nedbørfeltet	10
4.2 Beregning med utvalgte metoder	11
4.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	11
4.2.2 PQRUT-metoden	11
4.2.3 Den rasjonelle metoden.....	11
4.3 Vurdering resultater	11
5. Stikkrenne pr. 1960	12
5.1 Beskrivelse av nedbørfeltet	12
5.2 Beregning med utvalgte metoder	13
5.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	13
5.2.2 PQRUT-metoden	13
5.2.3 Den rasjonelle metoden.....	13
5.3 Vurdering resultater	13
6. Uttrekk Trondheimsfjorden pr. 3300.....	14
6.1 Beskrivelse av nedbørfeltet	14
6.2 Beregning med utvalgte metoder	15
6.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	15
6.2.2 PQRUT-metoden	15
6.2.3 Den rasjonelle metoden.....	15
6.3 Vurdering resultater	15
7. Åsabekken pr. 3350	16
7.1 Beskrivelse av nedbørfeltet	16
7.2 Beregning med utvalgte metoder	17
7.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	17
7.2.2 PQRUT-metoden	17
7.2.3 Den rasjonelle metoden.....	17
7.3 Vurdering resultater	17

8.	Skardbekken oppstrøms ny fylkesveg pr. 4550	18
8.1	Beskrivelse av nedbørfeltet	18
8.2	Beregning med utvalgte metoder	19
8.2.1	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	19
8.2.2	PQRUT-metoden	19
8.2.3	Den rasjonelle metoden.....	19
8.3	Vurdering resultater	19
9.	Skardbekken oppstrøms eksisterende fylkesveg pr. 4550	20
9.1	Beskrivelse av nedbørfelt	20
9.2	Beregning med utvalgte metoder	21
9.2.1	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	21
9.2.2	PQRUT-metoden	21
9.2.3	Den rasjonelle metoden.....	22
9.3	Vurdering resultater	22
10.	Sæterlia pr. 5070	23
10.1	Beskrivelse av nedbørfeltet	23
10.2	Beregning med utvalgte metoder	24
10.2.1	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	24
10.2.2	PQRUT-metoden	24
10.2.3	Den rasjonelle metoden.....	24
10.3	Vurdering resultater	24
11.	Skogabekken pr. 5770.....	25
11.1	Beskrivelse av nedbørfeltet	25
11.2	Beregning med utvalgte metoder	26
11.2.1	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	26
11.2.2	PQRUT-metoden	26
11.2.3	Den rasjonelle metoden.....	27
11.3	Vurdering resultater	27
12.	Mjølkaa pr. 6260	28
12.1	Beskrivelse av nedbørfeltet	28
12.2	Beregning med utvalgte metoder	29
12.2.1	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	29
12.2.2	PQRUT-metoden	29
12.2.3	Den rasjonelle metoden.....	30
12.3	Vurdering resultater	30
13.	Helsetveien pr. 6490.....	31
13.1	Beskrivelse av nedbørfeltet	31

13.2	Beregning med utvalgte metoder	32
13.2.1	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel).....	32
13.2.2	PQRUT-metoden.....	32
13.2.3	Den rasjonelle metoden.....	33
13.3	Vurdering resultater	33
14.	Konklusjon	34

1. Innledning

I forbindelse med prosjektering av ny fylkesvei med trase fra Sund til Bradden 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

Det er forutsatt en sikkerhetsklasse V1 for vegen og at det finnes omkjøringsmuligheter. For bebyggelse nedstrøms aktuelle bekker er det vurdert en sikkerhetsklasse F1. Det er ingen jernbane i planområde. Dimensjonerende gjentakintervall for stikkrenner og overvannssystemer settes derfor til 50 år. Flomveier skal allikevel kunne håndtere flom med gjentakintervall 200 år.

I Trondheim er det utplassert 7 målestasjoner for korttidsnedbør, som blir nærliggende å sammenligne med. Meteorologisk institutt har på vegne av Trondheim kommune oppdatert IVF kurver for alle de 6 stasjonene som har 15 år eller mer driftstid. Oppdateringen ble utført i 2019, og er tatt med i Trondheim kommunes VA-norm, rev. 03.02.2020. Da dette er de siste oppdaterte veiledningene for IVF-kurver som ansees som representative, legges disse til grunn for utregningene.

Det er benyttet klimafaktor for å hensynta økt nedbør som følge av klimaendringer. Klimafaktor er i NCCS rapport nr. 5/2019 (*Klimapåslag for korttidsnedbør, Anbefalte verdier for Norge*) kategorisert etter varighet og returperiode. Konsentrasjonstiden for de fleste bekkene i planområdet er på rundt 60 min, og med ≥ 50 -års returverdi anbefales en faktor på 50 %.

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Figur 2.1 Tabell med klimapåslag fra januar 2020. Kilde: Norsk klimaservicesenter, NCCS report no. 5/2019

Det er benyttet faktor for usikkerhet i beregninger på 1,0 i henhold til sikkerhetsklasse V1 og F1.

Avrenningskoeffisient for nedbørfelt er vurdert ut ifra hvilke overflatetyper som befinner seg i feltet. Det er tatt utgangspunkt i avrenningskoeffisienter i høringsutkastet til håndbok V240 Vannhåndtering. Nedbørfeltene i dette prosjekter består i hovedsak av skogsområder og dyrket

mark. Avrenningskoeffisienten for skogsområder, er det valgt å ikke bruke verdi angitt i veilederen 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 1,25 i henhold til returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 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 [-]

I dette dokumentet er det ikke medtatt dimensjonerende gjentettingsgrad iht. håndbok N200. Oppdimensjonering av stikkrenner som følge av fare for gjentetting må vurderes i byggeplanfasen.

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.

3.1 Metoder

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.

3.1.1 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 %

3.1.2 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: $1 \text{ km}^2 < A_{\text{felt}} < 200 \text{ km}^2$.
- Relieff-forhold, H_L : 1,7 – 72,0 m/km
- Normalavrenning, q_N : 13-105 l/s*km²

3.1.3 Den rasjonelle metoden

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

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

4. Uttrekk Kvithyllveien pr. 1160

4.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

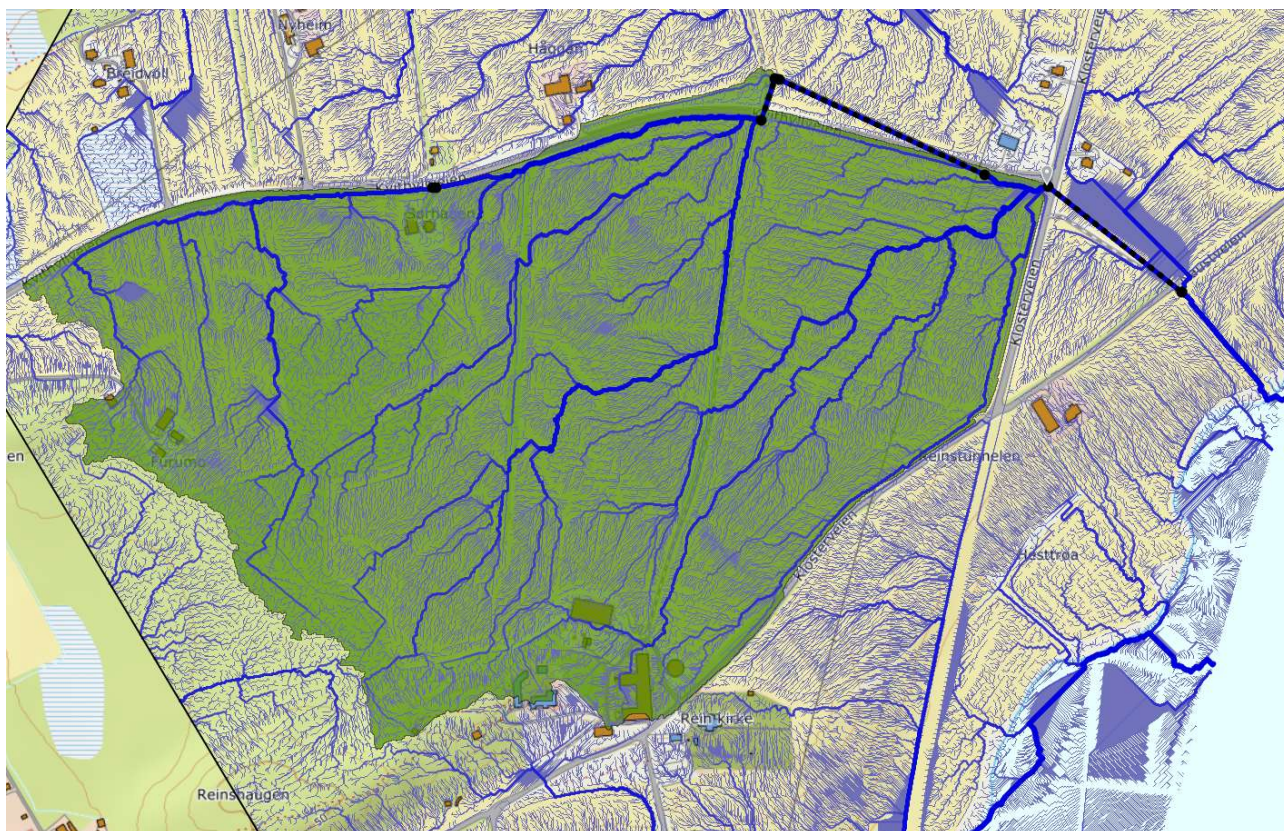
Uttrekket håndterer overvann fra jordbruks- og skogsarealer sør for Kvithyllveien avgrenset av Klosterveien i øst, Reinsklosteret i sør og Hanehaugen i vest.

