

Fagrappport Hydrologi

Rv 41 Søre Herefoss -Hynnekleiv



Revisjonshistorikk

Rev :	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
01	05.07.2022	Rap. supplert med resultater for Parsell 3	noeyth	noanch
02	13.09.2022	Små feil korrigert (Q _{90%} /Q _{10%})	noeyth	

Prosjekt: Rv 41 Søre Herefoss-Hynnekleiv
Prosjektnummer: 10225918
Kunde: Statens vegvesen
Rev: 2
Dato: 13.09.2022
Opprettet av: Anne Bjørkenes Christiansen
Dokumentreferanse P:\3275\10225918_Rv_41\000\06
Dokumenter\36 Hydrologi\Rapport

Innholdsfortegnelse

1.	Overordnede krav	5
2.	Analysefelt	6
2.1	Beskrivelse av analysefeltene	6
2.2	Analysefeltets feltkarakteristika	9
2.3	Observasjoner i felt	10
2.4	Målestasjoner benyttet i flomfrekvensanalysen	11
3.	Flomberegninger	13
3.1	Flomfrekvensanalyse basert på observerte data i området	13
3.2	Flomberegning for små analysefelt	14
3.2.1	NIFS	14
3.3	RFFA-2018	17
3.4	Valg av endelig flomverdier	17
3.5	Vannføringsberegning for fiskepassasjer	20
4.	Hydraulisk analyse	22
4.1	Nåværende kapasitet / situasjon	22
4.1.1	Toplandsveien	25
4.1.2	Byttingsbekk	26
4.1.3	Ljosåna	27
4.1.4	Sundtjønn	28
4.1.5	Gauslåtjørna	29
4.2	Anbefalte løsninger der tiltak er nødvendig	30
4.2.1	Toplandsveien	30
4.2.2	Byttingsbekken	31
4.2.3	Sundtjønn	32
4.2.4	Gauslåtjørna	33
5.	Vedlegg	35
5.1	Vedlegg 1 – Nevina Rapporter	35
5.2	Vedlegg 2 – Varighetskurve for Rauåna	35
5.3	Vedlegg 3 – Prinsipptegning, energidreperbasseng	35

Innledning

Sweco er engasjert av Statens vegvesen til å utføre hydrologiske og hydrauliske beregninger for RV 41 på strekningen Søre Herefoss til Hynnekleiv i Agder fylke.

Rapporten beskriver hydrologi og hydraulikk for bekkekryssninger av en viss størrelse. Stikkrenner er beskrevet i planbeskrivelsen. Det er totalt 5 bekkekryssninger som er beskrevet i denne rapporten.

Videre er det gjort en grov modellering av vannstandsforhold i hovedelven. Dette for å kontrollere veihøyden i forhold til flomvannstand.

Flomberegningene utføres ved bruk av flomfrekvensanalyse (FFA) basert på observerte data i området og flomfrekvensanalyse basert på nasjonalt formelverk for små nedbørfelt.

Metodene er hentet fra NVEs retningslinjer 04/2011 *Retningslinjer for flomberegninger: til § 5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg* (Midttømme et al., 2011). De hydrauliske beregningene er utført ved bruk av programvaren RiverFlow 2D samt Hy-8.

1. Overordnede krav

Det er benyttet følgende krav i prosjektet:

SVV Håndbok N200: Vegbygging

- Sikkerhetsklasse for veg påvirket av flom (Statens vegvesen, 2018, s. 83).
- Påslag for avregningsberegninger. Herunder klimafaktor (F_k) og sikkerhetsfaktor (F_u). (Statens vegvesen, 2018, s. 88-s. 89).
- Spesielle energidrepere som erosjonssikring. «Det skal benyttes spesielle energidrepere ved vannhastigheter over 4 m/s» (Statens vegvesen, 2018, s. 95).
- «For fyllinger uten sikring skal vanndybden ved innløpet y_{dim} for vannføring Q_{dim} , ikke settes høyere enn toppen av innløpet, $y_{dim} \leq D_{innløp}$ » (Statens vegvesen, 2018, s. 91).
- For kulverter skal det «antas gjentetting i 1/3 av innløpets høyde» (Statens vegvesen, 2018, s. 92).

SVV håndbok N400: Bruprosjektering

- Fri høyde over vassdrag: «Fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minst 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-års flom» (Statens vegvesen, 2015, s. 47).

Sikkerhetsklasse V2 gir sikkerhetsfaktor $F_u=1,1$. I Agder er klimafaktor F_k satt til 1,3 for små (<10 km²) nedbørfelt, og 1,2 for større felt. Klassifiseringene er sammenfattet i Tabell 1.

Tabell 1 Klassifisering benyttet i prosjektet.

Klassifisering	
Returperiode (T)	100 og 200 år
Sikkerhetsklasse	V2
Klimafaktor store felt (F_k)	1,2
Klimafaktor små felt (F_k)	1,3
Sikkerhetsfaktor (F_u)	1,1

For prosjektet er det angitt ønske om å undersøke flomforhold både for en Q_{100} og en Q_{200} . Det må i tillegg legges til klimapåslag.

Det er to aspekt som må undersøkes. 1) Flomnivå i hovedelven og 2) Flomnivå ved bekkekryssninger (bekk gjennom veg).

2. Analysefelt

I dette kapittelet gis det en beskrivelse av nedbørfeltene langs strekningen i tillegg til oppstrøms nedbørfelt for hovedelven

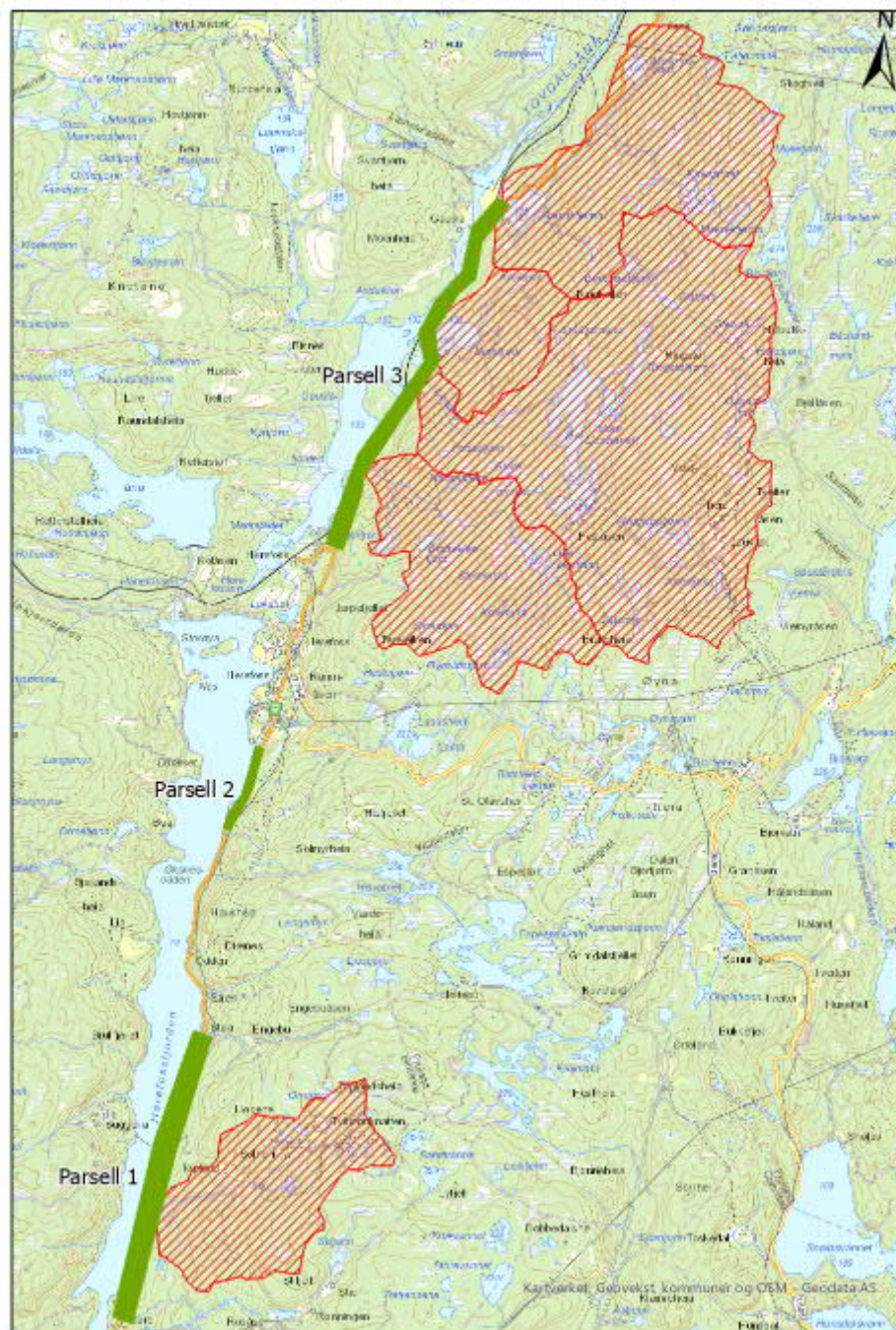
2.1 Beskrivelse av analysefeltene

Analysefeltet tilhører Tovdalsvassdrag (vassdragsnummer 020.C3). Analysefeltene ligger innenfor aktsomhetssone for flom (NVE, 2014). Oversiktskart er vist i Figur 1 og Figur 2.

I parsell 1 er det antatt 1 punkt for bekkekryssing. I parsell 2 er det ikke identifisert bekkekryssing, mens det i parsell 3 er antatt 4 krysninger. Disse er alle krysninger av en viss størrelse.



Figur 1 Oversiktskart, totalfelt hovedelv



Figur 2 Oversiktskart, bekkekryssninger

2.2 Analysefeltets feltkarakteristika

Feltkarakteristika er innhentet ved bruk av NVEs applikasjon NEVINA, som benytter GIS-analyse for å estimere de ulike feltparametrene. Relevante feltparametre for nedbørfelt til bekkekryssninger er presentert i Tabell 2 og Tabell 3. For en oversikt over NEVINA-rapportene henvises det til Vedlegg 1 – Nevina Rapporter.

Tabell 2 Feltparametre for totalfelt (NEVINA)

<i>Analysefelt</i>		<i>Totalfelt Søre Herefoss</i>	<i>Felt nord</i>	<i>Hanefoss</i>	<i>Herefoss totalfelt</i>
<i>Areal</i>	(km ²)	1615	583	891	651
<i>Q_{N(61-90)}</i>	(l/s/km ²)	33.1	33	33.7	32.3
<i>Q_N</i>	(m ³ /s)	53.46	19.24	30.03	21.03
<i>Eff. Sjø</i>	(%)	0.53	0.73	0.52	0.75
<i>Bre</i>	(%)	0	0	0	0
<i>Dyrket mark</i>	(%)	0.6	0.7	0.6	0.7
<i>Myr</i>	(%)	8	5.9	9.4	6.3
<i>Leire</i>	(%)	0	0	0	0
<i>Skog</i>	(%)	73.4	71.1	73.8	71.9
<i>Sjø</i>	(%)	8.4	9.1	7.9	8.9
<i>Snaufjell</i>	(%)	6.5	11	4.6	9.8
<i>Urban</i>	(%)	0	0	0	0
<i>Høydegrad</i>	(moh.)	79-1147	109-1147	130-848	103-1147
<i>Feltlengde</i>	(km)	86.4	75.4	42.1	78.3

Tabell 3 Feltparametere for analysefelt (NEVINA).

Analysefelt		Nedstekjerr			Sundtjønn	Gauslåttjørna
		Topplandsveien	(Byttingsbekk)	Ljosåna	(tilløp)	(tilløp)
Areal	(km ²)	3.1	3.94	10.3	1.5	5
$Q_{N(61-90)}$	(l/s/km ²)	34.5	30.8	30.3	26.2	27.4
Q_N	(m ³ /s)	0.11	0.12	0.31	0.04	0.14
Eff. Sjø	(%)	0.09	0.99	4.54	0	0.53
Bre	(%)	0	0	0	0	0
Dyrket mark	(%)	2	0	0.3	0	0
Myr	(%)	1.9	10.9	10.7	1.2	8.3
Leire	(%)	0	0	0	0	0
Skog	(%)	93.8	84.2	80.7	89.6	85.3
Sjø	(%)	1.2	4.7	6.4	8.8	5.8
Snaufjell	(%)	0	0	0	0	0
Urban	(%)	0	0	0	0	0
Høydegrad	(moh.)	85-362	110-331	111-365	103-266	105-343
Feltlengde	(km)	2.7	3.3	4.4	1.6	3.2

Totalfeltene gir vannføring til hovedelven/vassdraget som renner langs RV 41. Nedbørfeltet som drenerer til RV 41 øker til det tredobbelte fra nord i parsell 3 til sør i parsell 1, se Tabell 2 og Figur 1. Dette betyr også at vannmengden som renner i hovedelven/vassdraget øker betydelig fra nord til sør. Det er spesielt etter samløpet mellom Herefoss og Hanefoss at vannmengden vil øke.

Veien går på østsiden av vassdraget og det er identifisert 5 felt med bekker av en viss størrelse som vil måtte krysse veien for å renne videre ned i hovedelven. Analysefeltene til disse drenerer mot vest, se Figur 2. Feltparameterene er gitt i Tabell 3. Parameterne tyder på at feltene har en del selvregulering/demping, da nedbørfeltet består av noe effektiv sjøprosent og har en høy andel skog, som gir en flom som varer mer over tid, men med en lavere flomtopp (Stenius et al., 2015).

2.3 Observasjoner i felt

Det har ikke vært utført befaring for flomhydrologi. For å redusere usikkerheter i avrenning og dimensjonerende nedbør er representative målestasjoner benyttet til sammenligning av nedbørfeltet.

2.4 Målestasjoner benyttet i flomfrekvensanalysen

Det er valgt å sammenligne analysefeltene med nedbørfeltene til målestasjoner (heretter kalt referansefelt); Tjellingtjernbekk, Stigvassåi, Rauåna, Åbogstjønn ndf., Tveitdalen og Austenå, se Figur 3. Feltkarakteristika for referansefeltene er vist i Tabell 4.



Figur 3 Oversiktskart over målestasjoner brukt i flomberegninger.

Tabell 4 Målestasjoner brukt i flomberegning

Stasjons nr.	18.11.0	19.80.0	19.82.0	19.91.0	20.11.0	20.2.0
Stasjonsnavn	Tjellingtjern -bekk	Stigvassåi	Rauåna	Åbogstjønn ndf.	Tveitdalen	Austena
År	39	48	48	29	48	96
Periode (år)	1981- 2020	1972-2020	1972- 2020	1973- 2002	1972-2020	1924- 2020
Areal* (km ²)	1.95	14.49	8.91	1.13	0.44	276.4
Q_N (61-90) (l/s/km ²)	24.22	27.80	24.55	30.01	34.58	30.19
Q_N (61-90) (m ³ /s)	0.05	0.40	0.22	0.03	0.02	8.34
Eff. Sjø* (%)	1.51	0.24	0.00	3.54	0.00	1.61
Bre* (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dyrket mark (%)	0.00	1.22	0.34	0.00	0.00	0.07
Myr* (%)	4.74	4.37	2.24	8.41	0.71	5.59
Leire* (%)	-	-	-	-	-	-
Skog* (%)	67.12	91.40	90.71	78.87	98.86	61.87
Sjø* (%)	1.67	1.79	0.11	3.93	0.00	11.90
Snaufjell* (%)	9.10	0.00	1.23	8.68	0.00	20.28
Urban* (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Uklassifisert areal* (%)	-	-	-	-	-	-
Høydegrad (moh.)	499-223	429-148	760-222	847-636	281-190	228- 1146
Feltlengde (LF) (km)	2.40	6.00	6.75	1.19	0.88	41.58
Elvegradient* (EG) (m/km)	74.00	31.50	29.66	2.51	44.16	13.23

* Hentet fra NEVINA og seriekart

Alle fem felt ligger i innlandet. Alle feltene domineres av skog, med noe myr. Tjellingtjernbekk, Rauåna og Åbogstjønn ndf. består også av noe snaufjell. Den høye andelen skog kombinert med myr i feltene bidrar til demping i feltene og en flom som varer mer over tid, men med lavere flomtopp (Stenius et al., 2015). Videre bidrar effektiv sjøprosent i Tjellingtjernbekk og Åbogstjønn til ytterligere demping i disse feltene, men disse feltene har også noe snaufjell som til gjengjeld bidrar til mindre demping.

3. Flomberegninger

I dette kapittelet utføres flomberegninger basert på tre beregningsmetoder; flomfrekvensanalyse basert på observerte data og flomfrekvensanalyse basert på nasjonalt formelverk og RFFA-2018. Det er usikkerheter forbundet med denne type beregninger, og endelig estimat for 100- og 200-års flom er bestemt basert på en sammenligning av beregnede flommer fra de tre metodene og ut fra faglig skjønn.

3.1 Flomfrekvensanalyse basert på observerte data i området

Flomfrekvensanalyse (FFA) er utført på observerte data for målestasjonene beskrevet i delkapittel 2.4, ved bruk av NVEs ekstremverdianalyseprogram i Hydra II. Midttømme et al. (2011) anbefaler bruk av to- eller treparameterfordeling for lange tidsserier (>50 år), og toparameterfordeling for kortere tidsserier. Fordelingen tar utgangspunkt i vannføringsdata samlet inn gjennom hele perioden stasjonen har vært aktiv. Se Tabell 5 for resultater fra analysen.

Tabell 5 Flomfrekvensanalyser på observerte data utført ved bruk av NVEs ekstremverdianalyseprogram Hydra II, med tidsoppløsning døgn.