Feltet er forholdsvis flatt og dominert av dyrket mark med innslag av skog. Feltkarakteristika til uttrekket er vist i Tabell 4.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 4.1.

Tabell 4.1: Karakteristika Uttrekk Kvithyllveien pr. 1160

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Åpent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₆₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Uttrekk Kvithyllveien	0.5	30	0	16	0	77	4	3	49-9	70	53	69

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 4.1: Nedbørsfelt Uttrekk Kvithyllveien pr. 1160

4.2 Beregning med utvalgte metoder

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

4.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Midlere spesifikk avrenning $q_m = 30 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 0.54 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 1,67 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 2,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

4.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Feltet er flatt, men har relativt rask responstid i og med at vannet ledes gjennom store deler av feltet i rør. Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 2,19 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 2,96 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3 Vurdering resultater

Den rasjonelle metode tar utgangspunkt i konsentrasjonstid, noe NIFS-formel ikke tar høyde for. I dette tilfellet er denne helt avgjørende, da store deler av avrenningen foregår i rør. Feltet er noe stort for bruk av rasjonell metode og dermed overestimeres vannmengde noe.

Tabell 4.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Uttrekk Kvithyllveien pr. 1160				
50 år, 1,5	1,67 m ³ /s	--	2,19 m ³ /s	2,0 m³/s
200 år, 1,5	2,21 m ³ /s	--	2,96 m ³ /s	2,7 m³/s

5. Stikkrenne pr. 1960

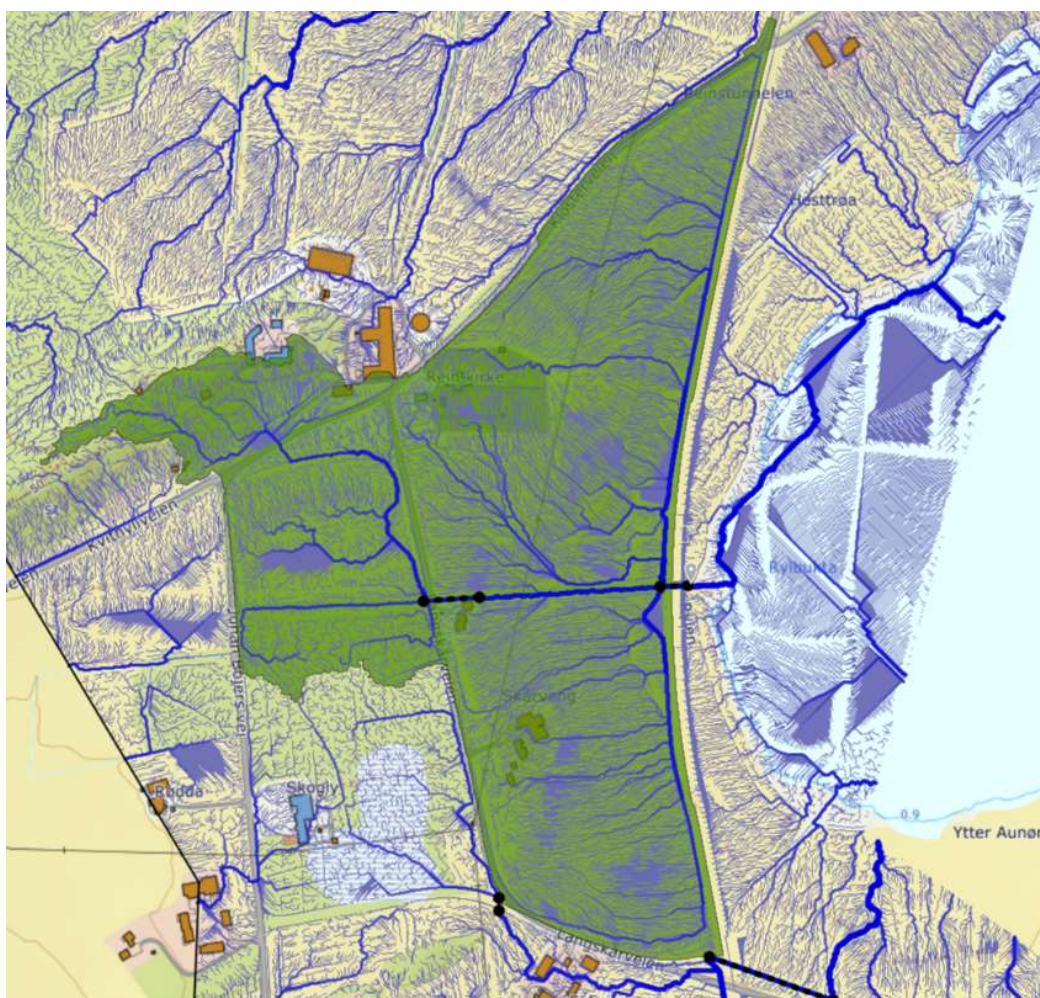
5.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørsfeltet strekker seg fra Rylbukta i øst til Johan Bojers vei i vest, avgrenset av Reinsklosteret i nord og Langskårveien i sør. Feltet er forholdsvis lite og er flatt i vest, mens noe brattere i øst. Det domineres av dyrket mark og noe skog. Feltkarakteristika er vist i Tabell 5.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 5.1.

Tabell 5.1: Karakteristika Uttrekk Stikkrenne pr. 1960

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Åpent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Stikkrenne, pr. 1960	0.27	30	0	12	0	74	6	8	53-3	90	43	55

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 5.1. Nedbørsfelt stikkrenne pr. 1960

5.2 Beregning med utvalgte metoder

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

5.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 30,0 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 0,34 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 1,05 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 1,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.2.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

5.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 1,03 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 1,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.3 Vurdering resultater

Begge vurderte metoder vurderes som gode og resultatene samsvarer godt.

Tabell 5.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Stikkrenne pr. 1960				
50 år, 1,5	1,05 m ³ /s	--	1,03 m ³ /s	1,0 m³/s
200 år, 1,5	1,38 m ³ /s	--	1,37 m ³ /s	1,4 m³/s

6. Uttrekk Trondheimsfjorden pr. 3300

6.1 Beskrivelse av nedbørsfeltet

Dagens nedbørsfelt fra Skaret blir avskjært av ny fylkesveg. Det totale nedbørsfeltet avgrenses av fylkesveg i vest, Rundhaugen og Brannan i vest, Skardbekken i sør og Kristian P. Bergs vei i nord.

Feltkarakteristika til feltet er vist i Tabell 6.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 6.1.

Tabell 6.1: Karakteristika nedbørsfelt uttrekk Trondheimsfjorden pr. 3300

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Apent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Uttrekk, pr. 3300	0.23	34	0	84	1	11	2	2	270-19	24	116	154

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 6.1. Nedbørsfelt uttrekk Trondheimsfjorden pr. 3300

6.2 Beregning med utvalgte metoder

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

6.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 34,0 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 0,87 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{200} = 1,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.2.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

6.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 2,00 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{200} = 2,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.3 Vurdering resultater

Den rasjonelle metode tar utgangspunkt i konsentrasjonstid, noe NIFS-formel ikke tar høyde for. I dette tilfellet er denne helt avgjørende, da store deler av avrenningen foregår i rør.

Tabell 6.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Uttrekk Trondheimsfjorden, pr. 3290				
50 år, 1,5	0,87 m ³ /s	--	2,00 m ³ /s	2,00 m³/s
200 år, 1,5	1,15 m ³ /s	--	2,76 m ³ /s	2,7 m³/s

7. Åsabekken pr. 3350

7.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

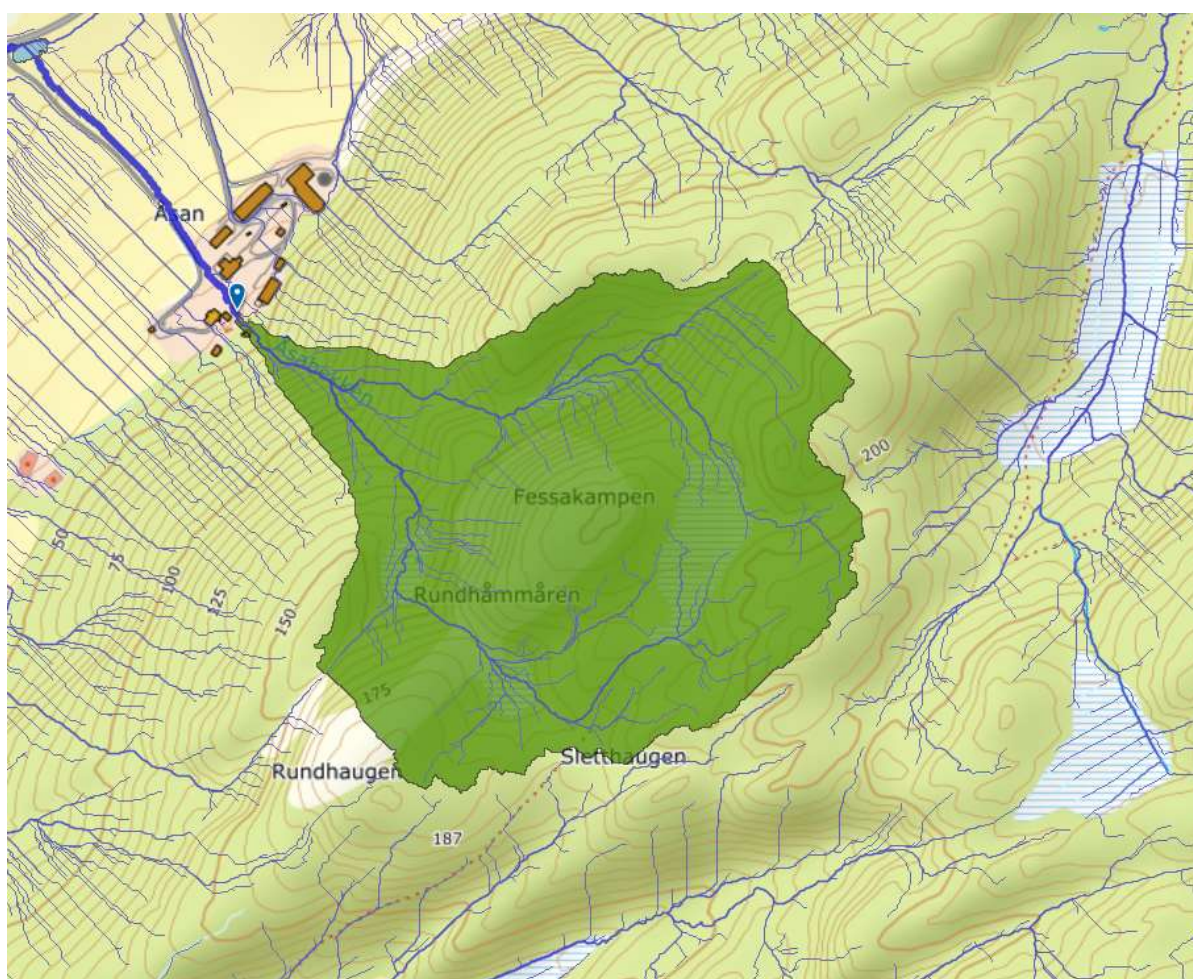
Nedbørfeltet ligger i området rundt Rundhaugen, Rundhåmmåren og Sletthaugen.

Det vurderte nedbørfeltet er lite med en forholdsvis bratt karakteristikk. Feltet er ellers dominert av skog med innslag av fast mark. Feltkarakteristika til feltet er vist Tabell 7.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 7.1.

Tabell 7.1: Karakteristika nedbørsfelt Stikkrenne Åsabekken pr. 3350

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Åpent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Stikkrenne Åsabekken	0.12	35	0	77	8	0	15	0	200-42	27	107	141

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 7.1: Nedbørsfelt Åsabekken pr. 3350

7.2 Beregning med utvalgte metoder

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

7.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 35,0 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 0,54 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 0,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.2.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

7.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 1,04 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 1,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.3 Vurdering resultater

Begge vurderte metoder vurderes som gode og resultatene samsvarer forholdsvis godt, men det vurderes at den rasjonelle metode egner seg best.

Tabell 7.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT- metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Åsabekken pr. 3350				
50 år, 1,5	0,54 m ³ /s	--	1,04 m ³ /s	1,0 m³/s
200 år, 1,5	0,72 m ³ /s	--	1,72 m ³ /s	1,7 m³/s

8. Skardbekken oppstrøms ny fylkesveg pr. 4550

8.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

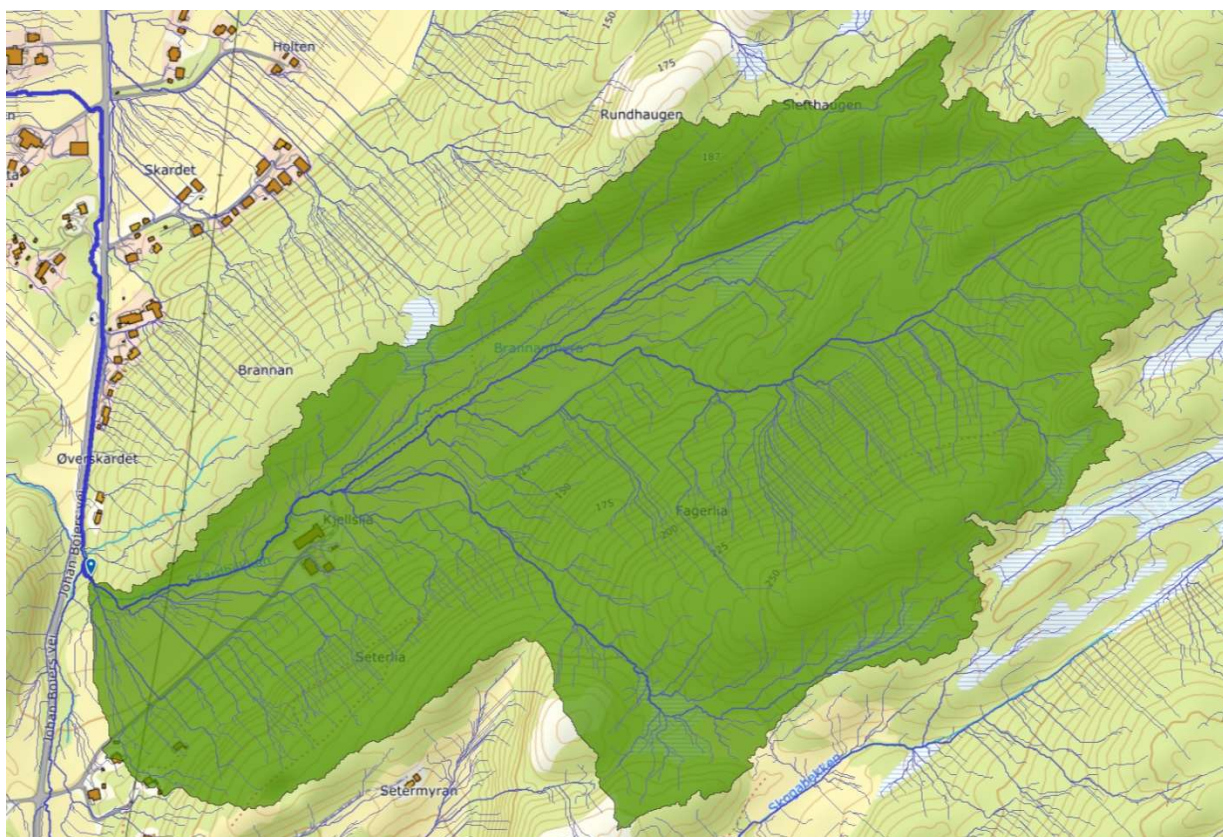
Nedbørsfeltet strekker seg fra ny fylkesveg i vest mot Rundhaugen og Sletthaugen i øst og Fagerlia i sør.

Feltet har forholdsvis bratt karakteristikk og dominert av skog og dyrket mark. Feltkarakteristika til Skardbekken er vist i Tabell 8.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 8.1.

Tabell 8.1 Karakteristika nedbørfelt Skardbekken oppstrøms ny fylkesveg pr. 4550

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Apent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Skardbekken oppstrøms ny FV	0.73	36.1	0	82	3	14	1	0	270-89	60	58	76

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 8.1. Nedbørsfelt Skardbekken oppstrøms ny fylkesveg pr. 4550

8.2 Beregning med utvalgte metoder

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

8.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 36,1 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 2,48 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 3,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.2.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

8.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 3,18 \text{ m}^3/\text{s} \qquad Q_{200} = 4,33 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.3 Vurdering resultater

Begge vurderte metoder vurderes som gode, men den rasjonelle metode har en tendens til å overestimere vannmengde når feltene begynner å bli store.