Stasjons nr.	(-)	18.11.2000	19.80.0	19.82.0	19.91.0	20.11.0	20.02.0
Stasjonsnavn	(-)	Tjellingtjern-bekk	Stigvassåi	Rauåna	Åbogstjønn ndf.	Tveitdalen	Austenå
År	(år)	39	48	48	29	48	96
Periode	(år)	1981-2020	1972-2020	1972-2020	1973-2002	1972-2020	1924-2020
Areal	(km ²)	1.95	14.49	8.91	1.13	0.44	276.42
QN	(m ³ /s)	0.06	0.40	0.23	0.03	0.01	8.35
qN	(l/s/km ²)	29.74	27.74	25.36	26.55	34.09	30.19
QM	(m ³ /s)	0.98	6.24	3.11	0.37	0.24	79.9
qM	(l/s/km ²)	502.94	430.61	349.45	325.13	537.59	289
Fordelingsfunksjon	(-)	Gumbel	Gumbel	Gumbel	GEV	Gumbel	Gumbel
Q100	(m ³ /s)	2.05	15.27	6.81	0.65	0.49	155.56
q100	(l/s/km ²)	1051.28	1053.83	764.31	575.22	1113.64	562.77
Q100/QM	(-)	2.09	2.45	2.19	1.77	2.07	1.95
Q200	(m ³ /s)	2.22	16.83	7.45	0.67	0.53	169.09
q200	(l/s/km ²)	1138.46	1161.49	836.14	592.92	1204.55	611.71

Stigvassåi og Rauåna har tilstrekkelig kurvekvalitet til å tas med i flomanalysen (Engeland et al., 2016). Kurvekvaliteten er ikke oppgitt for Tjellingtjernbekk, Åbogstjønn ndf. og Tveitdalen. Det er valgt å benytte disse stasjonene videre i analysen.

3.2 Flomberegning for små analysefelt

3.2.1 NIFS

For beregning av avrenning for de minste feltene for returperiode 100 og 200 år, er det benyttet nasjonalt formelverk for små nedbørfelt, se likning 4.1-4.3. NIFs beregner kulminasjonsflommer for ulike returperioder for små (>50 km²) uregulerte nedbørfelt i Norge (Stenius et al., 2015). Formelverket består av et sett med likninger som beregner middelflom (Q_M) og vekstkurven (Q_T/Q_M). Den største usikkerheten ved bruk av formelverket ligger i midlere avrenning $Q_{N(61-90)}$ (Stenius et al., 2015).

Formelverket er som følger:

$$Q_M = 18,97 Q_N^{0,864} e^{-0,251\sqrt{A_{SE}}} \quad (4.1)$$

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0,308 q_N^{-0,137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - \frac{(T-1)^{-k}}{k}] \quad (4.2)$$

$$k = -1 + \frac{2}{\left[1 + e^{0,391 + \frac{1,54 A_{SE}}{100}}\right]} \quad (4.3)$$

A_{SE} = Effektiv sjøprosent (%)

Q_T = Avrenning for returperiode T (m³/s)

q_N = Spesifikk midlere avrenning (l/s/km²)

e = Grunntall, $e = 2,718$

Γ = Gammafunksjonen (-)

T = Returperiode (år)

For å sammenligne beregnet flommer fra nasjonalt formelverk med flomfrekvensanalysen basert på observerte data må kulminasjonsverdiene fra formelverket regnes om til døgnverdier. Forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnverdier skiller mellom vår- og høstflommer og er gitt som (Stenius et al., 2015):

$$\text{Vårflom:} \quad \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 1,71 - 0,17 \times \log A - 0,125 \times A_{SE}^{0,5} \quad (4.4)$$

$$\text{Høstflom:} \quad \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 2,29 - 0,29 \times \log A - 0,270 \times A_{SE}^{0,5} \quad (4.5)$$

Q_{mom} = Kulminasjonsvannføringer/momentanvannføringer (m³/s)

$Q_{døgn}$ = Døgnmiddelvannføringer (m³/s)

A = Nedbørfeltets areal (km²)

Dette gir følgende forholdstall for analysefeltene, se Tabell 6. Kulminasjonsverdier omregnet til døgnverdier er presentert i Tabell 7. Det er benyttet høyeste forholdstall av vår- og høstverdi.

Tabell 6 Forholdstall mellom kulminasjons (momentan)- og døgnverdier for analysefeltene.

Analysefelt	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	
	Vår	Høst
Toplandsveien	1.58	2.07
Nedstekjerr	1.47	1.85
Ljosåna	1.25	1.42
Sundtjønn	1.67	2.23
Gauslåttjørna	1.49	1.89

Tabell 7 Kulminasjonsverdi (NIFS)

	Q_M		q_M		Q_{100}		q_{100}		Q_{200}		q_{200}	
	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)
Toplandsveien	2.6	823	6	1935	6.8	2194						
Nedstekjerr	2.4	607	5.7	1447	6.6	1675						
Ljosåna	4.0	393	10.4	1010	12.1	1175						
Sundtjønn	1.2	771	2.8	1867	3.2	2133						
Gauslåttjørna	2.8	568	6.8	1360	7.8	1560						

Tabell 8 Døgnmiddelverdi (NIFS)

	Q_M		q_M		Q_{100}		q_{100}		Q_{200}		q_{200}	
	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)
Toplandsveien	1.2	398	2.9	937	3.3	1061						
Nedstekjerr	1.3	328	3.1	783	3.6	906						
Ljosåna	2.8	277	7.3	711	8.5	827						
Sundtjønn	0.5	344	1.3	834	1.4	953						
Gauslåttjørna	1.5	300	3.6	716	4.1	825						

3.3 RFFA-2018

For beregning av avrenning for de største feltene for returperiode 100 og 200 år, er det benyttet RFFA-2018, (Egeland, 2020). RFFA-2018 beregner døgnmiddelflommer for ulike returperioder.

Tabell 9 viser døgnmiddelverdi for RFFA-2018 for totalfeltene ned til de ulike plasseringene. Figur 1 viser kart med feltene.

Tabell 9 Døgnmiddelverdi for totalfelt basert på RFFA-2018 og døgnmiddelverdi for målestasjon basert på FFA.

	Q_M	q_M	Q_{100}	q_{100}	Q_{200}	q_{200}
	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)	(m ³ /s)	(l/s pr.km ²)
Felt nord (1)	135	231	301	516	330	566
Herefoss (2)	145	223	325	499	355	545
Hanefoss (3)	239	268	536	602	585	657
Søre Herefoss (4)	359	222	784	485	853	528
20.2.0 Austenå		289		563		612

3.4 Valg av endelig flomverdier

Det må velges flomverdier både for de mindre nedbørfeltene som drenerer inn mot RV 41 og som må føres under veien i kulvert eller bru, samt for totalfeltene ned til parsellene for å beregne forventet vannstand i hovedløpet.

Tabell 10 presenterer døgnverdier for de fem målestasjonene og for analysefeltet.

Tabell 10 Døgnverdier for referansefelt

Flomberegnings metode	Navn	Fordelings funksjon	q_M	q_{100}	q_{200}
			(l/s/km ²)	(l/s/km ²)	(l/s/km ²)
FFA på observerte data	Tjellingtjernbekk	Gumbel	503	1051	1138
	Stigvassåi	Gumbel	431	1054	1161
	Rauåna	Gumbel	349	764	836
	Åbogstjønn ndf.	GEV	325	575	593
	Tveitdalen	Gumbel	538	1114	1204
	Austernå	Gumbel	289	563	612

Tabell 11 Døgnverdi for analysefelt

Flomberegningsmetode	Navn	q_M	q_{100}	q_{200}	Kulminasjonsfaktor
		(l/s/km ²)	(l/s/km ²)	(l/s/km ²)	-
NIFS (felt < 50 km ²)	Toplandsveien	398	937	1061	2.07
	Nedstekjerr	328	783	906	1.85
	Ljosåna	277	711	827	1.42
	Sundtjønn	346	837	956	2.23
	Gauslåtjørna	300	719	825	1.89
RFFA-2018 (felt > 50 km ²)	Felt nord	231	516	566	1.1
	Herefoss	223	499	545	1.09
	Hanefoss	268	602	657	1.1
	Søre Herefoss	222	485	528	1.08

Det er utført en sammenligning av referansefeltenes feltparametre opp mot analysefeltets feltparametre. Man kan på bakgrunn av dette forvente en noe høyere avrenning i Tjellingtjernbekk, Stigvassåi, Rauåna og Tveitdalen sammenlignet med de minste analysefeltene. Målestasjon Austernå ligger nord i analysefelt og vil sånn sett kunne benyttes i øvre del. Man kan videre anta lavere totale avrenning jo lengre sør man kommer i vassdraget. Dette stemmer godt med RFFA-2018 analysen for totalfelt.

Tabell 12 Endelig flomverdi for analysefeltet, uten klimapåslag

Felt	Q_M	Q_{100}	Q_{200}
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Toplandsveien	2.6	6.0	6.8
Nedstekjerr/ Byttingsbekk	2.4	5.7	6.6
Ljosåna	4.0	10.4	12.1
Sundtjønn	1.2	2.8	3.2
Gauslåtjørna	2.8	6.8	7.8

I henhold til Håndbok N200 – Vegbygging (Statens vegvesen, 2018, s. 88) skal det brukes en sikkerhetsfaktor F_k (-) for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer og en sikkerhetsfaktor F_u (-) for å ta hensyn til usikkerheten i beregning av dimensjonerende avrenning for returperiode T :

$$Q_{dim,T} = Q_T \times F_k \times F_u \quad (4.6)$$

Hvor $Q_{dim,T}$ er dimensjonerende avrenning for returperiode T (m³/s). For en oversikt over valgte verdier for F_k og F_u henvises det til Tabell 3. Endelige flomverdier for analysefeltet er presentert i Tabell 13.

Tabell 13 Endelige flomverdier for analysefeltene, kulminasjonsverdier.

<i>Felt</i>	Q_M	Q_{100}	Q_{200}
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
<i>Toplandsveien</i>	3.6	8.6	9.7
<i>Nedstekjerr/ Byttingsbekk</i>	3.4	8.2	9.4
<i>Ljosåna</i>	5.8	14.9	17.3
<i>Sundtjønn</i>	1.7	4.0	4.6
<i>Gauslåtjørna</i>	4.1	9.7	11.2

Tabell 14 Endelige flomverdier for hovedvassdraget, kulminasjonsverdier.

<i>Felt</i>	<i>Areal</i>	Q_M	Q_{100}	Q_{200}
	(km ²)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
<i>Felt nord</i>	583		397	436
<i>Herefoss</i>	651		425	464
<i>Hanefoss</i>	891		708	772
<i>Søre Herefoss</i>	1615		1016	1105

3.5 Vannføringsberegning for fiskepassasjer

Det er mulighet for fiskeoppgang i Sundtjønn og Gauslåttjøna, og valgt tverrdrenering skal dimensjoneres for dette. Krav til fiskeoppgang er hentet fra «Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner» (Direktoratet for naturforvaltning, 2002) og håndbok N200 (Statens vegvesen, 2018) (se Tabell 16).

Det dimensjoneres for fiskeoppgang i perioden sept. – okt. da fisken vandrer i dette tidsrommet. Utforming av kulvert for fiskeoppgang skal oppfylle egne funksjonskrav, jf. håndbok N200, s.97. Kravene er gjengitt i Tabell 16. Samtidig skal kulverten tilfredsstille kapasitetskravene for dimensjonerende flom. Det tas hensyn til fiskeoppgang av små stasjonær ørret (≤ 15 cm). Dimensjonerende vannføring i den aktuelle perioden er (Direktoratet for naturforvaltning, 2002):

$$Q_{90\%} < Q_{\text{oppgang}} < Q_{10\%} \quad (6.7)$$

$Q_{90\%}$ = Vannføring i elva som overskrides i 90 % av perioden (lav vannføring) (m^3/s)

$Q_{10\%}$ = Vannføring i elva som overskrides i 10 % av perioden (høy vannføring) (m^3/s)

Q_{oppgang} = Vannføringer som ikke hindrer fiskeoppgang (m^3/s)

$Q_{90\%}$ og $Q_{10\%}$ bestemmes ved å skalere varighetskurven fra en sammenlignbar målestasjon. Skaleringsfaktoren (S), bestemmes fra følgende likning:

$$S = \frac{\text{Middelvannføring analysefelt}}{\text{Middelvannføring referansefelt}} \times \frac{\text{Areal analysefelt}}{\text{Areal referansefelt}} \quad (6.8)$$

Beregning av $Q_{90\%}$ og $Q_{10\%}$ vil avhenge av nedbør og størrelsen på nedbørsfeltet. På grunn av stor variasjon mellom landsdeler sammenlignes analysefeltene med en nærliggende målestasjon: Rauåna (19.82.0) (se Vedlegg 2 – Varighetskurve for Rauåna).

Beregning av $Q_{90\%}$ og $Q_{10\%}$ er presentert i Tabell 15. Ved å bruke disse grenseverdiene er det mulig å dimensjonere gjennomløpene og andre tiltak slik at krav til vannhastighet og vanndybde er oppfylt og fiskeoppgang mulig i den ønskede perioden.

Tabell 15 Beregning av Q10% og Q90% for analysefeltene.

Type	Navn	Areal (km ²)	$q_{N(61-90)}$ (l/s/km ²)	$q_{N(61-90)}$ (m ³ /s)	S (-)	$Q_{90\%}$ (l/s)	$Q_{10\%}$ (l/s)	$Q_{90\%}$ (m ³ /s)	$Q_{10\%}$ (m ³ /s)
Referansefelt	Rauåna	8.9	24.55	0.22	-	40.0	5630.0	0.04	5.63
Analysefelt	Sundtjønn	1.5	26.2	0.04	0.18	7.2	1013	0.01	1.0
Analysefelt	Gauslåtjørna	5.0	27.4	0.14	0.63	25.2	3547	0.25	3.5

Tabell 16 Grenseverdier for tverrdrenering for fiskeoppgang hentet fra håndbok N200 (Statens vegvesen, 2018) og «Slipp fisken fram! Fiskens vandringmulighet gjennom kulverter og stikkrenner» (Direktoratet for naturforvaltning, 2002). * er gjennomsnittshastighet

	Små stasjonær ørret (≤ 15 cm)
Maksimum vannhastighet for tverrdrenering < 20 m*	1,1 m/s
Minimum rørdiameter/spenn	0,3 m
Minimum vannstand	0,15 m
Maksimal vannfall ved utløpet	0,2 m

4. Hydraulisk analyse

Valgt tverrdrenering skal være dimensjonert for 200- eller 100-års flom og for fiskeoppgang der relevant. De hydrauliske beregningene, dimensjonering for fiskeoppgang og erosjonssikringsberegningene forutsetter at det ikke gjøres endringer i vassdraget opp- eller nedstrøms som vil påvirke hydraulikken. Dersom anbefalt løsning får endrede fallforhold eller geometri vil dette kunne påvirke kapasiteten.

I forbindelse med den hydrauliske analysen gir følgende parametere risiko for skader og er derfor undersøkt:

1. Strømningsform
2. Vanndybde ved innløp
3. Nedstrøms vanndybde
4. Vannhastighet
5. Kritisk dybde nedstrøms (y_c)
6. Tillatt gjentetting

Punkt 1 til 5 hentes ut fra HY-8, mens punkt 6 er i henhold til 1/3 gjentettingskrav samt $y_{dim} \leq D_{innløp}$, jf. betingelser. Vanndybden ved innløp undersøkes da denne er knyttet til krav $y_{dim} \leq D_{innløp}$.

I håndbok V240 for vannhåndtering (Statens Vegvesen, 2020) er det gitt tiltaksanbefalinger basert på dimensjonerende vannhastighet. For vannhastigheter mindre enn 2 m/s anbefales det ingen spesielle tiltak rundt kulvert utløp/innløp. For store kulverter ($\varnothing > 1.5\text{m}$) og høye utløpshastigheter (større enn 3-4 m/s) anbefales det energidreperbasseng ved utløp. For mindre kulverter ($\varnothing \leq 1.5\text{m}$) anbefales det plastring ved utløpet (NVE, 2009).

4.1 Nåværende kapasitet / situasjon

De fem gjennomløpene som er omtalt i denne rapporten var befart den 15.12.2021 og høyder og dimensjoner målt inn. Da det var betydelige snømengder i området den dagen som vanskeliggjorde befaringen ble i noen tilfeller bunnhøyde ved utløp ikke målt inn direkte, men estimert visuelt på en grov måte. Gjennomløpsdimensjoner (diameter eller høyde og bredde på lysåpning) samt bunnhøyde ved innløp ble målt inn i samtlige tilfeller. Ved et av de 5 stedene (Sundtjønn) ble diameteren målt inn til mellom 2.3 m og 2.4 m og mye snø og is helt ut i bekkeløpet og bratte kanter gjorde at det kunne ikke konstateres med sikkerhet hvilken av de to verdiene var den gjeldende. Her er det antatt at den større av de to (2.4 m) er den riktige. Oppmålte og estimerte verdier er presentert i Tabell 17 nedenfor.