Tabell 8.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Skardebekken oppstrøms ny FV pr. 4550				
50 år, 1,5	2,48 m ³ /s	--	3,18 m ³ /s	2,8 m³/s
200 år, 1,5	3,26 m ³ /s	--	4,33 m ³ /s	3,7 m³/s

9. Skardbekken oppstrøms eksisterende fylkesveg pr. 4550

9.1 Beskrivelse av nedbørsfelt

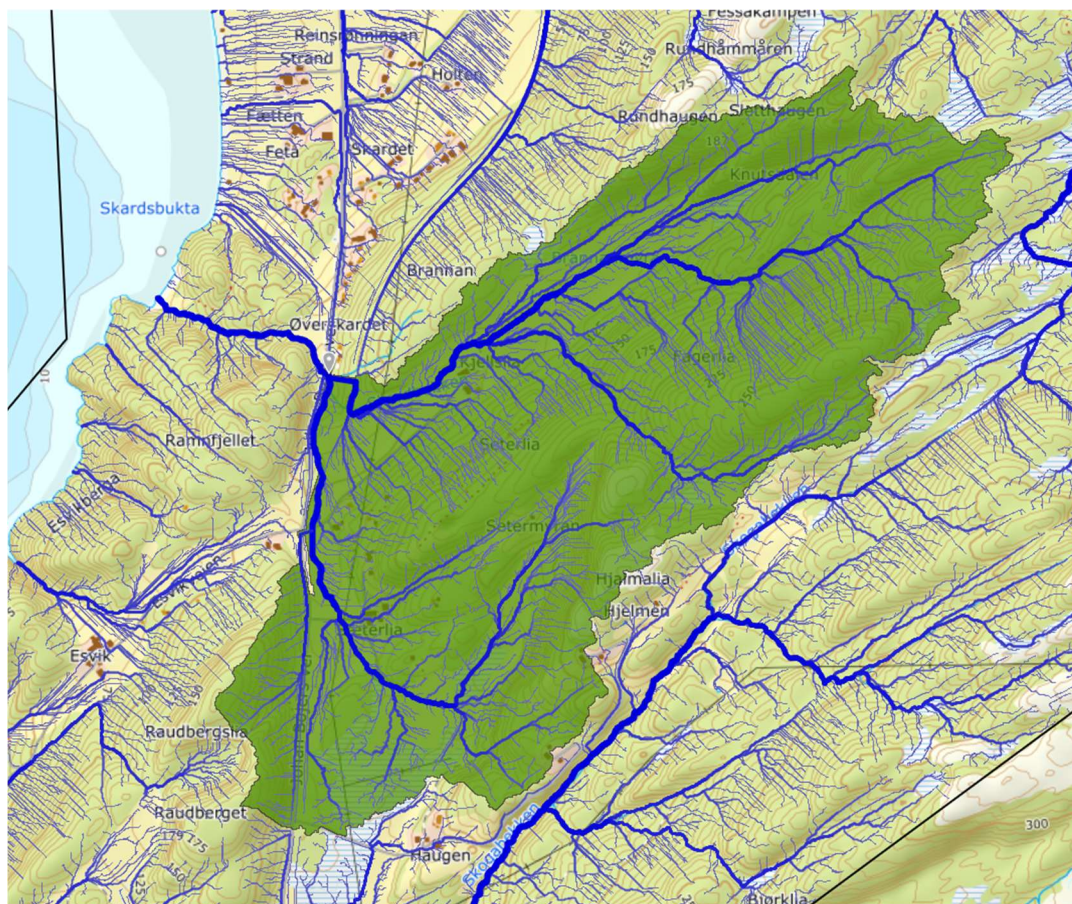
Nedbørsfeltet strekker seg fra eksisterende fylkesveg i vest mot Rundhaugen og Sletthaugen i øst og Hjalmauveien i sør.

Feltet har forholdsvis bratt karakteristikk og dominert av skog og dyrket mark. Feltkarakteristika til Skardbekken oppstrøms eksisterende fylkesveg, er vist i Tabell 9.1. Feltet er vist i Figur 9.1.

Tabell 9.1: Karakteristika nedbørsfelt Skardbekken oppstrøms eksisterende fylkesveg pr. 4550

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Åpent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Skardbekken oppstrøms eks FV	1.11	35.6	0	73	5	18	3	1	268-68	65	56	73

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 9.1. Nedbørsfelt Skardbekken oppstrøms eksisterende fylkesveg pr. 4550

9.2 Beregning med utvalgte metoder

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

9.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 35,6 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 1,15 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 3,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

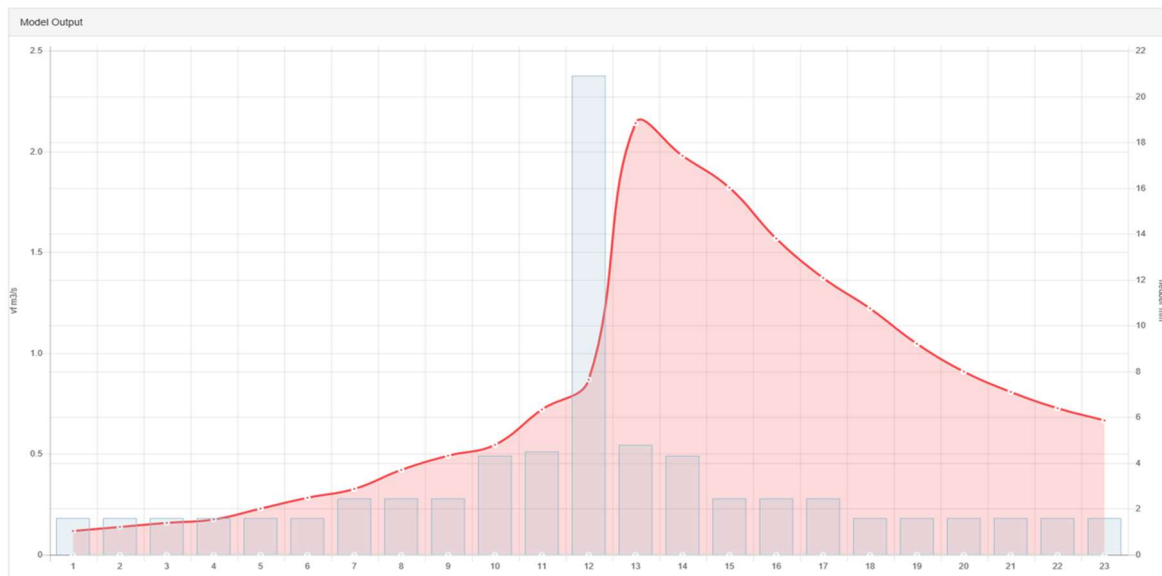
$$Q_{200} = 4,63 \text{ m}^3/\text{s}$$

9.2.2 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 symmetrisk 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.

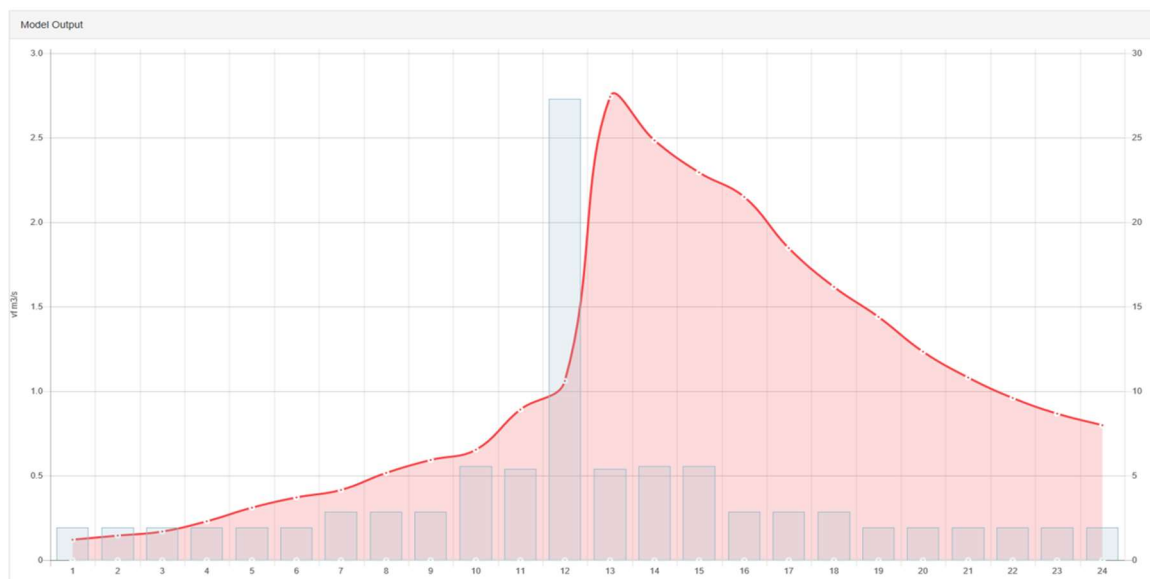


Figur 9.2: PQRUT Skardebekken oppstrøms eks. FV, 50 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symmetrisk hyetogram i blått

PQRUT- metoden gir en simulert vannføring med 50 års gjentakintervall:

$$Q_{50} = 2,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50} = 3,21 \text{ m}^3/\text{s} \text{ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.}$$



Figur 9.3 PQRUT Skardebekken oppstrøms eks. FV, 200 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symmetrisk hyetogram i blått

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

$$Q_{200} = 2,74 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{200} = 4,11 \text{ m}^3/\text{s}$ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.

9.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 4,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200} = 6,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

9.3 Vurdering resultater

Den rasjonelle metode har en tendens til å overestimere vannmengder ved større nedbørsfelt, mens PQRUT har en tendens til å underestimere. Allikevel er det godt samsvar mellom PQRUT og NIFS.