Tabell 17 Inngangsparametere for Hy-8

Beskrivelse	Topplandsveien	Byttingsbekk	Ljosåna	Sundtjonn	Gauslåtjørna	
Q _{MKS} , Middelflom med klima og sikkerhetspåslag [m³/s]	3.6	3.4	5.8	1.7	4.1	
Q _{100ks} , 100-års flom med klima og sikkerhetspåslag [m³/s]	8.6	8.2	14.9	4	9.7	
Q _{200ks} , 200-års flom med klima og sikkerhetspåslag [m³/s]	9.7	9.4	17.3	4.6	11.2	
Bunnhøyde oppstrøms [moh]	81.93	105.2	104.38	101.97	105.29	
Bunnhøyde nedstrøms [moh]	81.8	104.65	104	101.97	105.24	
Topp vei [moh]	85.71	107.8	107.98	106.05	108.2	
Lengde (ca.) [m]	15	5	7	15	15	
Bunnhelling [m/m]	0.009	0.110	0.054	0.000	0.003	
Diameter rør [m]	2.4			2.4	1.6	
Antall rør	1			1	2	
Bredde, lysåpning [m]			4.2	7		
Høyde, lysåpning [m]			2	3		
Areal, lysåpning [m²]	4.52	8.40	21.00	4.52	4.02	
Q _{200+klima} , Tovdalsvassdr. Vannstand [moh]	85.2	107.1	107.2	107.2	107.8	
Q _{200ks} , Vannstand nedstrøms gjennomløp (uten Flom i Tovdalsvassdr.) [moh]	83.5	106.2	105.1	104.1	106.6	
Q _{100ks} , Vannstand nedstrøms gjennomløp (uten Flom i Tovdalsvassdr.) [moh]	83.4	106.1	105.0	104.1	106.5	
			målt	estimert	beregnet	

Det er kjørt 2D hydrauliske modellberegninger av de 5 områdene (lokale modeller) i tillegg til en modellkjøring for Tovdalsvassdraget langs hele veilinen (parsell 1-3) for å finne vannstand nedstrøms gjennomløpene (for både Q_{100} og Q_{200}) i tillegg til flomvannstanden i Tovdalsvassdraget (kun Q_{200}). Resultater fra disse er presentert i Tabell 17 ovenfor. For de 5 lokale modellene er det antatt «normal»vannstand i Tovdalsvassdraget nedstrøms. For videre beregninger i HY-8 er disse vannstandene brukt som nedre grensebetingelse og kulvertberegningene på så sett forutsetter normalvannstand i Tovdalsvassdraget nedstrøms. Det er med andre ord ikke forutsatt samtidig flom i Tovdalsvassdraget som det er flom i et av de 5 bekkeløpene der kulvertene/broene ligger. Det må anses som rimelig at når det er flom i et av de 5 bekkeløpene som denne rapporten omtaler at det vil av og til være flom (selv om den ikke nødvendigvis vil være av samme gjentakintervall) i Tovdalsvassdraget også. Når det skjer så vil en antakelse om «normal»vannstand ikke være riktig og reell vannstand nedstrøms en av de 5 kulvertene muligens høyere enn det som er lagt til grunn i beregningene og kapasiteten således påvirket. Kunde har blitt gjort oppmerksom på dette og har gitt beskjed at denne forutsetningen aksepteres når gjennomløpene kapasitet beregnes og nye gjennomløp dimensjoneres.

Beregnete vannstander/kapasiteter for nåværende situasjon er oppsummert i Tabell 18 nedenfor. En rød celle indikerer at kapasiteten ikke er tilstrekkelig for tilsvarende flom. En grønn farge indikerer at kapasiteten er tilstrekkelig. Bemerk at det er forskjellige krav til gjennomløpene avhengig av om de klassifiseres som en bro (bredde eller diameter lik eller større en 2.5 m) eller kulvert (bredde/diameter mindre en 2.5 m). For en bro gjelder at klaring til innvendig topp må være minst 0.5 m mens for en kulvert gjelder generelt at oppstrøms vannstand må være lavere enn innvendig topp av kulvert antatt minst 1/3 gjentetting.

Tabell 18 Resultatoversikt

	Topplandsveien	Nedstekjerr / Byttingsbekk	Ljosåna	Sundtjønn	Gauslåttjørna
Q100ks [m³/s]	8.6	8.2	14.9	4.0	9.7
Q200ks [m³/s]	9.7	9.4	17.3	4.6	11.2
Rørdiameter [m]	2.4			2.4	2 x 1.6
Bredde lysåpning [m]		4.2	7.0		
Høyde lysåpning [m]		2.0	3.0		
Bunnehøyde ved innløp [moh]	81.93	105.20	104.38	101.97	105.29
Bunnehøyde ved utløp (ca.) [moh]	81.8	104.65	104.00	101.97	105.24
1/3 Gjentetting [m]	0.8			0.8	0.53
Innvendig topp, innløp [moh]	84.33	107.20	107.38	104.37	106.89
Q100 - Oppstrøms vannstand uten gjentetting [moh]	83.95	106.33	105.63	104.18	107.18
Q100 - Oppstrøms vannstand med gjentetting [moh]	84.88			104.30	108.26
Q100 - Nedstrøms vannstand [moh]	83.4	106.10	105.00	106.50	106.50
Q200 - Oppstrøms vannstand uten gjentetting [moh]	84.11	106.45	105.76	104.21	107.39
Q200 - Oppstrøms vannstand med gjentetting [moh]	85.18			104.36	108.38
Q200 - Nedstrøms vannstand [moh]	83.5	106.20	105.10	104.10	106.60

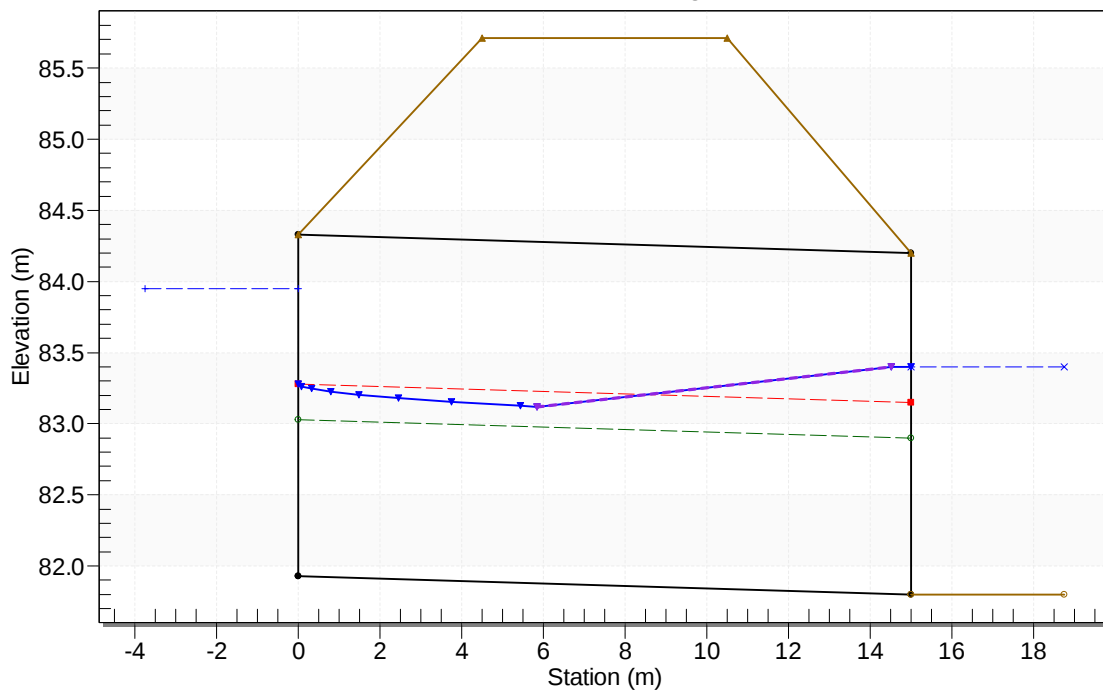
Mer detaljert informasjon om kapasitetsberegningene er oppgitt i tabeller nedenfor, for hvert enkelt sted.

4.1.1 Toplandsveien

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m³/s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimensjon (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q ₁₀₀ uten gjentetting	Ø 2.4 m	8.6	Innløp	81.93	83.95	2.02	0.84	81.8	83.40	1.60	1.60	1.35	2.68
Q ₁₀₀ med 1/3 gjentetting	Ø 2.4 m	8.6	Utløp	81.93	84.88	2.95	1.23	81.8	83.40	1.60	1.07	1.07	3.50
Q ₂₀₀ uten gjentetting	Ø 2.4 m	9.7	Innløp	81.93	84.11	2.18	0.91	81.8	83.50	1.70	1.70	1.44	2.83
Q ₂₀₀ med 1/3 gjentetting	Ø 2.4 m	9.7	Utløp	81.93	85.18	3.25	1.35	81.8	83.50	1.70	1.15	1.15	3.71

Crossing - omr01_Q100ks_u_tetting, Design Discharge - 8.60 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 8.60 cms

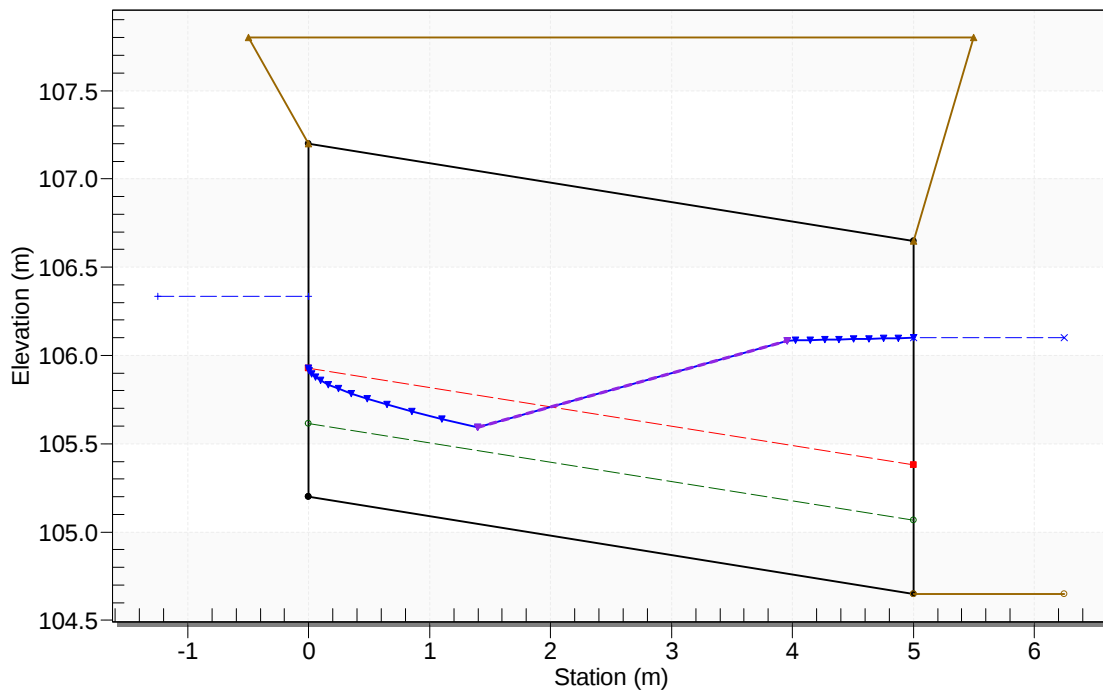


4.1.2 Byttingsbekk

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m³/s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimensjon (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q ₁₀₀ uten gjentetting	B X H 4.2 x 2.0 m	8.2	Innløp	105.20	106.33	1.13	0.56	104.65	106.10	1.45	1.45	0.73	1.35
Q ₂₀₀ uten gjentetting	B X H 4.2 x 2.0 m	9.4	Innløp	105.20	106.45	1.25	0.63	104.65	106.20	1.55	1.55	0.80	1.44

Crossing - 02b_Q100ks_byttingsbekk, Design Discharge - 8.20 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 8.20 cms

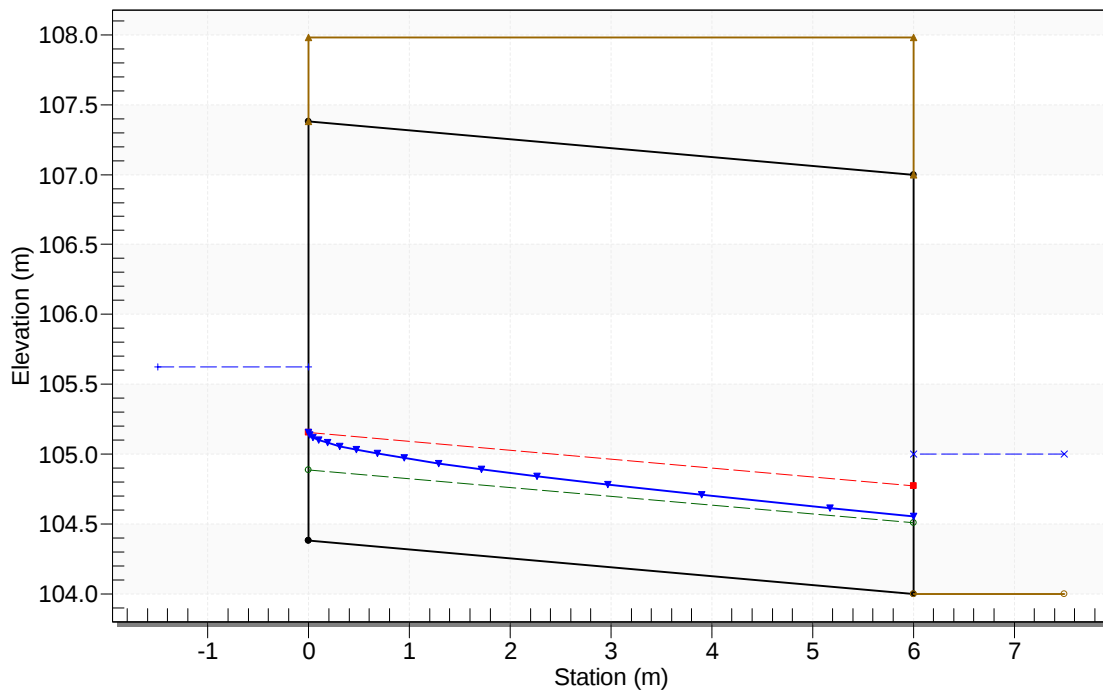


4.1.3 Ljosåna

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m ³ /s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimensjon (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q ₁₀₀ uten gjentetting	B X H 7.0 x 3.0 m	14.9	Innløp	104.38	105.63	1.25	0.42	104.00	105.00	1.00	0.55	0.77	3.85
Q ₂₀₀ uten gjentetting	B X H 7.0 x 3.0 m	17.3	Innløp	104.38	105.76	1.38	0.46	104.00	105.10	1.10	0.61	0.85	4.02

Crossing - 03b_Q100ks_ljosaana, Design Discharge - 14.90 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 14.90 cms

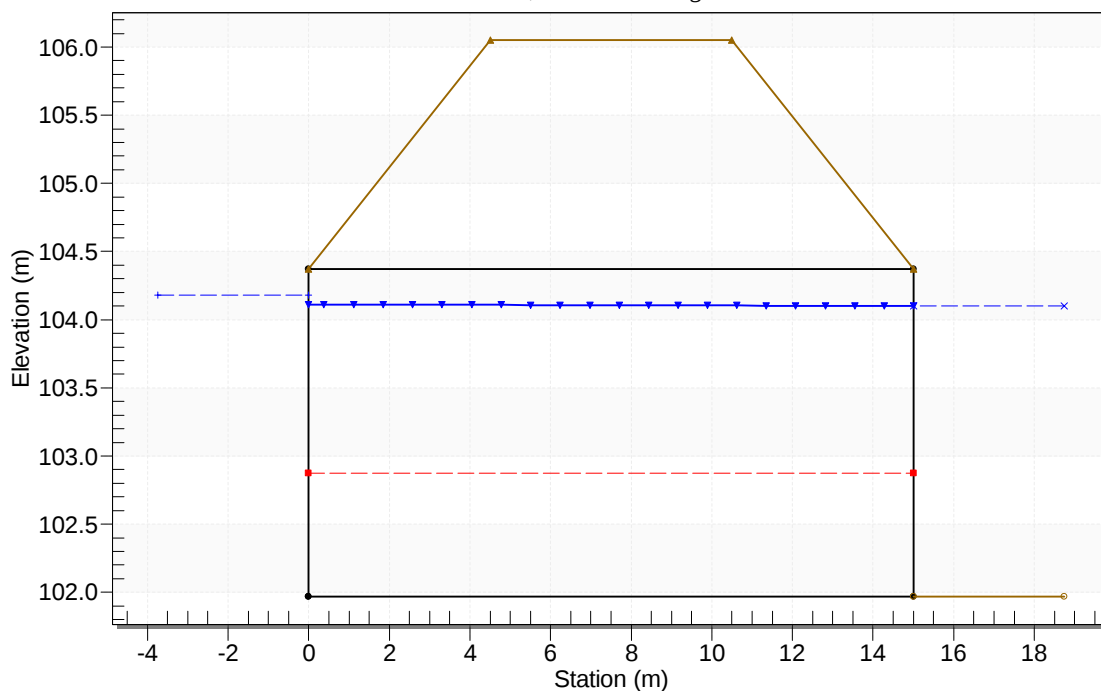


4.1.4 Sundtjønn

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m³/s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimension (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q ₁₀₀ uten gjentetting	Ø 2.4 m	4.0	Utløp	101.97	104.18	2.21	0.92	101.97	104.10	2.13	2.13	0.90	0.94
Q ₁₀₀ med 1/3 gjentetting	Ø 2.4 m	4.0	Utløp	101.97	104.30	2.33	0.97	101.97	104.10	2.13	1.33	0.66	1.37
Q ₂₀₀ uten gjentetting	Ø 2.4 m	4.6	Utløp	101.97	104.21	2.24	0.93	101.97	104.10	2.13	2.13	0.97	1.08
Q ₂₀₀ med 1/3 gjentetting	Ø 2.4 m	4.6	Utløp	101.97	104.36	2.39	1.00	101.97	104.10	2.13	1.33	0.72	1.58

Crossing - 04b_sundtjonn_Q100ks_u_tetting, Design Discharge - 4.00 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 4.00 cms

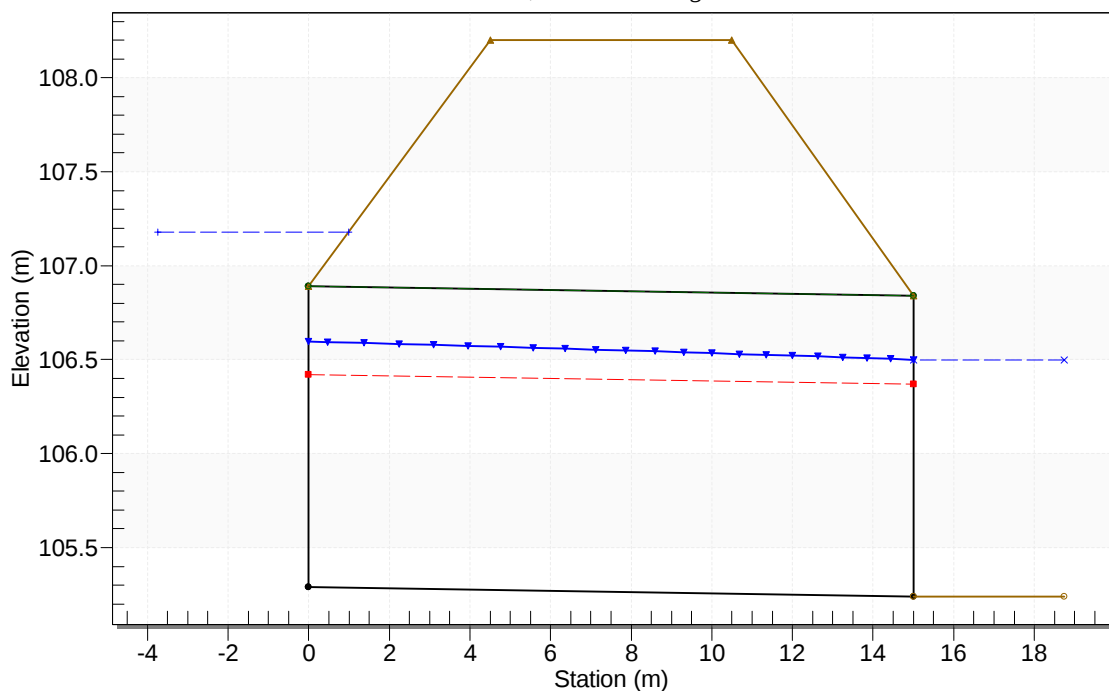


4.1.5 Gauslåtjørna

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m³/s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimensjon (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q ₁₀₀ uten gjentetting	Ø 2 x 1.6 m	9.7	Utløp	105.29	107.18	1.89	0.79	105.24	106.50	1.26	1.26	1.13	2.86
Q ₁₀₀ med 1/3 gjentetting	Ø 2 x 1.6 m	9.7	Utløp	105.29	108.26	2.97	1.24	105.24	106.50	1.26	0.90	0.90	3.63
Q ₂₀₀ uten gjentetting	Ø 2 x 1.6 m	11.2	Utløp	105.29	107.39	2.10	0.87	105.24	106.60	1.36	1.36	1.21	3.07
Q ₂₀₀ med 1/3 gjentetting	Ø 2 x 1.6 m	11.2	Utløp	105.29	108.38	3.09	1.29	105.24	106.60	1.36	0.91	0.91	3.74

Crossing - 05b_gausltjrna_Q100ks_u_tetting, Design Discharge - 9.70 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 9.70 cms



4.2 Anbefalte løsninger der tiltak er nødvendig

I de tilfeller der nåværende kapasitet eller omstendigheter anses som utilstrekkelig i henhold til krav eller der veilinje skal endres er det foreslått nye løsninger for gjennomløpene. Dette gjelder alle gjennomløp utenom Ljosåna bru som har tilstrekkelig kapasitet og skal gjenbrukes. Forhold relatert til fiskeoppgang er kun kommentert for Sundtjønn og Gauslåttjørna som er omtalt som viktige i forhold til fisk.

4.2.1 Toplandsveien

Gjennomløpet ved Toplandsveien har nok kapasitet for både 100 og 200-års flom hvis hele tverrsnittet antas å være tilgjengelig for gjennomstrømming. Med antakelse om 1/3 gjentetting har gjennomløpet hverken nok kapasitet for en 100-års flom eller en 200-årsflom. For å få gjennomløpet opp til standard kan det legges til et nytt gjennomløp med diameter på minst Ø2.0 m der innvendig topp legges på samme høyde som innvendig topp av eksisterende gjennomløp. Følgende resultater fås med HY-8 (gjelder hovedløp):

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m ³ /s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimension (v/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q100 uten gjentetting	Ø2.4m og Ø2.0m	8.6	Utløp	81.93	83.71	1.78	0.74	81.8	83.50	1.70	1.70	1.05	1.56
Q100 med 1/3 gjentetting	Ø2.4m og Ø2.0m	8.6	Utløp	81.93	84.16	2.23	0.93	81.8	83.50	1.70	0.90	0.80	2.55
Q200 uten gjentetting	Ø2.4m og Ø2.0m	9.7	Utløp	81.93	83.77	1.84	0.77	81.8	83.50	1.70	1.70	1.12	1.76
Q200 med 1/3 gjentetting	Ø2.4m og Ø2.0m	9.7	Utløp	81.93	84.27	2.34	0.97	81.8	83.50	1.70	0.90	0.86	2.85

For utløpshastigheter $V < 2.0$ m/s anbefaler veileder for vannhåndtering V240 (Statens Vegvesen, 2020) ingen spesielle tiltak for erosjonssikring av kulvertutløp.

4.2.2 Byttingsbekken

Veilinjen ved Byttingsbekken flyttes i øst og det må derfor lages et helt nytt gjennomløp. Det er tatt utgangspunkt i at nytt gjennomløp skal være sammensatt av sirkulære kulverter. Det er beregnet at 2 rør med diameter på Ø 2.4m vil tilfredsstille krav til kapasitet og gjentetting. Rør er antatt å gå ca. fra veifot til veifot slik at fylling blir skjermet fra erosjon. Lengden på kulverten må derfor være ca. 30m, med utløp omtrent der nåværende bro er plassert. Det er stor helning på terreng slik at utløpshastigheter blir høye. Følgende tabell viser input data og resultater fra beregningene:

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m ³ /s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimensjon (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q ₂₀₀ uten gjentetting	Ø 2 x 2.4 m	9.4	Innløp	110	111.19	1.19	0.50	104.65	106.20	1.55	0.41	0.98	9.10
Q ₂₀₀ med 1/3 gjentetting	Ø 2 x 2.4 m	9.4	Innløp	110	111.95	1.95	0.81	104.65	106.20	1.55	0.38	0.73	5.33

I tillegg til dimensjonering av en ny kulvert som klarer dimensjonerende 100- og 200-års flom er det foreslått løsninger for erosjonssikring av gjennomløpets utløp basert på vanndybde og hastighet ved utløp i tillegg til kulvertens dimensjoner. NVE sin veileder for dimensjonering av erosjonssikring av stein er fulgt når det gjelder sikring av kulvert utløp (NVE, 2009). For valgt løsning ved Byttingsbekken er utløpshastigheten såpass høy at veilederen anbefaler et energidreperbasseng ved utløpet. Energidreperens dimensjoner er gitt som funksjon av bassengets beregnede dybde (h_s). En prinsipptegning er vist i Vedlegg 3. Det er mulig at utløp i vest må bygges inn i veifyllingen (kortere gjennomløp) med tilhørende sikring (plastring/betongmur) av fylling slik at det blir nok plass til energidrepende tiltak nedstrøms utløp. I tillegg til energidreperbasseng trenger man plass for overgangen fra basseng til naturlig elveløp slik det så ut før veibygging.

For et rør på Ø2.4m med halve vannføringen gjelder:

Diameter [m]	2.4	Stabil steinstørrelse, D_{50} [m]	0.09
Vannføring, Q [m ³ /s]	4.7	Valgt steinstørrelse, D_{50} [m]	0.40
Utløpshastighet, V_0 [m/s]	9.1	Bassengdybde, h_s [m]	0.81
Undervannsnivå, T_w [m]	1.5	h_s/D_{50}	2.00
		Bassenglengde, L_s [m]	8.1
Strømningsareal, A [m ²]	0.5	Terskelengde, L_A [m]	4.0
Ekvivalent dybde i kulverten, y_e [m]	0.5	Totallengde, L_B [m]	12.1
Ekvivalent diameter [m]	1.4	Terskelbredde, W_B [m]	9.5
T_w/y_e	3.0	Sikringstykkelse bunn/sider [m]	0.81
Undervannskoeff, C_0	2.4	Sikringstykkelse nærmest utløp [m]	1.21

For to Ø2.4m rør er følgende dimensjoner og steinstørrelse anbefalt:

Valgt steinstørrelse, D_{50} [m]	0.64
Bassengdybde, h_s [m]	1.28
h_s/D_{50}	2.00
Bassenglengde, L_s [m]	14.4
Terskellengde, L_A [m]	6.4
Totallengde, L_B [m]	20.8
Terskelbredde, W_B [m]	18.7
Sikringstykkelse bunn/sider [m]	1.28
Sikringstykkelse nærmest utløp [m]	1.92

Det er ikke gjort beregninger av strømnings situasjonen etter tiltak. Det er derfor umulig å konstatere med sikkerhet hvordan jernbanebroen vil bli påvirket av foreslåtte endringer. Effektiviteten av et energidreperbasseng vil også avhenge noe på vannstand i Tovdalsvassdraget som i en 200-års flom med klimapåslag er beregnet å overstige nivået på jernbanebroen nedstrøms.

4.2.3 Sundtjønn

Sundtjønn er beregnet å ha tilstrekkelig kapasitet for en 200-års flom hensyntatt 1/3 tetting. Det er gjort beregninger på om gjennomløpet tilfredsstiller krav til maks vannhastighet ved $Q_{10\%}$ og minimumdybde ved $Q_{90\%}$ (fiskepassasjer).

Resultater av disse beregningene er presentert i tabell nedenfor.

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m ³ /s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
$Q_{90\%}$	Ø 2.4 m	0.01	Utløp	101.97	102.06	0.09	101.97	102.02	0.05	0.05	0.04	0.46
$Q_{10\%}$	Ø 2.4 m	1.00	Utløp	101.97	102.82	0.85	101.97	102.76	0.79	0.79	0.44	0.76

For $Q_{10\%}$ og $Q_{90\%}$ gjelder at vannhastigheter er tilstrekkelig lave ($<1.1\text{m/s}$) mens vanndybde ved $Q_{90\%}$ er beregnet til kun 5 cm (bør være $>15\text{cm}$). Dette er dog beregnet uten hensyn til vannstanden i Tovdalsvassdraget rett nedstrøms. For lave vannføringer fra Sundtjønn vil vannstanden rett nedstrøms gjennomløpet antakeligvis styres og tilnærmet være den samme som i Tovdalsvassdraget nedstrøms. Det er ikke gjort noen beregninger/vurderinger her på hvor lav denne vannstanden kan være eller hva som kan anses som normalvannstand i Tovdalsvassdraget nedstrøms kulverten, men det anses som usannsynlig at den vil være såpass lav at vanndybde i kulvert vil være et problem for fiskeoppgang. Hvis det viser seg at denne antakelsen er feilaktig så kan vanndybde for $Q_{90\%}$ økes med en terskel nedstrøms kulvertutløpet med utforming som anbefalt i (Direktoratet for Naturforvaltning, 2002) og (Statens vegvesen, 2014).

4.2.4 Gauslåtjørna

Gjennomløpet ved Gauslåtjørna har hverken nok kapasitet ved 200-års flom eller 100-års flom, selv om tetting ikke er lagt inn i beregningen. Utløpshastighet ved $Q_{10\%}$ og vanndybde ved $Q_{90\%}$ er vist i tabell nedenfor:

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m^3/s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
$Q_{90\%}$	Ø 2 x 1.6 m	0.25	Utløp	105.29	105.55	0.26	105.24	105.41	0.17	0.17	0.17	1.06
$Q_{10\%}$	Ø 2 x 1.6 m	3.50	Utløp	105.29	106.32	1.03	105.24	106.06	0.82	0.82	0.66	1.68

Her er dybden ved $Q_{90\%}$ akseptabel mens utløpshastigheten er for høy for $Q_{10\%}$. Dette henger sammen med at rørdimensjonene er for små og kapasiteten for liten. Da bekkeløpet rett nedstrøms kulverten er varierende er det kjørt en 2D hydraulisk beregning i tillegg for å kontrollere nedstrøms vannstand som fungerer som nedre grensebetingelse i HY-8 for $Q_{90\%}=0.25\text{m}^3/\text{s}$. 2D beregningen gir omtrent samme vanndybde nedstrøms utløpet som HY-8 for $Q_{90\%}$, en dybde som anses som akseptabel med tanke på minimumdybde ($>15\text{cm}$) for små ørret i perioder med fiskeoppgang.

Her foreslås det at kulverten byttes ut mot 2 rør med diameter på Ø2.4m og at kulverten senkes med ca. 20cm for å sikre minimum veioverdekning på 50cm og redusere vannhastigheter ved $Q_{10\%}$. For situasjonen «uten gjentetting» er det dog lagt inn et sedimentlag på 20cm slik at effektiv bunnhøyde blir den samme før og etter tiltak.

Følgende resultater fås ved dimensjonerende flomsituasjon:

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m ³ /s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimensjon (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
Q_{200} uten gjentetting	Ø 2 x 2.4 m	11.2	Utløp	105.29	106.97	1.68	0.70	105.24	106.60	1.36	1.36	0.96	1.92
Q_{200} med 1/3 gjentetting	Ø 2 x 2.4 m	11.2	Utløp	105.29	107.40	2.11	0.88	105.24	106.60	1.36	0.82	0.82	2.90

Og følgende resultater for $Q_{10\%}$ og $Q_{90\%}$ der kulverten antas å ha et 20cm lag med sedimenter (til samme bunnivå som før tiltak).

Flomsituasjon	Geometri	Vannføring [m ³ /s]	Kontroll	Oppstrøms bunnhøyde [moh]	Oppstrøms vannstand [moh]	Oppstrøms vanndybde [m]	Vanndybde / Indre dimensjon (y/D)	Nedstrøms bunnhøyde [moh]	Nedstrøms vannstand [moh]	Nedstrøms vanndybde [m]	Vanndybde ved utløp [m]	Kritisk dybde [m]	Vannhastighet ved utløp [m/s]
$Q_{90\%}$	Ø 2 x 2.4 m	0.25	Utløp	105.29	105.52	0.23	0.10	105.24	105.41	0.17	0.17	0.10	0.48
$Q_{10\%}$	Ø 2 x 2.4 m	3.50	Utløp	105.29	106.20	0.91	0.38	105.24	106.06	0.82	0.82	0.49	1.06

5. Vedlegg

- 5.1 Vedlegg 1 – Nevina Rapporter
- 5.2 Vedlegg 2 – Varighetskurve for Rauåna
- 5.3 Vedlegg 3 – Prinsipptegning, energidreperbasseng

Vedlegg 1 NEVINA-rapporter

Totalfelt Søre Herefoss Nedbørfeltparametere

Totalfelt Søre Herefoss Flomindeks

Felt Nord Nedbørfeltparametere

Felt Nord Flomindeks

Hanefoss Nedbørfeltparametere

Hanefoss Flomindeks

Herefoss Nedbørfeltparametere

Herefoss Flomindeks

Toplandsveien Nedbørfeltparametere

Toplandsveien Flomindeks

Nedstekjerr Nedbørfeltparametere

Nedstekjerr Flomindeks

Ljosåna Nedbørfeltparametere

Ljosåna Flomindeks

Sundtjønn Nedbørfeltparametere

Sundtjønn Flomindeks

Gauslåtjørna Nedbørfeltparametere

Gauslåtjørna Flomindeks



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 110463 E
6498112 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.B1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	1615	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.53	%
Elvleengde (E_L)	113.4	km
Elvegradient (E_G)	7.0	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	7.7	m/km
Helning	9.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.9	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	86.4	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A_{SE-T})	0.28	%
Feltlengde – Tilløp (F_{L-T})	78.7	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.6	%
Myr (A_{MYR})	8.0	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	73.4	%
Sjø (A_{SJO})	8.4	%
Snaufjell (A_{SF})	6.5	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.0	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	79	m
Høyde ₁₀	205	m
Høyde ₂₀	238	m
Høyde ₃₀	275	m
Høyde ₄₀	321	m
Høyde ₅₀	388	m
Høyde ₆₀	469	m
Høyde ₇₀	548	m
Høyde ₈₀	635	m
Høyde ₉₀	756	m
Høyde _{MAX}	1147	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	33.1	l/s*km ²
Sommernedbør	516	mm
Vinternedbør	733	mm
Årstemperatur	4.0	°C
Sommertemperatur	10.6	°C
Vintertemperatur	-0.8	°C