Tabell 9.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT- metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Skardebekken oppstrøms eks. FV. pr. 4550				
50 år, 1,5	3,52 m ³ /s	3,21 m ³ /s	4,66 m ³ /s	3,5 m³/s
200 år, 1,5	4,63 m ³ /s	4,11 m ³ /s	6,32 m ³ /s	4,7 m³/s

10. Sæterlia pr. 5070

10.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

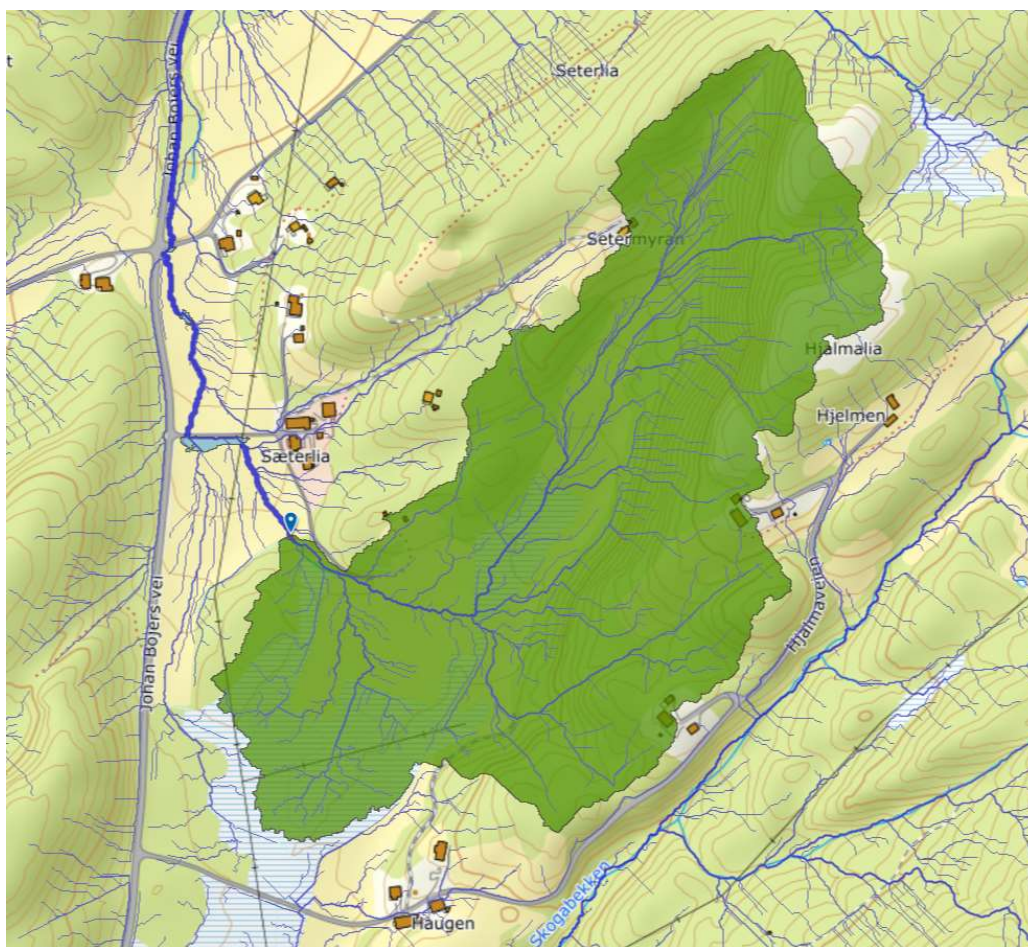
Nedbørfeltet strekker seg fra Sæterlia i vest og opp til Sætermyran i øst. I sør er feltet avgrenset av Hjalmaveien.

Nedbørfeltet er lite med en forholdsvis bratt karakteristikk i øst og slak karakteristikk i vest. Feltet er dominert av skog og dyrket mark med innslag av myr. Feltkarakteristika til nedbørfeltet er vist i Tabell 10.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 10.1.

Tabell 10.1: Karakteristika nedbørfelt Sæterlia pr. 5070

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Åpent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Sæterlia pr. 5070	0.23	36	0	52	15	26	7	0	241-118	56	62	81

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 10.1: Nedbørfelt Sæterlia pr. 5070

10.2 Beregning med utvalgte metoder

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

10.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 36,0 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 0,34 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{200} = 1,35 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.2.2 PQRUT-metoden

Feltet er utenfor gyldighetsintervallet og metoden benyttes derfor ikke videre.

10.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 1,22 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{200} = 1,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.3 Vurdering resultater

Begge vurderte metoder vurderes som gode og resultatene samsvarer godt, men det vurderes at den rasjonelle metode egner seg best.

Tabell 10.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Sæterlia pr. 5070				
50 år, 1,5	1,02 m ³ /s	--	1,22 m ³ /s	1,2 m³/s
200 år, 1,5	1,35 m ³ /s		1,66 m ³ /s	1,6 m³/s

11. Skogabekken pr. 5770

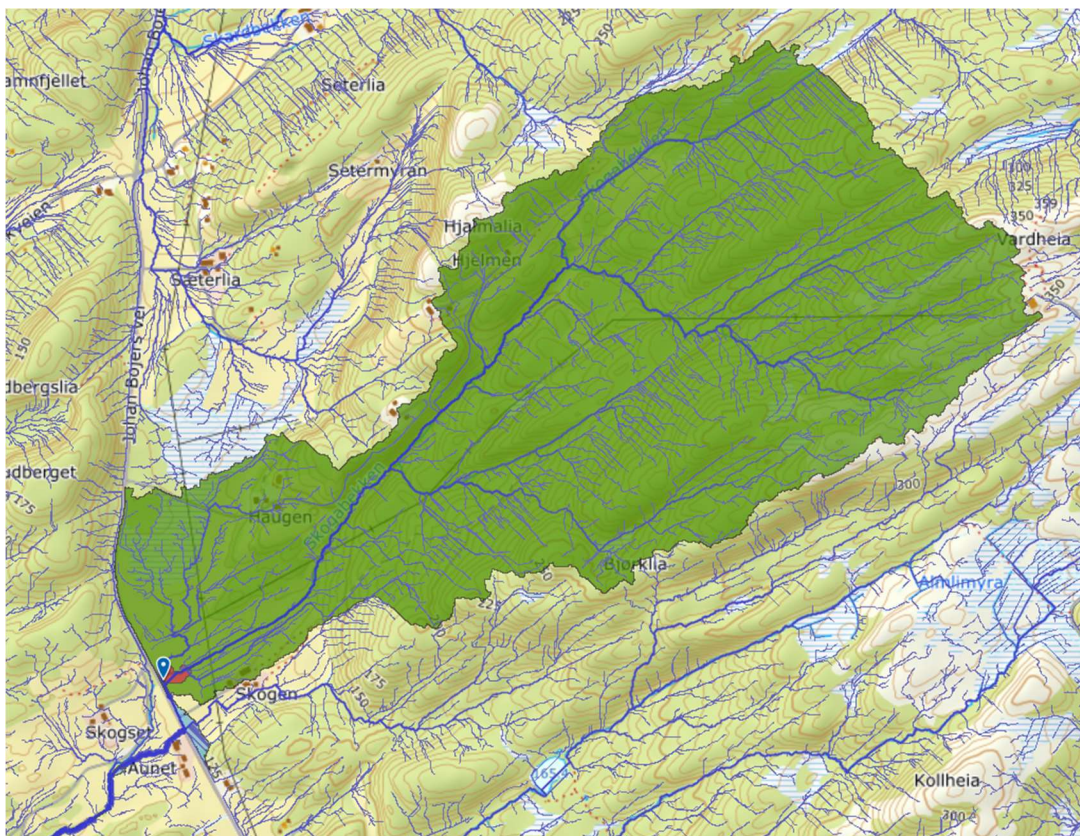
11.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltet strekker seg fra fylkesveg i vest til Vardeheia i øst. Feltkarakteristika til nedbørfeltet er vist i Tabell 11.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 11.1.

Tabell 11.1 Karakteristika nedbørfelt Skogabekken pr. 5770

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Åpent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Skogabekken	1.01	40.3	0	77	5	14	5	1	355- 123	80	48	62

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 11.1: Nedbørfelt Skogabekken pr. 5770

11.2 Beregning med utvalgte metoder

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

11.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 40,3 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 1,18 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 3,58 \text{ m}^3/\text{s}$$

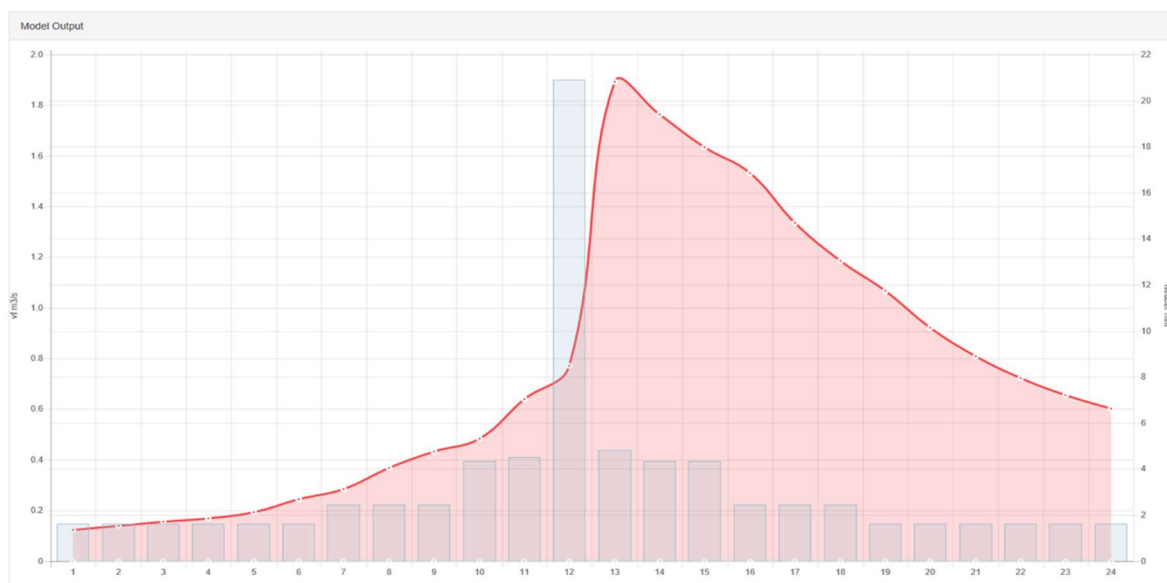
$$Q_{200} = 4,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

11.2.2 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.