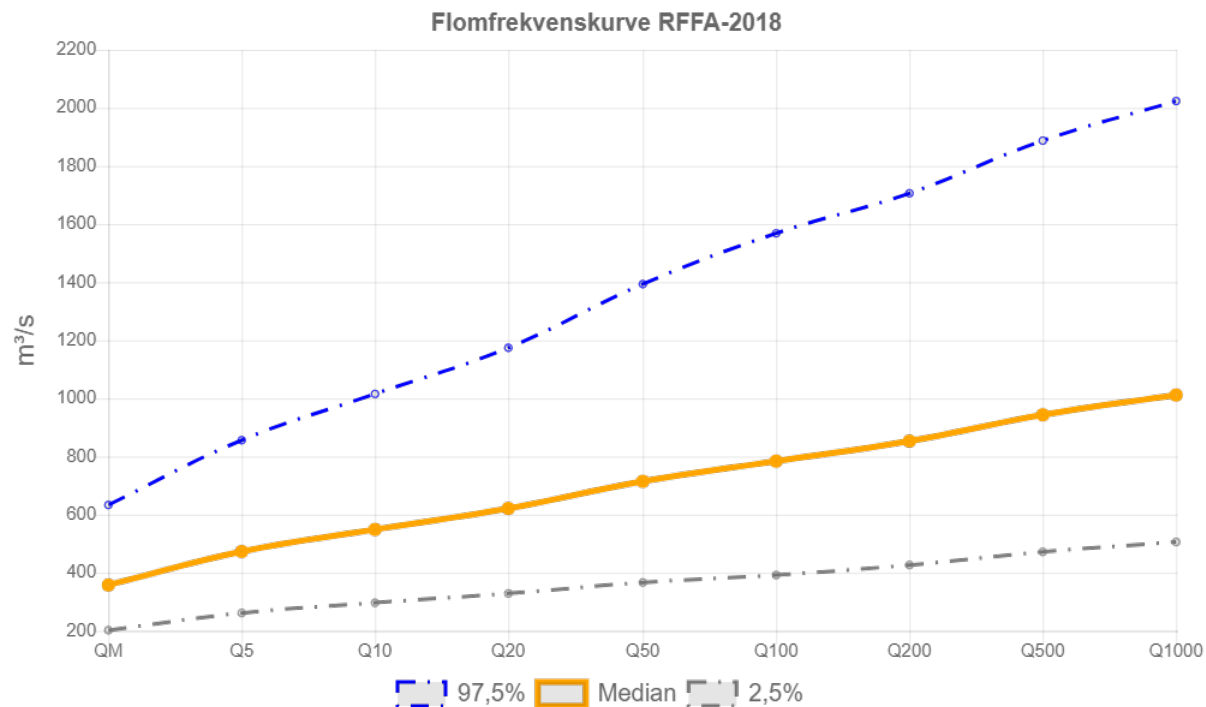
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.B1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 1615 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	222	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.08	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km ²
Klimapåslag	-	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.32	1.53	1.74	2.00	2.19	2.38	2.64	2.83	-
Flomverdier, m ³ /s	358	473	549	621	715	784	853	944	1012	1195
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	633	856	1016	1175	1394	1569	1706	1888	2024	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	202	261	297	329	367	392	427	472	506	-

NIFS (kulminasjon)

Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²

Flomfrekvensfaktor (QM / QT)										
Flomverdier, m ³ /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 110463 E
6498112 N

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

Feltparametere

Areal (A)	1615	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.53	%
Elvleengde (E_L)	113.4	km
Elvegradient (E_G)	7.0	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	7.7	m/km
Helning	9.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.9	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	86.4	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A_{AE-T})	0.28	%
Feltlengde – Tilløp (F_{F-T})	78.66	km

Arealklasse

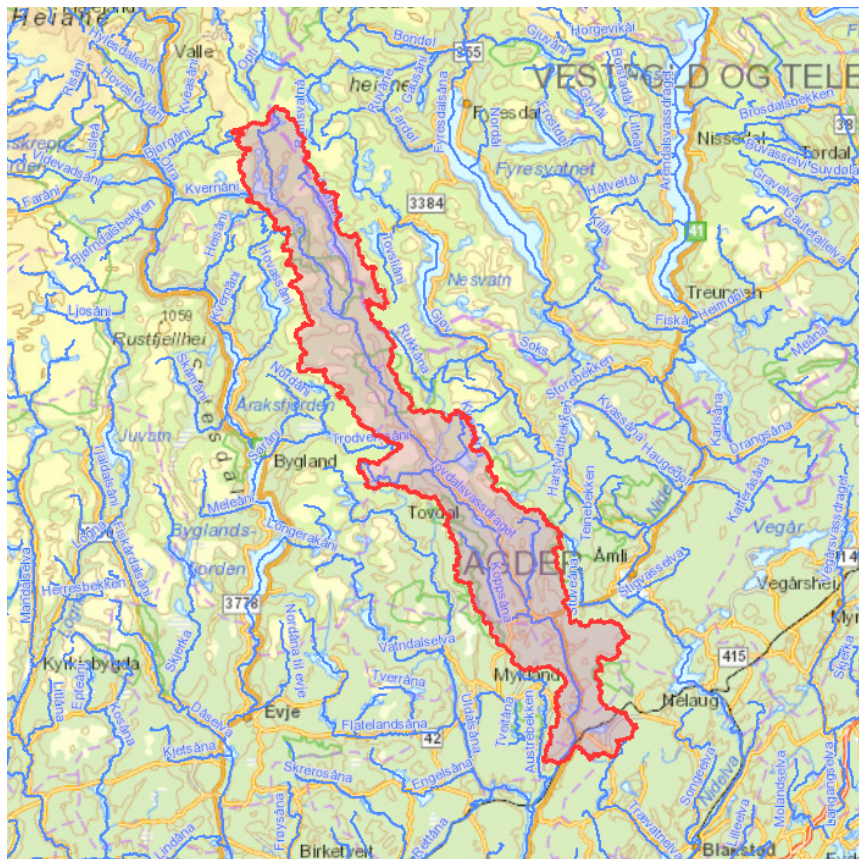
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.6	%
Myr (A_{MYR})	8.0	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	73.4	%
Sjø (A_{SJO})	8.4	%
Snaufjell (A_{SF})	6.5	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.0	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	79	m
Høyde ₁₀	205	m
Høyde ₂₅	256.5	m
Høyde ₅₀	388	m
Høyde ₇₅	591.5	m
Høyde _{MAX}	1147	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	33.1	l/s*km ²
Nedbør juni	78	mm
Nedbør juli	94	mm
Regn og snøsmelting mai	244	mm
Regn og snøsmelting juni	93	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	109	mm
Regn og snøsmelting november	116	mm
Temperatur februar	-5.4	°C
Temperatur mars	-2.6	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 115344 E
6511550 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.C4
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	583	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.73	%
Elvleengde (E_L)	97.9	km
Elvegradient (E_G)	7.7	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	7.9	m/km
Helning	11.3	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.1	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	75.4	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.7	%
Myr (A_{MYR})	5.9	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	71.1	%
Sjø (A_{SJO})	9.1	%
Snaufjell (A_{SF})	11	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.2	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	109	m
Høyde ₁₀	217	m
Høyde ₂₀	269	m
Høyde ₃₀	366	m
Høyde ₄₀	511	m
Høyde ₅₀	618	m
Høyde ₆₀	683	m
Høyde ₇₀	738	m
Høyde ₈₀	788	m
Høyde ₉₀	847	m
Høyde _{MAX}	1147	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	33.0	l/s*km ²
Sommernedbør	505	mm
Vinternedbør	671	mm
Årstemperatur	3.1	°C
Sommertemperatur	9.7	°C
Vintertemperatur	-1.6	°C

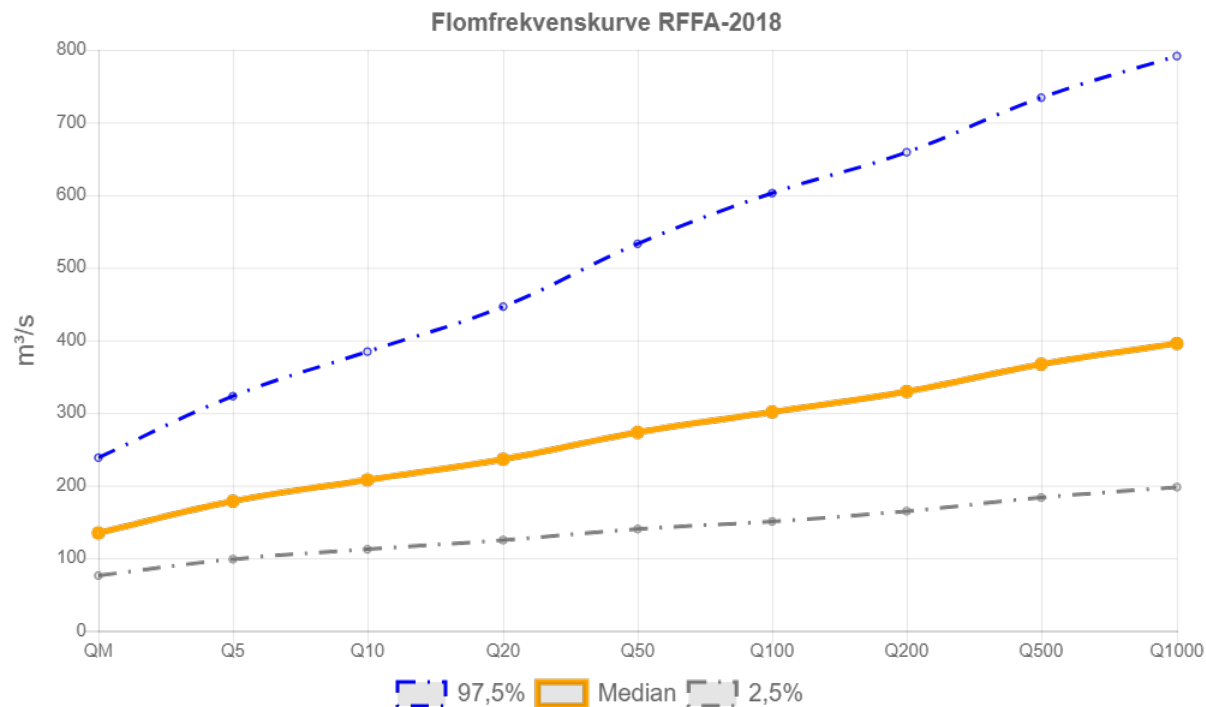
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.C4
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 583 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	231	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.1	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km ²
Klimapåslag	-	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

RFFA-2018 (døgnmiddel)

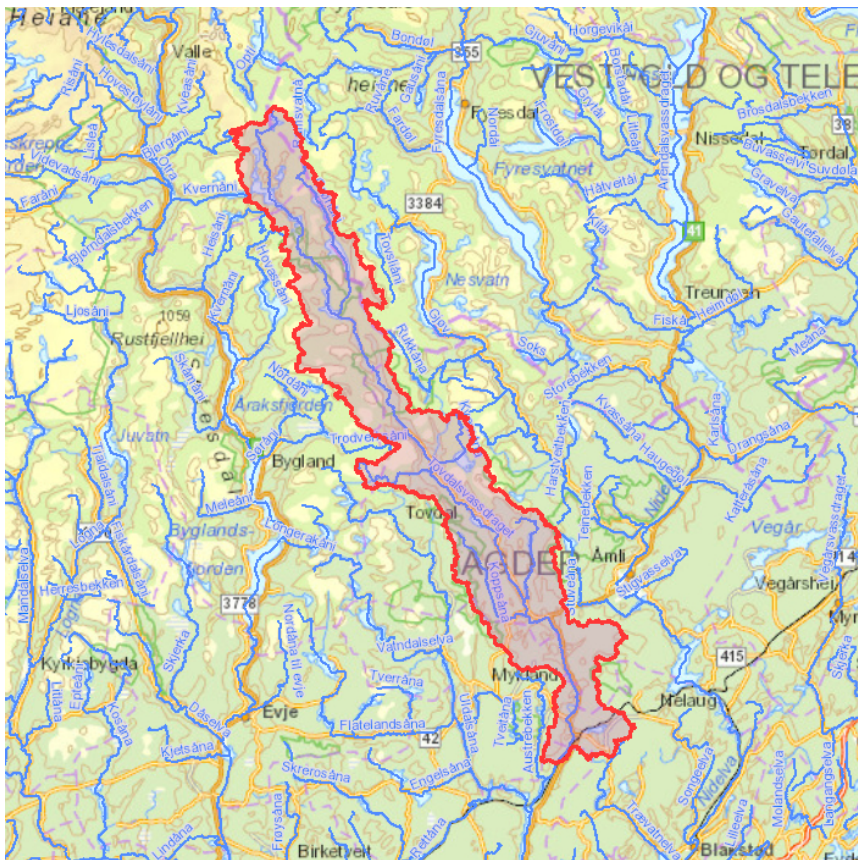
	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.32	1.54	1.75	2.03	2.24	2.45	2.72	2.94	-
Flomverdier, m ³ /s	135	179	208	236	273	301	330	367	396	461
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	239	323	385	446	533	603	659	734	791	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	76.1	98.6	112	125	140	151	165	184	198	-

NIFS (kulminasjon)

Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²

Flomfrekvensfaktor (QM / QT)										
Flomverdier, m ³ /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregnpunkt: 115344 E
6511550 N

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

Feltparametere

Areal (A)	583	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.73	%
Elvleengde (E_L)	97.9	km
Elvegradient (E_G)	7.7	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	7.9	m/km
Helning	11.3	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.1	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	75.4	km

Arealklasse

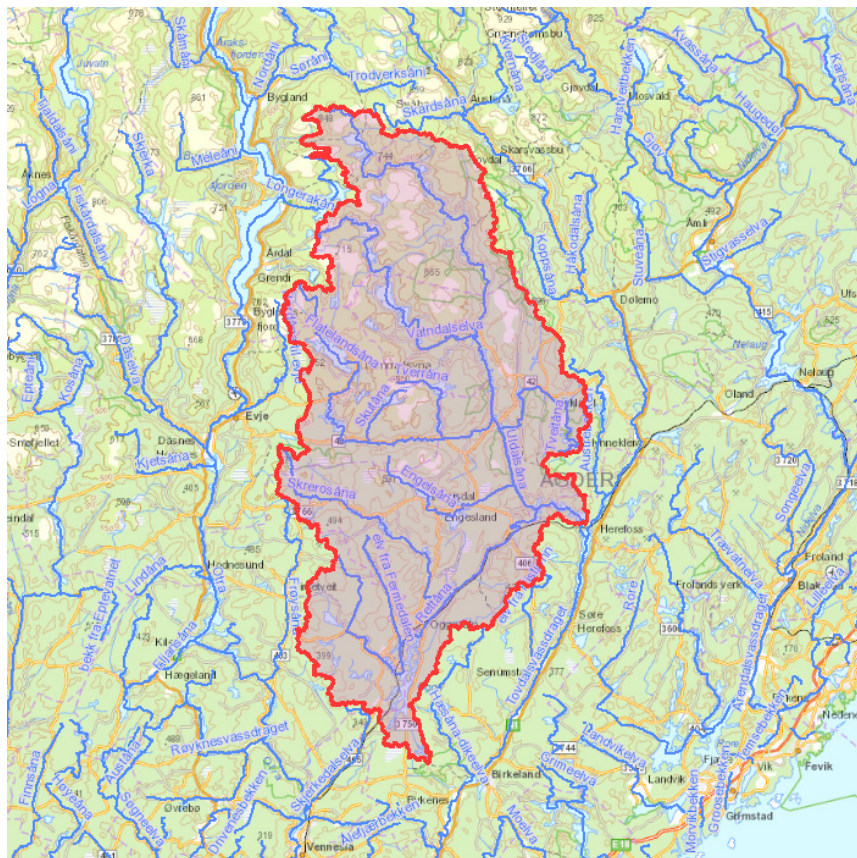
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.7	%
Myr (A_{MYR})	5.9	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	71.1	%
Sjø (A_{SJO})	9.1	%
Snaufjell (A_{SF})	11	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.2	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	109	m
Høyde ₁₀	217	m
Høyde ₂₅	317.5	m
Høyde ₅₀	618	m
Høyde ₇₅	763	m
Høyde _{MAX}	1147	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	33.0	l/s*km ²
Nedbør juni	78	mm
Nedbør juli	94	mm
Regn og snøsmelting mai	287	mm
Regn og snøsmelting juni	101	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	106	mm
Regn og snøsmelting november	90	mm
Temperatur februar	-6.2	°C
Temperatur mars	-3.5	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 112251 E
6507590 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.BA2
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Uldalsåna

Feltparametere

Areal (A)	891	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.52	%
Elvleengde (E _L)	61.1	km
Elvegradient (E _G)	10.6	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	9.4	m/km
Helning	9.2	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.8	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	42.1	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A _{SE-T})	0.37	%
Feltlengde – Tilløp (F _{L-T})	34.7	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0.6	%
Myr (A _{MYR})	9.4	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	73.8	%
Sjø (A _{SJO})	7.9	%
Snaufjell (A _{SF})	4.6	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	3.7	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	130	m
Høyde ₁₀	211	m
Høyde ₂₀	239	m
Høyde ₃₀	274	m
Høyde ₄₀	317	m
Høyde ₅₀	366	m
Høyde ₆₀	420	m
Høyde ₇₀	476	m
Høyde ₈₀	527	m
Høyde ₉₀	593	m
Høyde _{MAX}	848	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	33.7	l/s*km ²
Sommernedbør	523	mm
Vinternedbør	767	mm
Årstemperatur	4.4	°C
Sommertemperatur	11	°C
Vintertemperatur	-0.4	°C