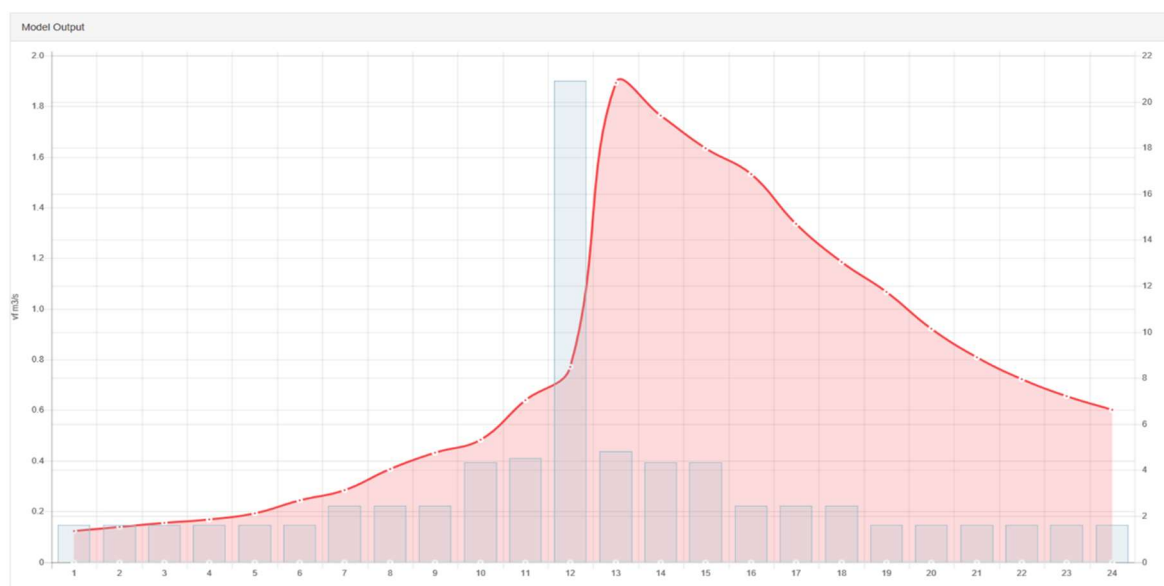


Figur 11.2: PQRUT Skogabekken, 50 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått

PQRUT- metoden gir en simulert vannføring med 50 års gjentakintervall:

$$Q_{50} = 1,89 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50} = 2,84 \text{ m}^3/\text{s} \text{ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.}$$



Figur 11.3: PQRUT Skogabekken, 200 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått

PQRUT- metoden gir en simulert vannføring med 50 års gjentakintervall:

$$Q_{200} = 2,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{200} = 3,64 \text{ m}^3/\text{s}$ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.

11.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 3,64 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

11.3 Vurdering resultater

Feltet er ikke stort innenfor intervallet til PQRUT og metoden kan derfor underestimere vannmengden. Da det samsvarer godt mellom den rasjonelle metode og NIFS, benyttes en flomverdi i denne størrelsesorden.

Tabell 11.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT- metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Skogabekken, pr. 5770				
50 år, 1,5	3,58 m ³ /s	2,84 m ³ /s	3,64 m ³ /s	3,6 m³/s
200 år, 1,5	4,70 m ³ /s	3,64 m ³ /s	4,88 m ³ /s	4,8 m³/s

12. Mjølkaa pr. 6260

12.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

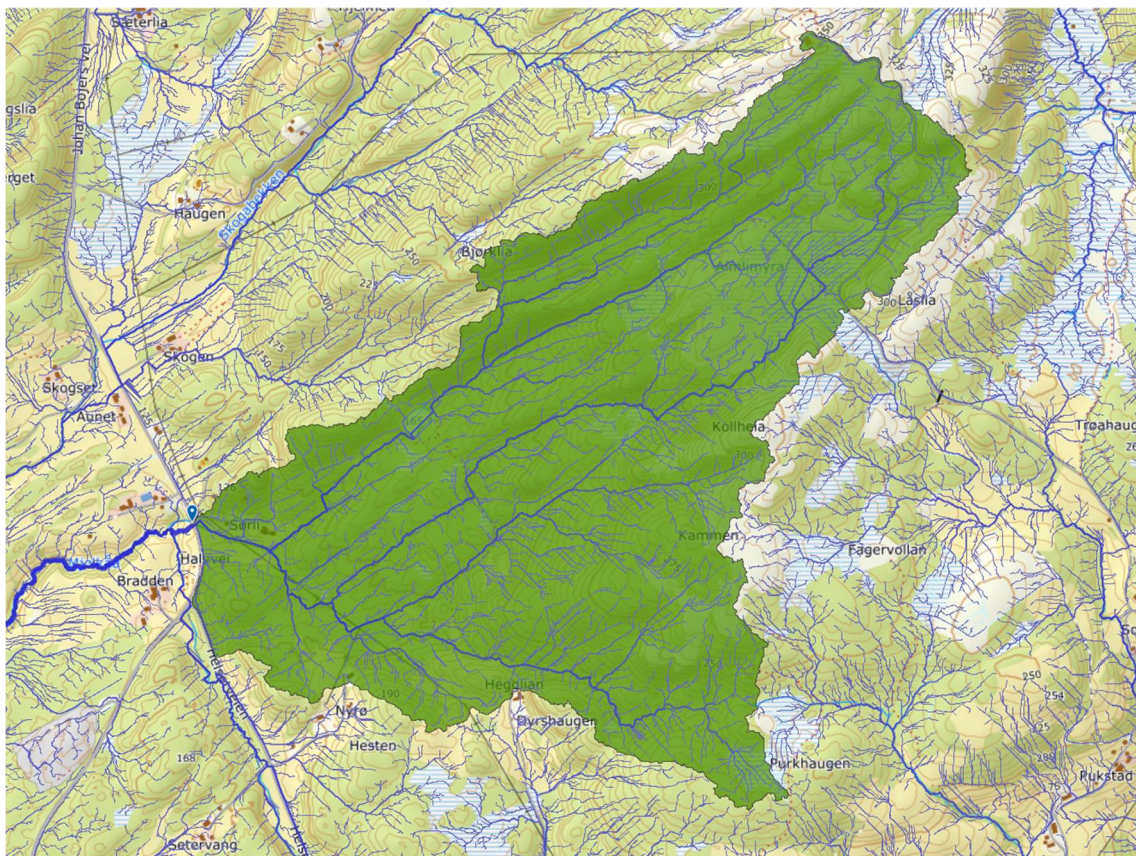
Nedbørfeltet strekker seg fra fylkesvegen i vest mot Pukstadveien og Kammen i øst og videre mot Dyrshaugen i sør.

Feltkarakteristika til nedbørsfeltet er vist Tabell 12.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 12.1.

Tabell 12.1: Karakteristika nedbørfelt Mjølkaa pr. 6260

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Apent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons- tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Mjølkaa pr. 6260	1.50	39	0	71	9	4	15	0	350-120	90	43	55

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 12.1: Nedbørfelt Mjølkaa pr. 6260

12.2 Beregning med utvalgte metoder

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

12.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 39,0 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 1,62 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 4,57 \text{ m}^3/\text{s}$$

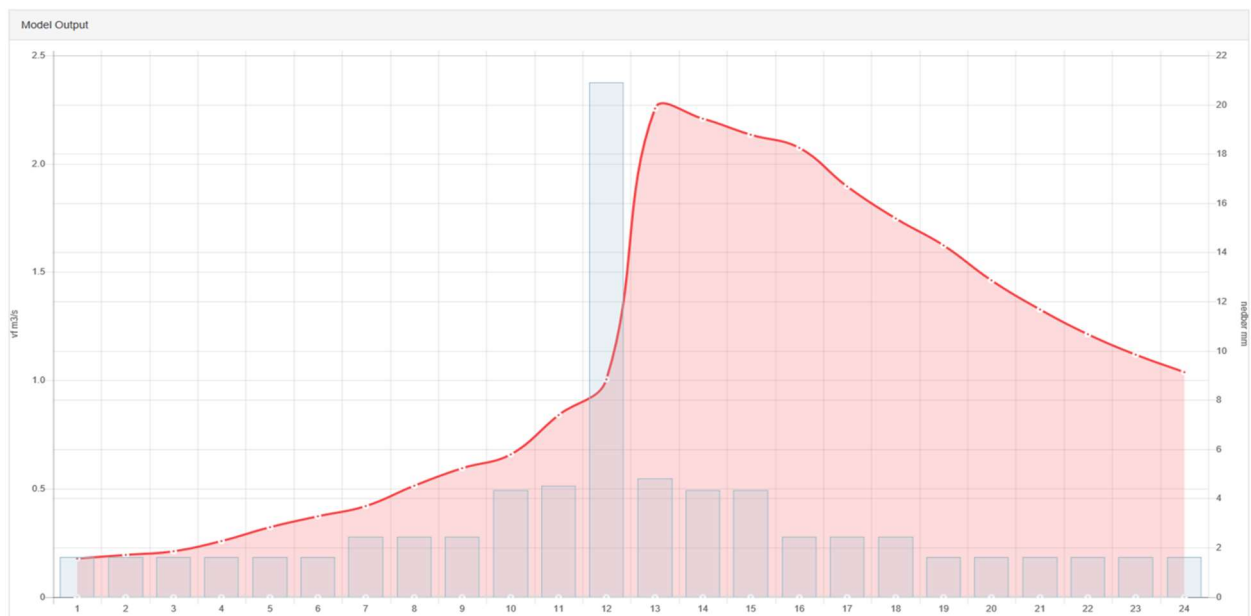
$$Q_{200} = 6,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.2.2 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.

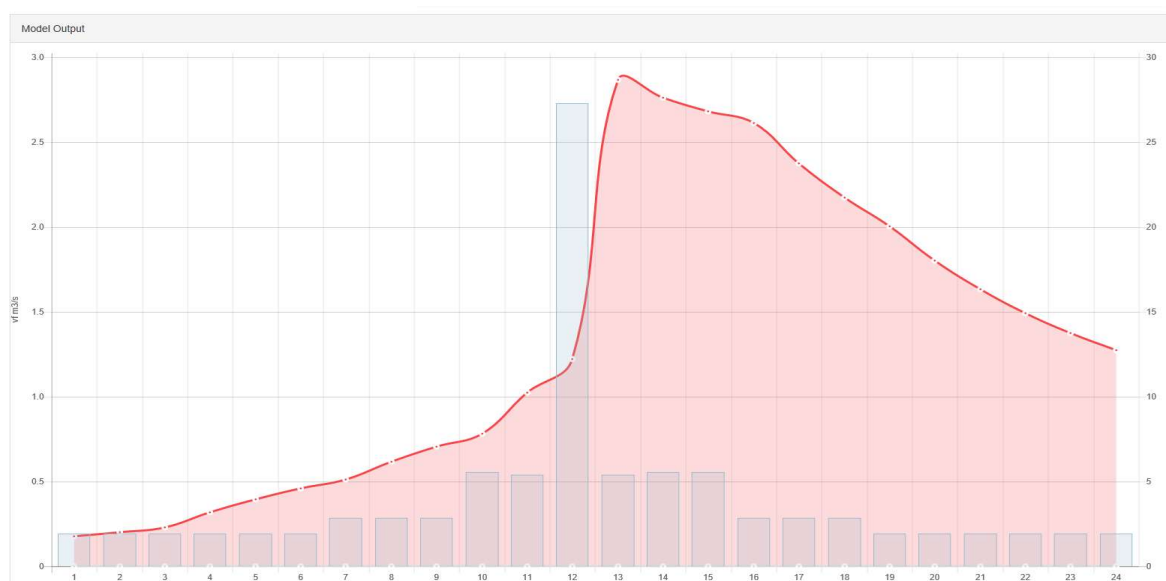


Figur 12.2: PQRUT Mjølåa, 50 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått

PQRUT- metoden gir en simulert vannføring:

$$Q_{50} = 2,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50} = 3,38 \text{ m}^3/\text{s} \text{ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.}$$



Figur 12.3: PQRUT Mjølkkåa, 200 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått

PQRUT- metoden gir en simulert vannføring:

$$Q_{200} = 2,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{200} = 4,31 \text{ m}^3/\text{s}$ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.

12.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 4,84 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200} = 6,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.3 Vurdering resultater

Den rasjonelle metode kan være lite egnet og dermed overestimere vannmengder ved så store felt, men den rasjonelle metode og NIFS samsvarer godt. Benytter derfor verdier i denne størrelsesorden. Feltet er ikke stort innenfor intervallet til PQRUT og metoden kan derfor underestimere vannmengden.

Tabell 12.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT-metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Mjølkkåa pr. 6260				
50 år, 1,5	4,57 m³/s	3,38 m³/s	4,84 m³/s	4,6 m³/s
200 år, 1,5	6,02 m³/s	4,31 m³/s	6,44 m³/s	6,1 m³/s

13. Helsetveien pr. 6490

13.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

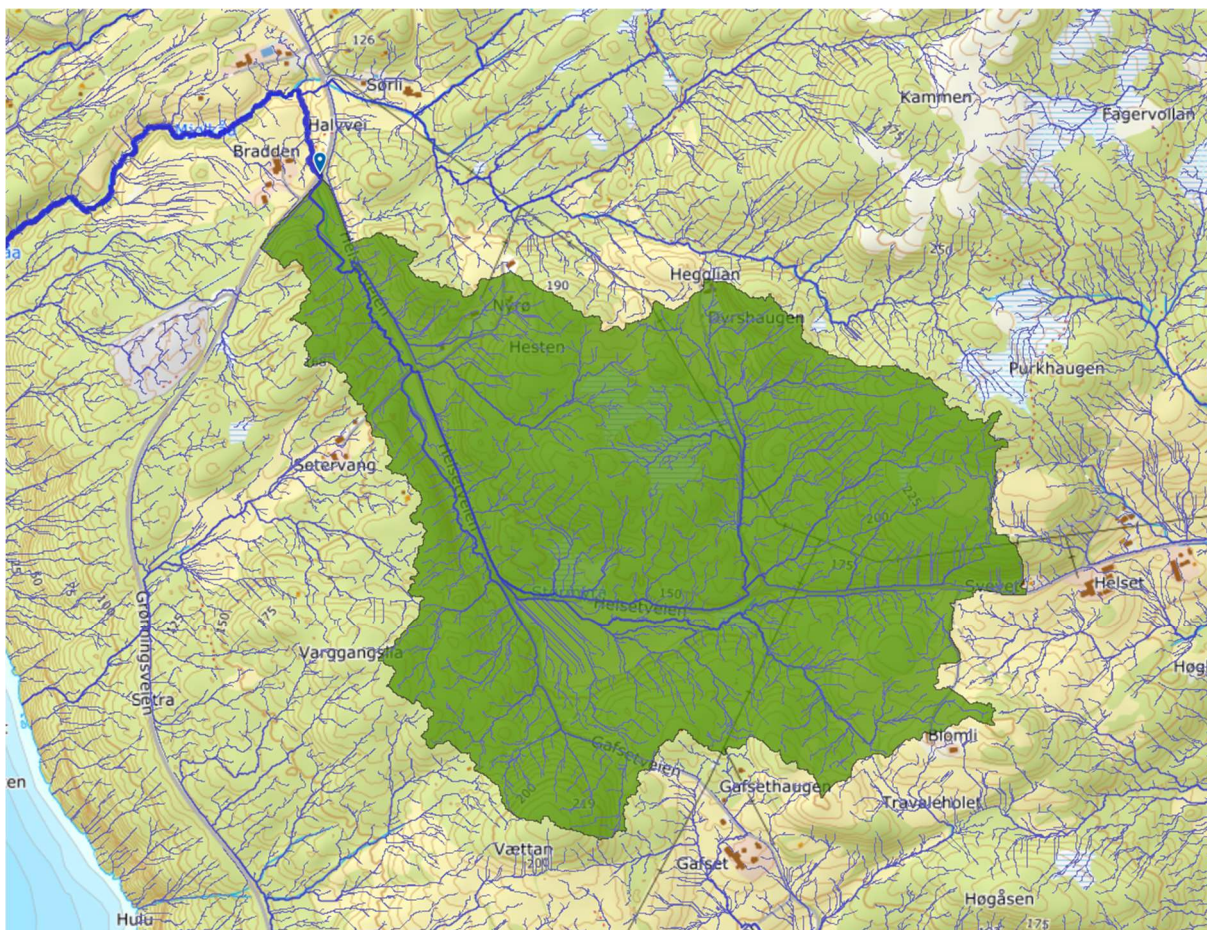
Nedbørfeltet strekker seg fra fylkesvegen i nordvest mot Purkhaugen og Travaleholet i vest og videre mot Vættan i sør.

Feltkarakteristika til nedbørsfeltet er vist i Tabell 13.1 nedenfor. Feltet er vist i Figur 13.1.