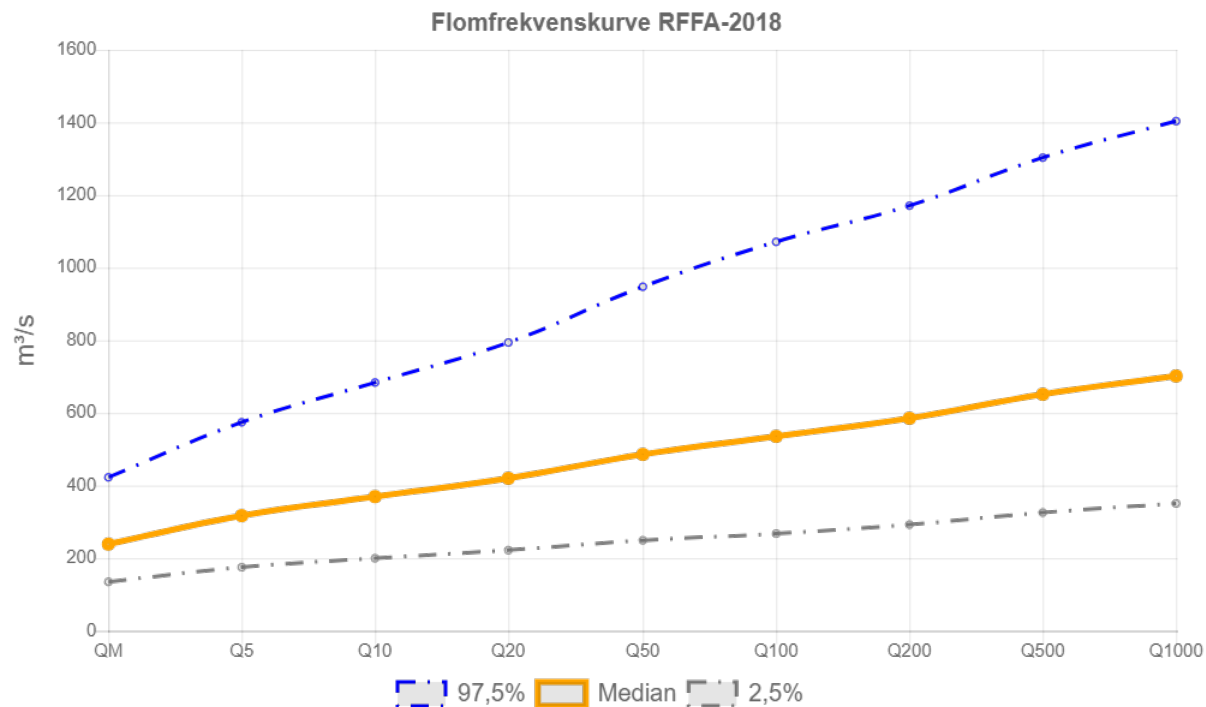
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.BA2
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Uldalsåna
Nedbørfeltareal: 891 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	268	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.1	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km ²
Klimapåslag	-	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.33	1.55	1.76	2.03	2.24	2.45	2.73	2.94	-
Flomverdier, m ³ /s	239	317	370	420	486	536	585	652	702	820
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	423	574	684	794	948	1071	1171	1303	1404	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	135	175	200	222	249	268	293	326	351	-

NIFS (kulminasjon)

Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²

Flomfrekvensfaktor (QM / QT)										
Flomverdier, m ³ /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 112251 E
6507590 N

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

Feltparametere

Areal (A)	891	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.52	%
Elvleengde (E_L)	61.1	km
Elvegradient (E_G)	10.6	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	9.4	m/km
Helning	9.2	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.8	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	42.1	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A_{AE-T})	0.37	%
Feltlengde – Tilløp (F_{F-T})	34.73	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.6	%
Myr (A_{MYR})	9.4	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	73.8	%
Sjø (A_{SJO})	7.9	%
Snaufjell (A_{SF})	4.6	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.7	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	130	m
Høyde ₁₀	211	m
Høyde ₂₅	256.5	m
Høyde ₅₀	366	m
Høyde ₇₅	501.5	m
Høyde _{MAX}	848	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	33.7	l/s*km ²
Nedbør juni	78	mm
Nedbør juli	95	mm
Regn og snøsmelting mai	229	mm
Regn og snøsmelting juni	89	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	110	mm
Regn og snøsmelting november	131	mm
Temperatur februar	-5.0	°C
Temperatur mars	-2.2	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 113002 E
6507432 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.C1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	651	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.75	%
Elvleengde (E _L)	103.1	km
Elvegradient (E _G)	7.4	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	7.7	m/km
Helning	11.0	°
Dreneringstetthet (D _T)	2.0	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	78.3	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0.7	%
Myr (A _{MYR})	6.3	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	71.9	%
Sjø (A _{SJO})	8.9	%
Snaufjell (A _{SF})	9.8	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	2.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	103	m
Høyde ₁₀	205	m
Høyde ₂₀	242	m
Høyde ₃₀	294	m
Høyde ₄₀	408	m
Høyde ₅₀	565	m
Høyde ₆₀	655	m
Høyde ₇₀	721	m
Høyde ₈₀	776	m
Høyde ₉₀	838	m
Høyde _{MAX}	1147	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	32.3	l/s*km ²
Sommernedbør	504	mm
Vinternedbør	677	mm
Årstemperatur	3.3	°C
Sommertemperatur	9.9	°C
Vintertemperatur	-1.4	°C

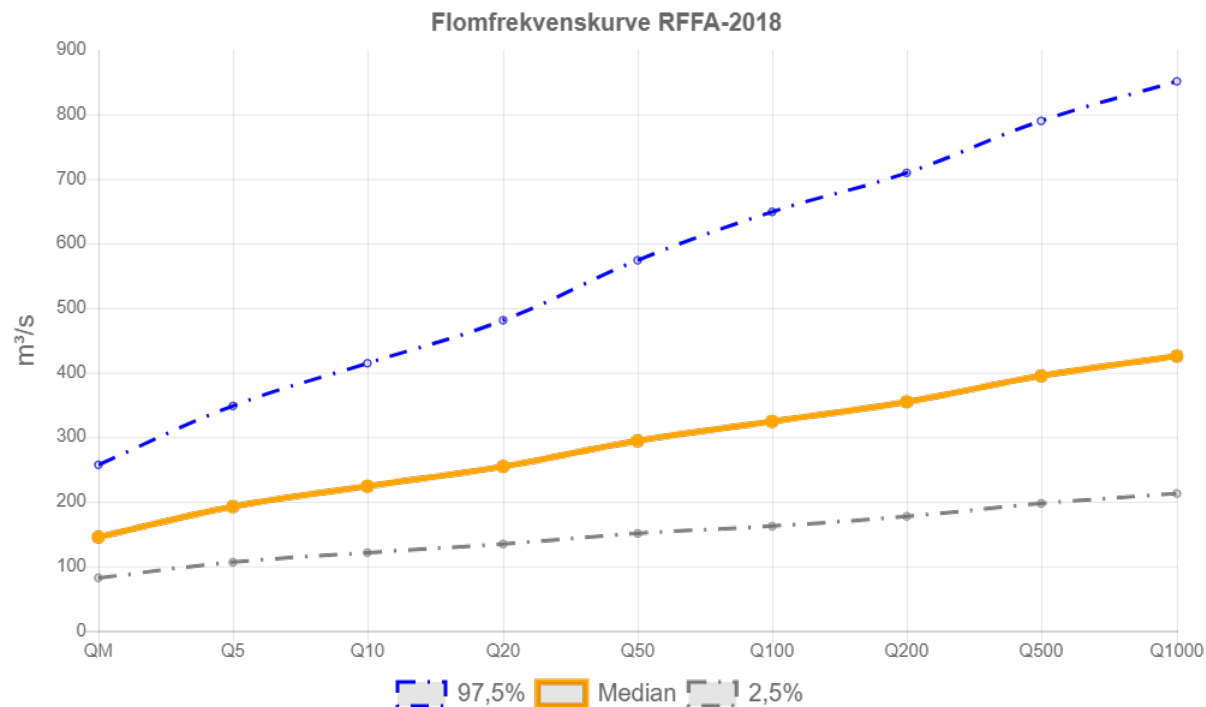
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.C1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 651 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	223	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.09	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km ²
Klimapåslag	-	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.32	1.54	1.75	2.03	2.23	2.44	2.72	2.93	-
Flomverdier, m³/s	145	193	224	255	294	325	355	395	426	497
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	257	348	415	481	574	649	710	790	851	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	82.1	106	121	135	151	162	177	197	213	-

NIFS (kulminasjon)

Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²

Flomfrekvensfaktor (QM / QT)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Feltparametere

Areal (A)	651	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.75	%
Elvleengde (E _L)	103.1	km
Elvegradient (E _G)	7.4	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	7.7	m/km
Helning	11.0	°
Dreneringstetthet (D _T)	2.0	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	78.3	km

Arealklasse

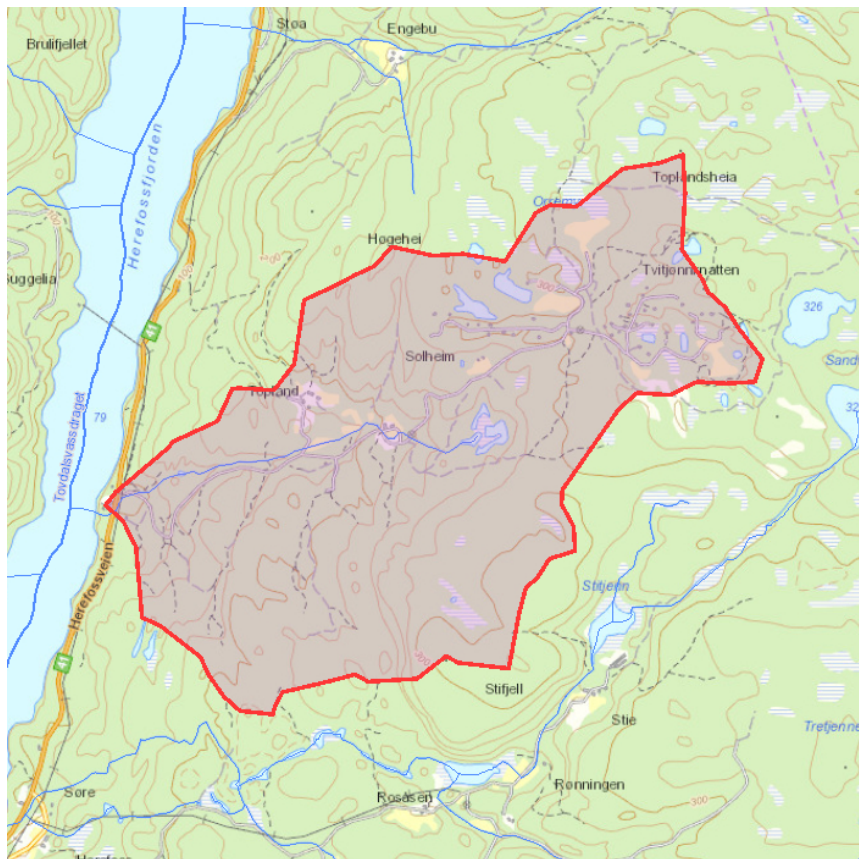
Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0.7	%
Myr (A _{MYR})	6.3	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	71.9	%
Sjø (A _{SJO})	8.9	%
Snaufjell (A _{SF})	9.8	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	2.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	103	m
Høyde ₁₀	205	m
Høyde ₂₅	268	m
Høyde ₅₀	565	m
Høyde ₇₅	748.5	m
Høyde _{MAX}	1147	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	32.3	l/s*km ²
Nedbør juni	77	mm
Nedbør juli	94	mm
Regn og snøsmelting mai	272	mm
Regn og snøsmelting juni	99	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	106	mm
Regn og snøsmelting november	93	mm
Temperatur februar	-6.0	°C
Temperatur mars	-3.2	°C



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 111783 E
 6500465 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.B3
 Kommune.: Birkenes
 Fylke.: Agder
 Vassdrag.: Tovdalsvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	3.1	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.09	%
Elvleengde (E _L)	1.6	km
Elvegradient (E _G)	102.9	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	97.7	m/km
Helning	8.4	°
Dreneringstetthet (D _T)	0.6	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	2.7	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	2.0	%
Myr (A _{MYR})	1.9	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	93.8	%
Sjø (A _{SJO})	1.2	%
Snaufjell (A _{SF})	0	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	1.0	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	85	m
Høyde ₁₀	164	m
Høyde ₂₀	191	m
Høyde ₃₀	211	m
Høyde ₄₀	236	m
Høyde ₅₀	261	m
Høyde ₆₀	283	m
Høyde ₇₀	296	m
Høyde ₈₀	304	m
Høyde ₉₀	325	m
Høyde _{MAX}	362	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	34.5	l/s*km ²
Sommernedbør	553	mm
Vinternedbør	845	mm
Årstemperatur	5.1	°C
Sommertemperatur	11.6	°C
Vintertemperatur	0.5	°C

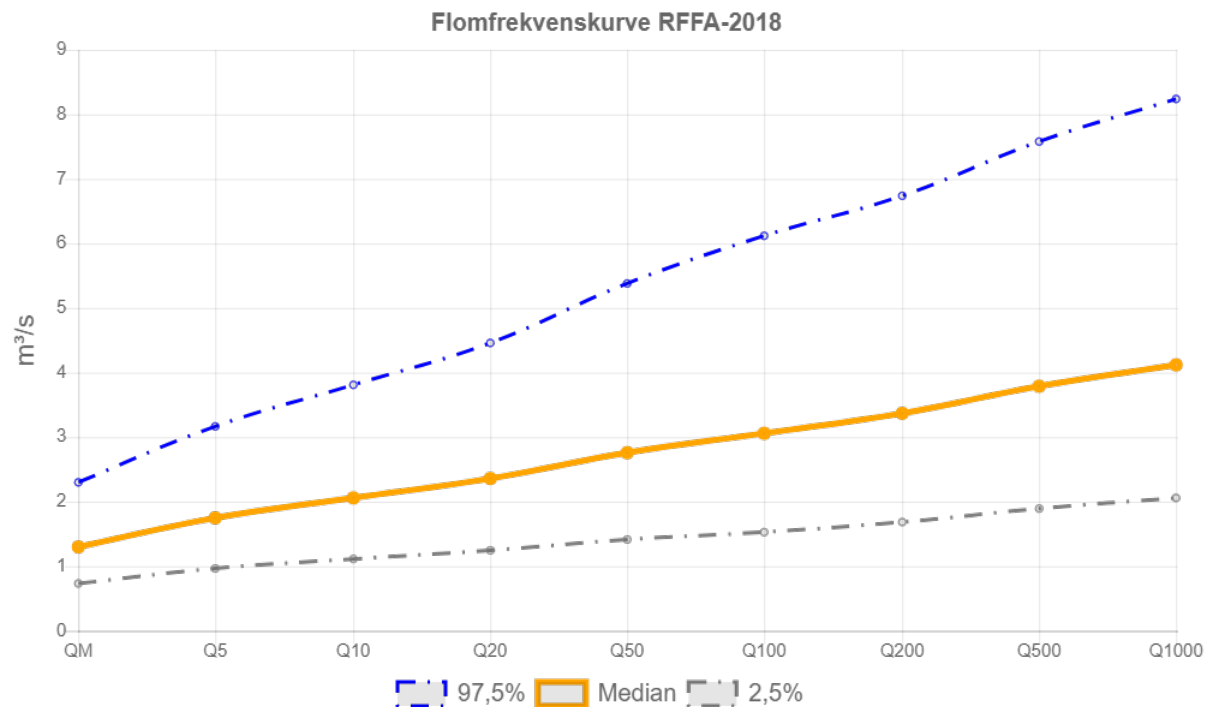
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.B3
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 3.10 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	419	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	2.08	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	823	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

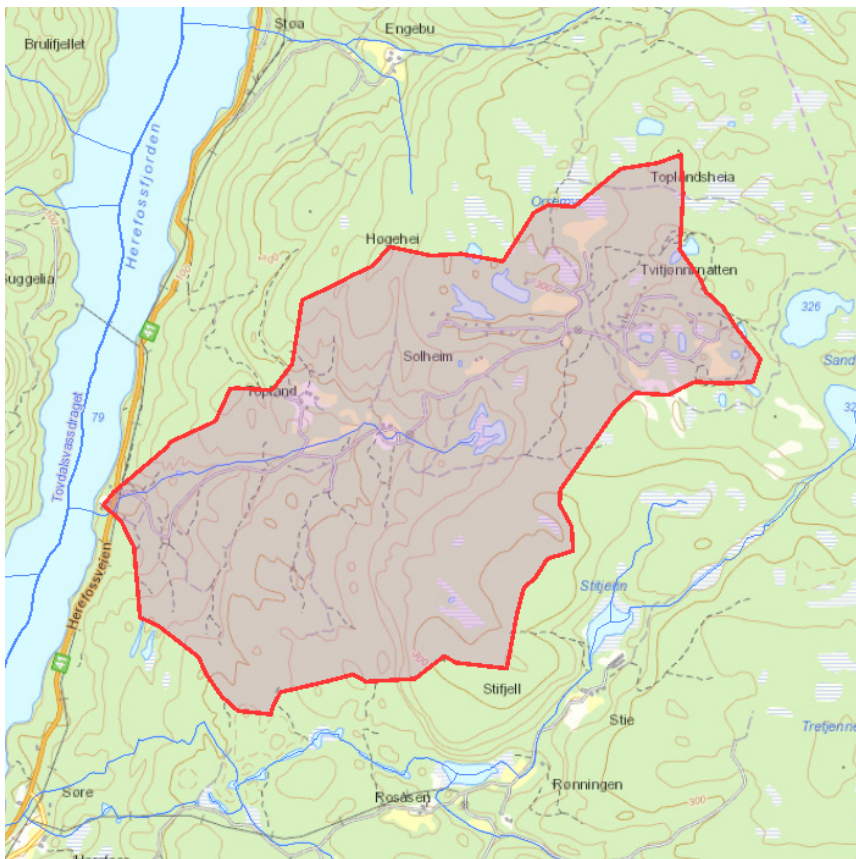
RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.35	1.58	1.82	2.12	2.35	2.59	2.92	3.17	-
Flomverdier, m ³ /s	1.3	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.4	3.8	4.1	4.7
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	2.3	3.2	3.8	4.5	5.4	6.1	6.7	7.6	8.2	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.7	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	-

NIFS (kulminasjon)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.24	1.45	1.69	2.04	2.34	2.69	3.22	3.69	-
Flomverdier, m ³ /s	2.5	3.2	3.7	4.3	5.2	6.0	6.8	8.2	9.4	9.6
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	4.5	5.7	6.9	8.1	10.1	11.9	13.7	16.4	18.8	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.4	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	4.1	4.7	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Feltparametere

Areal (A)	3.10	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.09	%
Elvleengde (E_L)	1.6	km
Elvegradient (E_G)	102.9	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	97.7	m/km
Helning	8.4	°
Dreneringstetthet (D_T)	0.6	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	2.7	km

Arealklasse

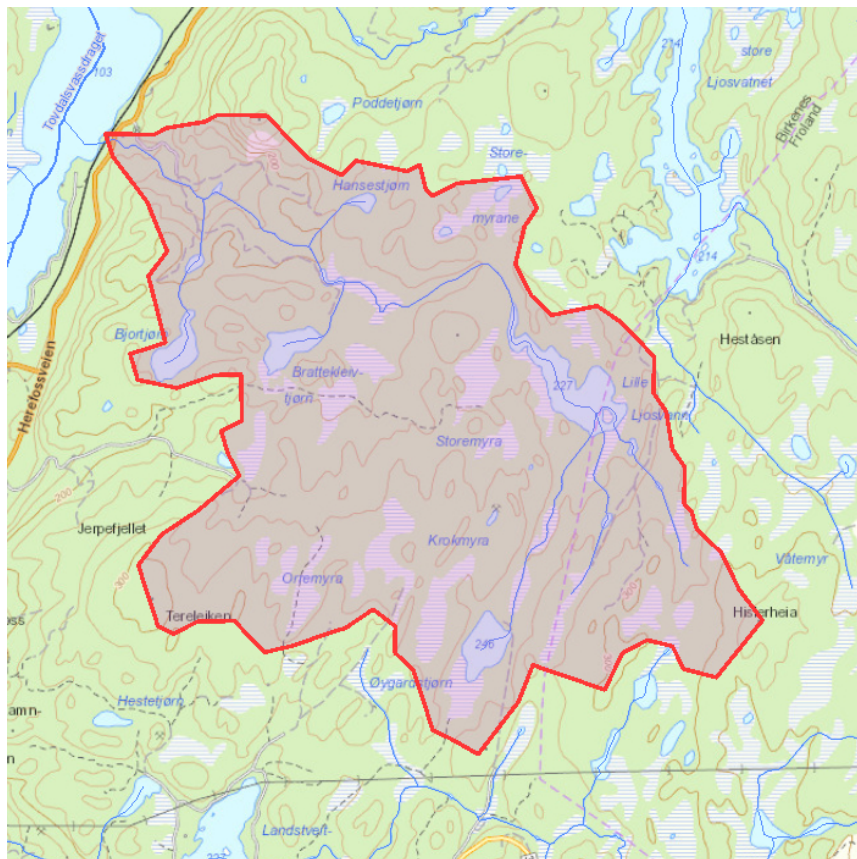
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	2.0	%
Myr (A_{MYR})	1.9	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	93.8	%
Sjø (A_{SJO})	1.2	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	1.0	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	85	m
Høyde ₁₀	164	m
Høyde ₂₅	201	m
Høyde ₅₀	261	m
Høyde ₇₅	300	m
Høyde _{MAX}	362	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	34.5	l/s*km ²
Nedbør juni	74	mm
Nedbør juli	96	mm
Regn og snøsmelting mai	188	mm
Regn og snøsmelting juni	80	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	121	mm
Regn og snøsmelting november	146	mm
Temperatur februar	-4.1	°C
Temperatur mars	-1.3	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 114076 E
6508537 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.C1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	3.9	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.99	%
Elvleengde (E _L)	4.0	km
Elvegradient (E _G)	33.1	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	32.7	m/km
Helning	8.1	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.8	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	3.3	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0	%
Myr (A _{MYR})	10.9	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	84.2	%
Sjø (A _{SJO})	4.7	%
Snaufjell (A _{SF})	0	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	0.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	110	m
Høyde ₁₀	206	m
Høyde ₂₀	217	m
Høyde ₃₀	227	m
Høyde ₄₀	234	m
Høyde ₅₀	240	m
Høyde ₆₀	251	m
Høyde ₇₀	263	m
Høyde ₈₀	273	m
Høyde ₉₀	283	m
Høyde _{MAX}	331	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	30.8	l/s*km ²
Sommernedbør	508	mm
Vinternedbør	781	mm
Årstemperatur	5.1	°C
Sommertemperatur	12.0	°C
Vintertemperatur	0.3	°C

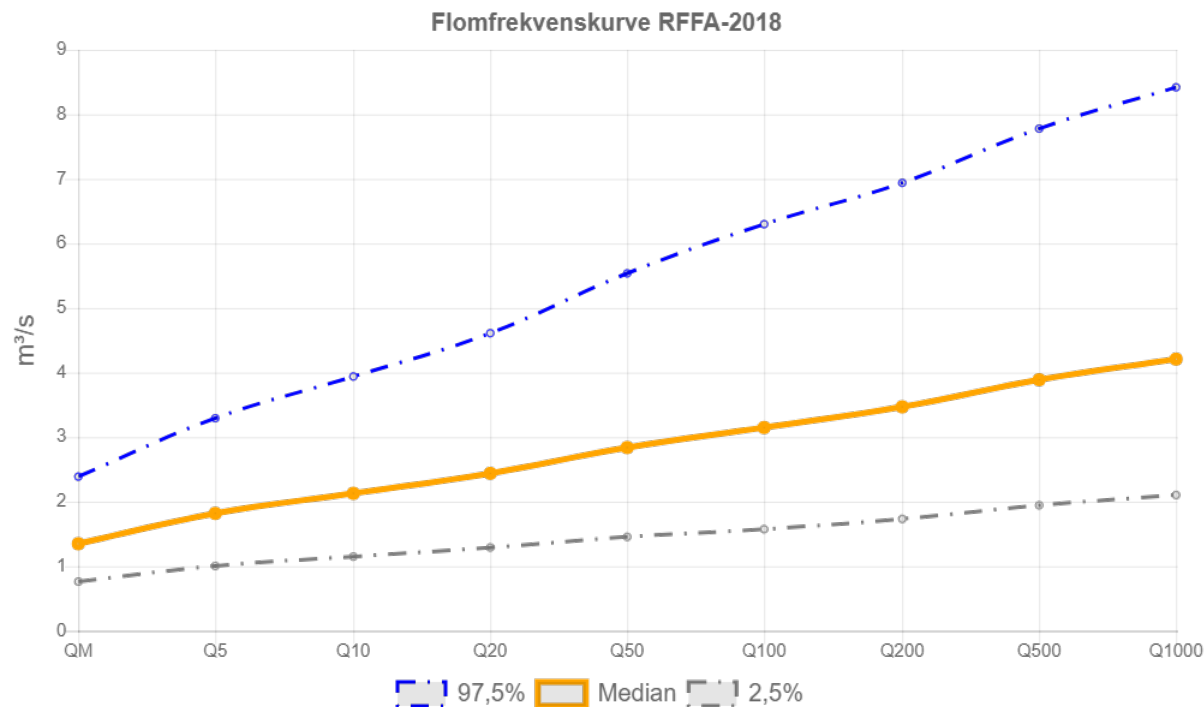
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.C1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 3.94 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	343	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.46	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	607	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

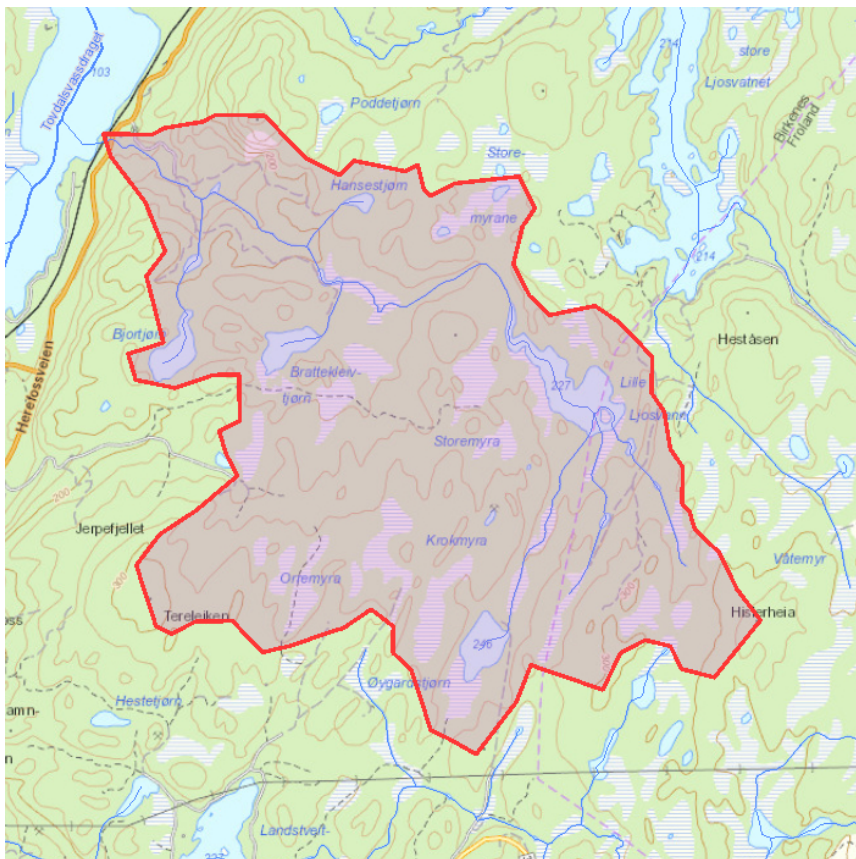
RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.35	1.58	1.81	2.10	2.33	2.57	2.88	3.12	-
Flomverdier, m³/s	1.4	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.5	3.9	4.2	4.9
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	2.4	3.3	3.9	4.6	5.5	6.3	6.9	7.8	8.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.8	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2.1	-

NIFS (kulminasjon)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.24	1.46	1.70	2.07	2.38	2.74	3.31	3.80	-
Flomverdier, m³/s	2.4	3.0	3.5	4.1	4.9	5.7	6.6	7.9	9.1	9.2
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	4.2	5.4	6.5	7.7	9.6	11.4	13.1	15.8	18.2	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.3	4.0	4.5	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



**Norges
vassdrags- og
energidirektorat**

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 114076 E
6508537 N

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

Feltparameterere

Areal (A)	3.94	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.99	%
Elvleengde (E_L)	4.0	km
Elvegradient (E_G)	33.1	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	32.7	m/km
Helning	8.1	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.8	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	3.3	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0	%
Myr (A_{MYR})	10.9	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	84.2	%
Sjø (A_{SJO})	4.7	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	0.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	110	m
Høyde ₁₀	206	m
Høyde ₂₅	222	m
Høyde ₅₀	240	m
Høyde ₇₅	268	m
Høyde _{MAX}	331	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	30.8	l/s*km ²
Nedbør juni	70	mm
Nedbør juli	94	mm
Regn og snøsmelting mai	156	mm
Regn og snøsmelting juni	74	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	113	mm
Regn og snøsmelting november	135	mm
Temperatur februar	-4.2	°C
Temperatur mars	-1.3	°C

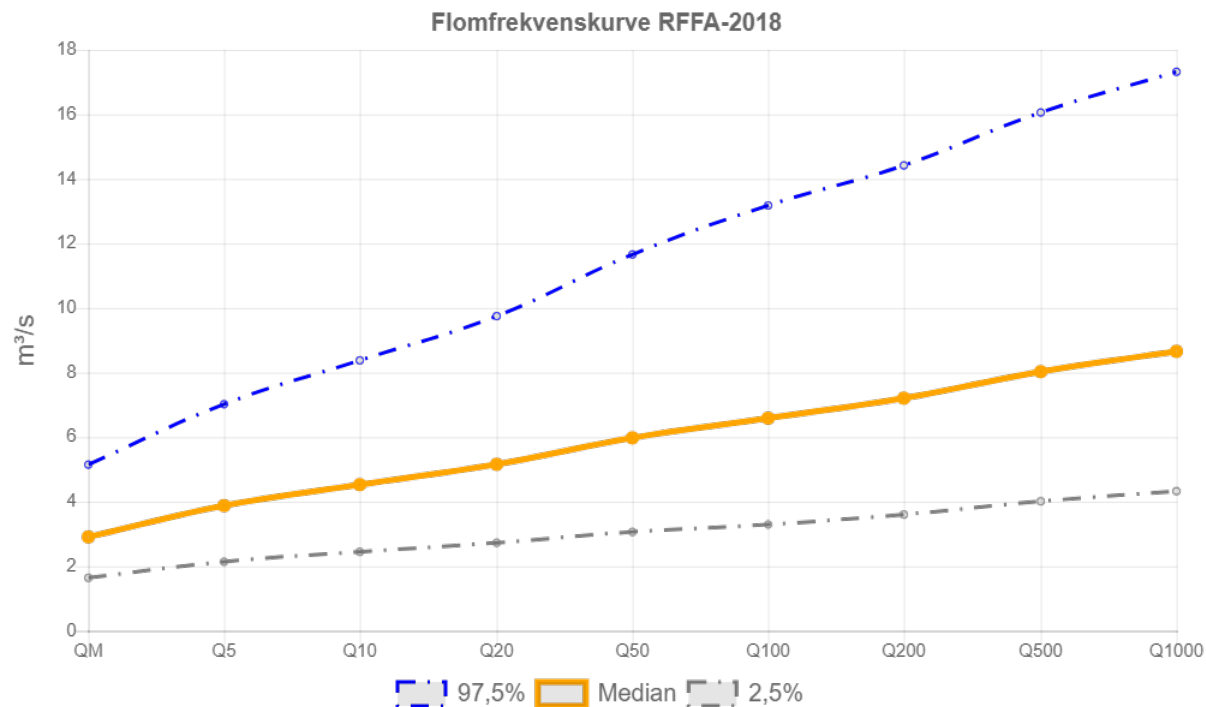
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.C1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 10.6 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	275	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.11	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	393	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

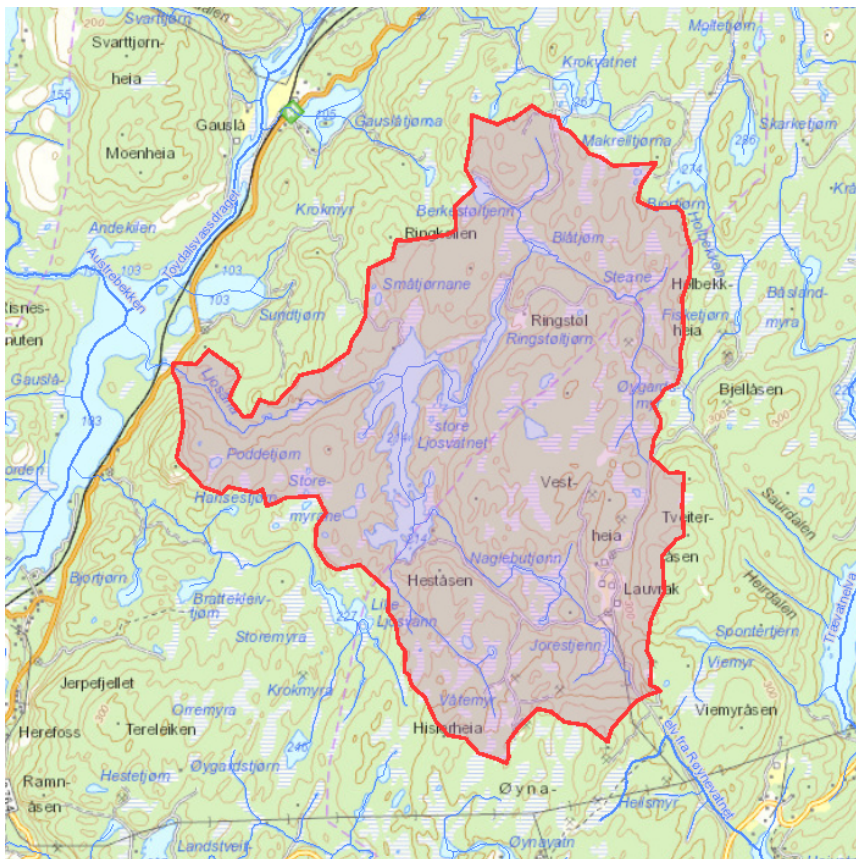
RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.33	1.56	1.77	2.05	2.26	2.48	2.76	2.98	-
Flomverdier, m ³ /s	2.9	3.9	4.5	5.2	6.0	6.6	7.2	8.0	8.7	10.1
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	5.2	7.0	8.4	9.8	11.7	13.2	14.4	16.1	17.3	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.6	2.1	2.4	2.7	3.1	3.3	3.6	4.0	4.3	-

NIFS (kulminasjon)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.24	1.47	1.73	2.13	2.48	2.90	3.55	4.14	-
Flomverdier, m ³ /s	4.2	5.2	6.1	7.2	8.9	10.4	12.1	14.8	17.3	16.9
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	7.4	9.3	11.4	13.6	17.3	20.7	24.2	29.6	34.6	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	2.4	2.9	3.3	3.8	4.6	5.2	6.0	7.4	8.6	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