Tabell 13.1: Karakteristika nedbørfelt Helsetveien pr. 6490

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Dyrket [%]	Åpent fast mark [%]	Urbant [%]	Høydeint. [moh]	Konsen- trasjons-tid [min]	I ₅₀ [l/s*ha]	I ₂₀₀ [l/s*ha]
Helsetveien Pr. 6490	1.08	34.5	0	78	4	16	1	2	246-121	105	40	50

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 13.1: Nedbørfelt Helsetveien pr. 6490

13.2 Beregning med utvalgte metoder

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

13.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS formel)

Spesifikk avrenning $q_m = 34,5 \text{ l/s*km}^2$ er valgt. Middelflom $Q_m = 1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ er beregnet ut fra middelvannføring og skalert opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir NIFS formel:

$$Q_{50} = 3,35 \text{ m}^3/\text{s}$$

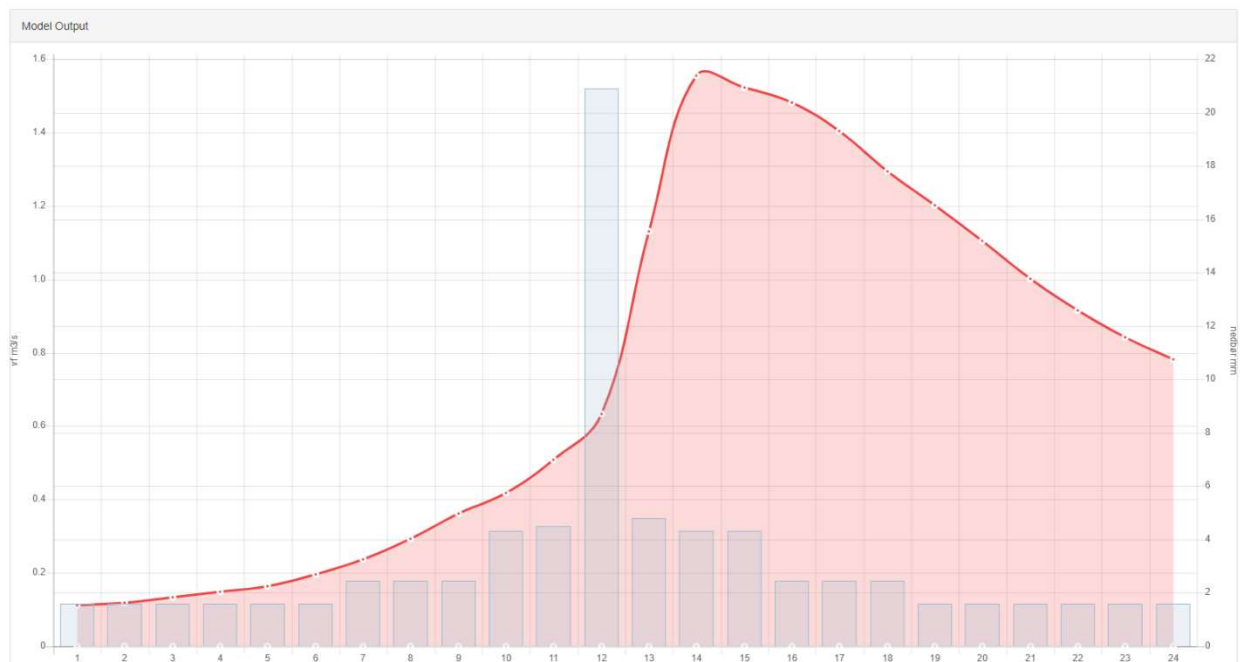
$$Q_{200} = 4,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

13.2.2 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.

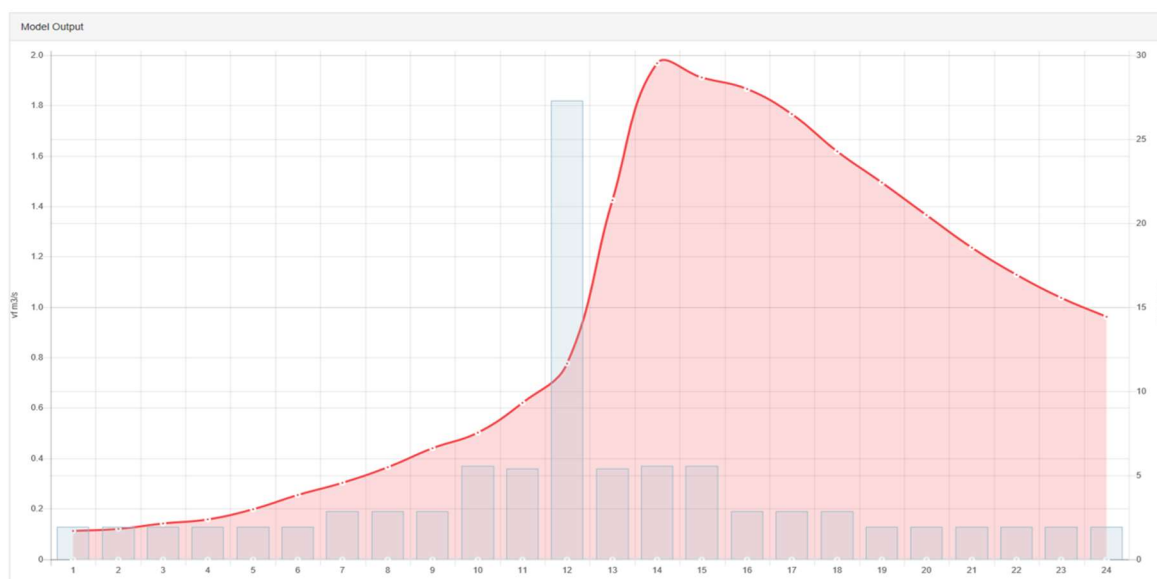


Figur 13.2: PQRUT Helsetveien, 50 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått

PQRUT- metoden gir en simulert vannføring:

$$Q_{50} = 1,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50} = 2,40 \text{ m}^3/\text{s} \text{ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.}$$



Figur 13.3: PQRUT Helsetveien, 200 års gjentakintervall. Simulert vannføring i rødt. Symetrisk hyetogram i blått

PQRUT- metoden gir en simulert vannføring:

$$Q_{200} = 1,97 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{200} = 2,95 \text{ m}^3/\text{s}$ inkludert klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0.

13.2.3 Den rasjonelle metoden

Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,40 med korreksjonsfaktor på 1,25 ved returperiode på 50 år, og korreksjonsfaktor 1,3 for returperiode på 200 år.

Nedbørintensitet er valgt ut ifra beregnet konsentrasjonstid.

Ved hhv. 50 års og 200 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og usikkerhetsfaktor på 1,0 gir den rasjonell formel:

$$Q_{50} = 2,90 \text{ m}^3/\text{s} / 3,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200} = 4,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

13.3 Vurdering resultater

Den rasjonelle metode kan være lite egnet og dermed overestimere vannmengder ved så store felt, men rasjonelle metode og NIFS samsvarer godt. Benytter derfor verdier i denne størrelsesorden. Feltet er ikke stort innenfor intervallet til PQRUT og metoden kan derfor underestimere vannmengden.

Tabell 13.2: Oppsummering beregninger dimensjonerende vannføring for vassdraget

Bekk/vassdrag	Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)	PQRUT- metoden	Den rasjonelle metode	Dimensjonerende vannføring
Helsetveien pr. 6490				
50 år, 1,5	3,35 m ³ /s	2,4±0 m ³ /s	3,24 m ³ /s	3,4 m³/s
200 år, 1,5	4,42 m ³ /s	2,95 m ³ /s	4,21 m ³ /s	4,4 m³/s

14. 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 vassdragene i rapporten, er vist i Tabell 14.1. 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.

Tabell 14.1: Oppsummering dimensjonerende vannføring for vassdrag

Bekk/vassdrag	Dimensjonerende vannføring	Minste dimensjon ¹ (uten faktor for gjentetting)
Uttrekk Kvithyllveien pr. 1160		
50 år, 50% klimapåslag	2,0 m³/s	Ø1200
200 år. 50% klimapåslag	2,7 m³/s	Ø1350
Stikkrenne pr. 1960		
50 år, 50% klimapåslag	1,0 m³/s	Ø900
200 år. 50% klimapåslag	1,4 m³/s	Ø1050
Uttrekk Trondheimsfjorden pr. 3290		
50 år, 50% klimapåslag	2,0 m³/s	Ø1200
200 år. 50% klimapåslag	2,7 m³/s	Ø1350
Åsabekken pr. 3350		
50 år, 50% klimapåslag	1,0 m³/s	Ø900
200 år. 50% klimapåslag	1,7 m³/s	Ø1100
Skardbekken oppstrøms ny fylkesveg pr. 4550		
50 år, 50% klimapåslag	2,8 m³/s	Ø1350
200 år. 50% klimapåslag	3,7 m³/s	Ø1500
Skardbekken oppstrøms eksisterende fylkesveg pr. 4550		
50 år, 50% klimapåslag	3,5 m³/s	Ø1500
200 år. 50% klimapåslag	4,7 m³/s	Ø1800
Sæterlia pr. 5070		
50 år, 50% klimapåslag	1,2 m³/s	Ø1000
200 år. 50% klimapåslag	1,6 m³/s	Ø1100
Skogabekken pr. 5770		
50 år, 50% klimapåslag	3,6 m³/s	Ø1500
200 år. 50% klimapåslag	4,8 m³/s	Ø1700
Mjølkaa pr. 6250		
50 år, 50% klimapåslag	4,6 m³/s	Ø1650
200 år. 50% klimapåslag	6,1 m³/s	Ø1850
Helsetveien pr. 6450		
50 år, 50% klimapåslag	3,4 m³/s	Eksisterende kulvert har kapasitet til å håndtere 200-årsflom.
200 år. 50% klimapåslag	4,4 m³/s	

¹ Minste dimensjon lest av nomogram for rørkulvert i betong med innløpskontroll (*Hydraulic Design of Highway Culverts, Third Edition, 2012, FHWA-HIF-12-026, Federal Highway Administration*)