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

Feltparametere

Areal (A)	10.6	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	4.54	%
Elvleengde (E_L)	6.7	km
Elvegradient (E_G)	27.7	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	16.4	m/km
Helning	7.5	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.6	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	4.4	km

Arealklasse

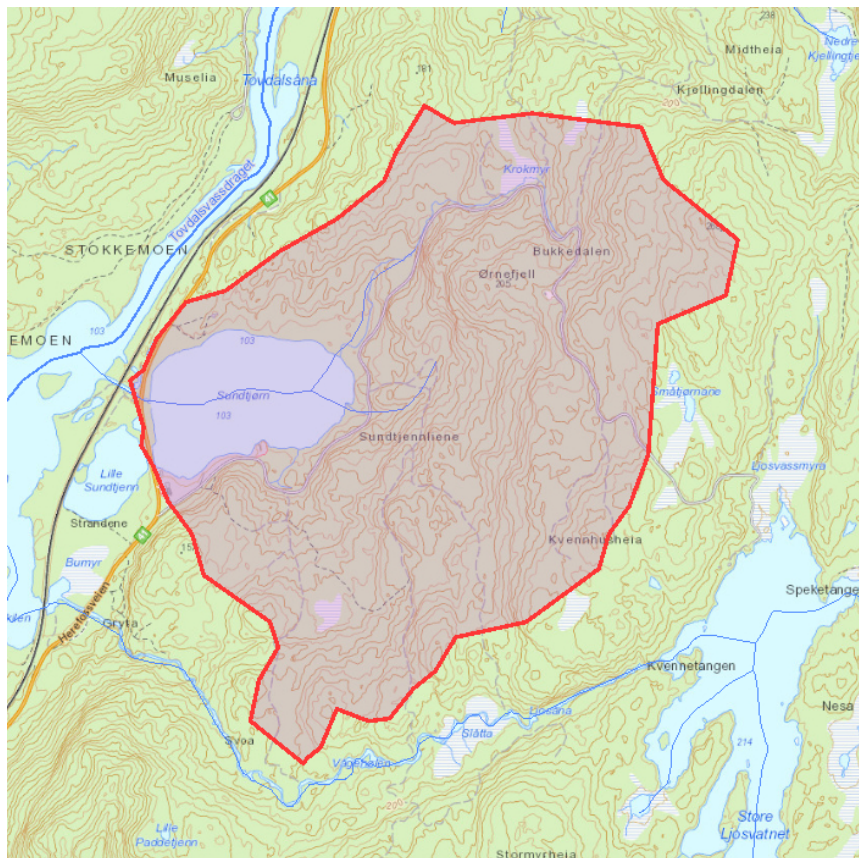
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0.3	%
Myr (A_{MYR})	10.7	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	80.7	%
Sjø (A_{SJO})	6.4	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	1.8	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	111	m
Høyde ₁₀	214	m
Høyde ₂₅	232.5	m
Høyde ₅₀	259	m
Høyde ₇₅	281.5	m
Høyde _{MAX}	365	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	30.3	l/s*km ²
Nedbør juni	71	mm
Nedbør juli	93	mm
Regn og snøsmelting mai	164	mm
Regn og snøsmelting juni	74	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	110	mm
Regn og snøsmelting november	130	mm
Temperatur februar	-4.4	°C
Temperatur mars	-1.4	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 114788 E
6509917 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.C1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	1.5	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	11.26	%
Elvleengde (E _L)	0.9	km
Elvegradient (E _G)	26.9	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	24.6	m/km
Helning	9.9	°
Dreneringstetthet (D _T)	0.9	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	1.6	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A _{SE-T})	0	%
Feltlengde – Tilløp (F _{L-T})	1.1	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0	%
Myr (A _{MYR})	1.2	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	89.6	%
Sjø (A _{SJO})	8.8	%
Snaufjell (A _{SF})	0	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	0.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	103	m
Høyde ₁₀	104	m
Høyde ₂₀	120	m
Høyde ₃₀	138	m
Høyde ₄₀	152	m
Høyde ₅₀	164	m
Høyde ₆₀	177	m
Høyde ₇₀	195	m
Høyde ₈₀	214	m
Høyde ₉₀	233	m
Høyde _{MAX}	266	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	26.2	l/s*km ²
Sommernedbør	499	mm
Vinternedbør	760	mm
Årstemperatur	5.2	°C
Sommertemperatur	12.1	°C
Vintertemperatur	0.3	°C

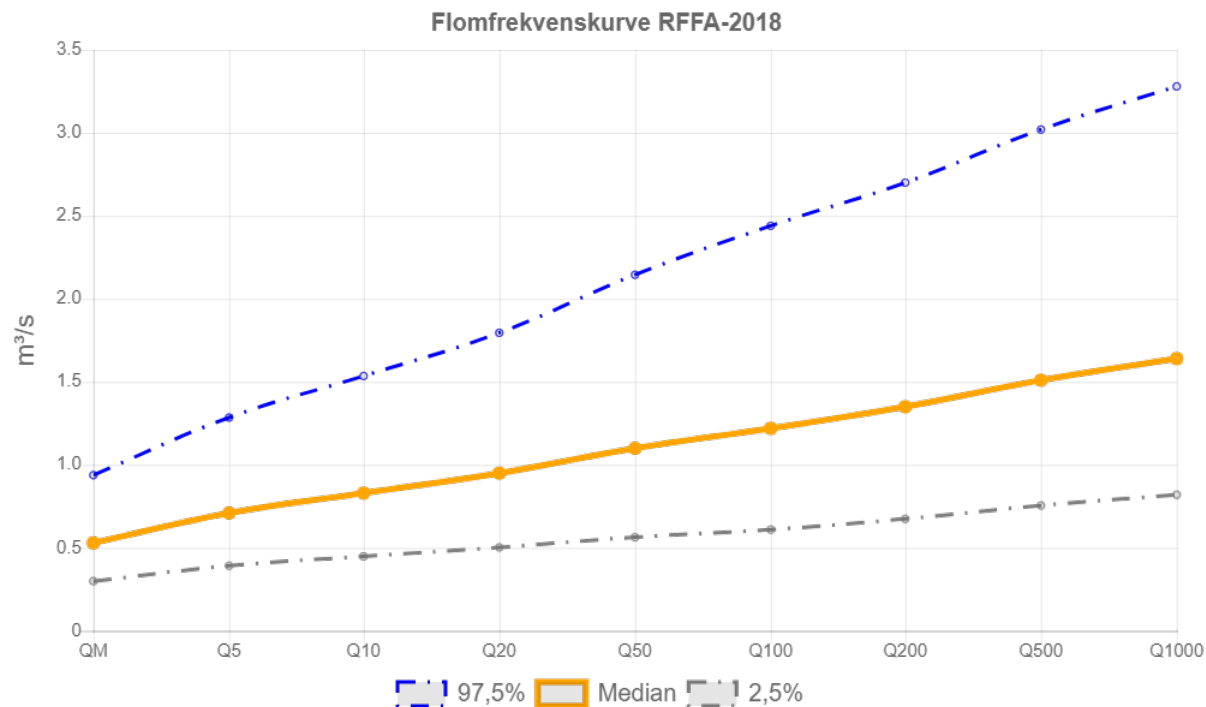
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.C1
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 1.53 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	346	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	2.12	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	771	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Ja	-
-------------	----	---

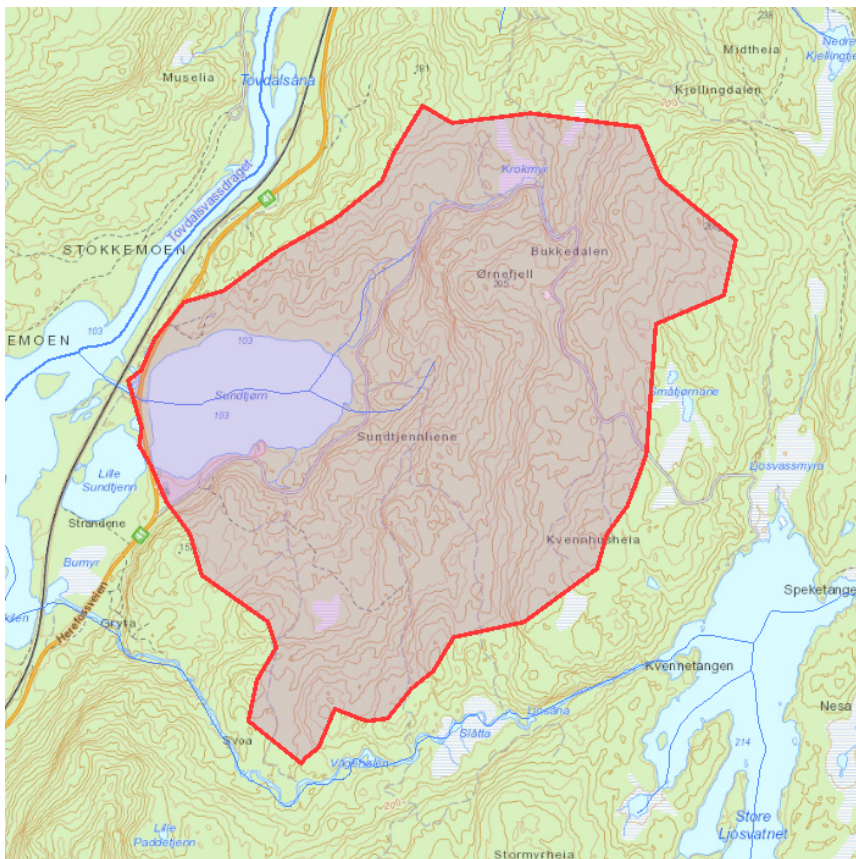
RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.34	1.57	1.79	2.08	2.30	2.55	2.85	3.09	-
Flomverdier, m ³ /s	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.9
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.9	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	-

NIFS (kulminasjon)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.25	1.47	1.71	2.07	2.38	2.75	3.29	3.77	-
Flomverdier, m ³ /s	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4	2.8	3.2	3.9	4.5	4.5
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	2.1	2.7	3.2	3.8	4.8	5.6	6.5	7.8	8.9	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.9	2.2	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



**Norges
vassdrags- og
energidirektorat**

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 114788 E
6509917 N

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

Feltparameterere

Areal (A)	1.53	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	11.26	%
Elvleengde (E_L)	0.9	km
Elvegradient (E_G)	26.9	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	24.6	m/km
Helning	9.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	0.9	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	1.6	km

Feltparameterere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A_{AE-T})	0	%
Feltlengde – Tilløp (F_{F-T})	1.07	km

Arealklasse

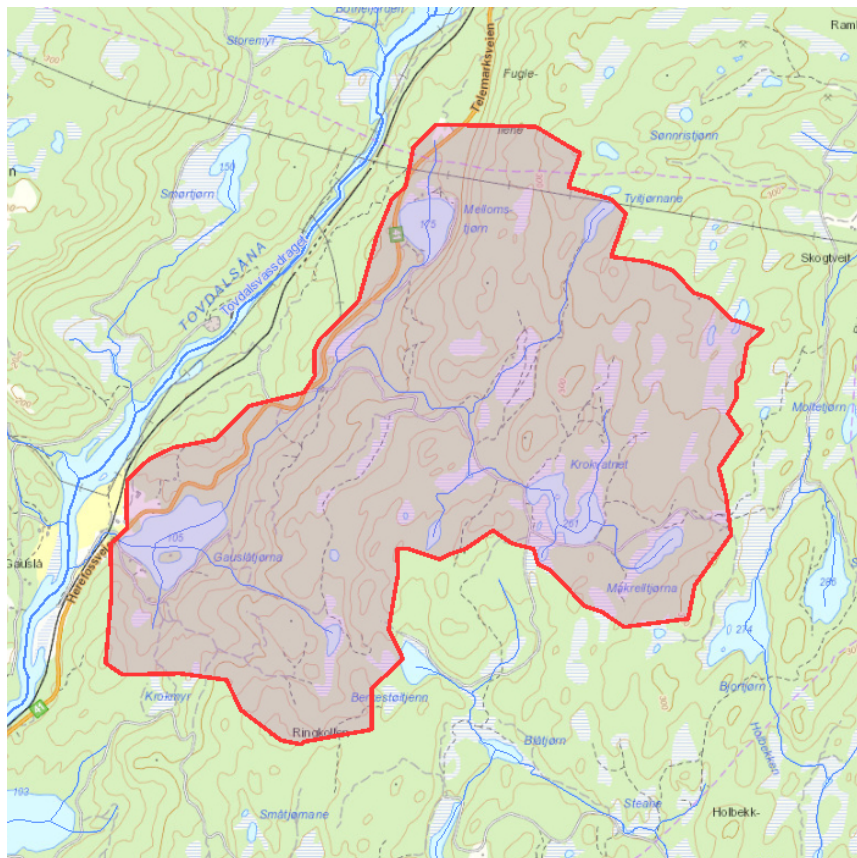
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0	%
Myr (A_{MYR})	1.2	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	89.6	%
Sjø (A_{SJO})	8.8	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	0.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	103	m
Høyde ₁₀	104	m
Høyde ₂₅	129	m
Høyde ₅₀	164	m
Høyde ₇₅	204.5	m
Høyde _{MAX}	266	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	26.2	l/s*km ²
Nedbør juni	69	mm
Nedbør juli	91	mm
Regn og snøsmelting mai	118	mm
Regn og snøsmelting juni	73	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	110	mm
Regn og snøsmelting november	133	mm
Temperatur februar	-3.8	°C
Temperatur mars	-0.8	°C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 115549 E
6511285 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 020.C3
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	5.0	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	2.89	%
Elvleengde (E _L)	4.1	km
Elvegradient (E _G)	39.5	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	51.1	m/km
Helning	9.3	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.8	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	3.2	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A _{SE-T})	0.53	%
Feltlengde – Tilløp (F _{L-T})	2.7	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0	%
Myr (A _{MYR})	8.3	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	85.3	%
Sjø (A _{SJO})	5.8	%
Snaufjell (A _{SF})	0	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	0.6	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	105	m
Høyde ₁₀	143	m
Høyde ₂₀	176	m
Høyde ₃₀	207	m
Høyde ₄₀	227	m
Høyde ₅₀	250	m
Høyde ₆₀	262	m
Høyde ₇₀	273	m
Høyde ₈₀	284	m
Høyde ₉₀	304	m
Høyde _{MAX}	343	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	27.4	l/s*km ²
Sommernedbør	498	mm
Vinternedbør	747	mm
Årstemperatur	4.9	°C
Sommertemperatur	11.8	°C
Vintertemperatur	0.0	°C

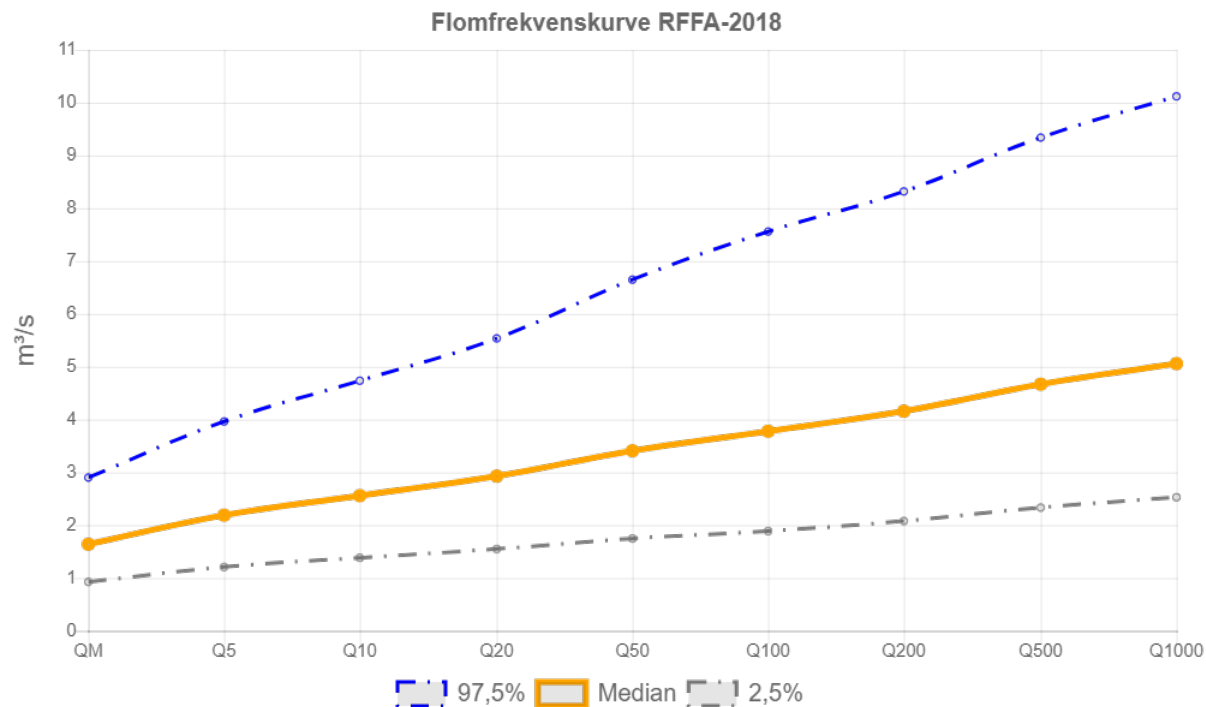
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 020.C3
Kommune.: Birkenes
Fylke.: Agder
Vassdrag.: Tovdalsvassdraget
Nedbørfeltareal: 5.02 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	327	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.54	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	568	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Ja	-
-------------	----	---

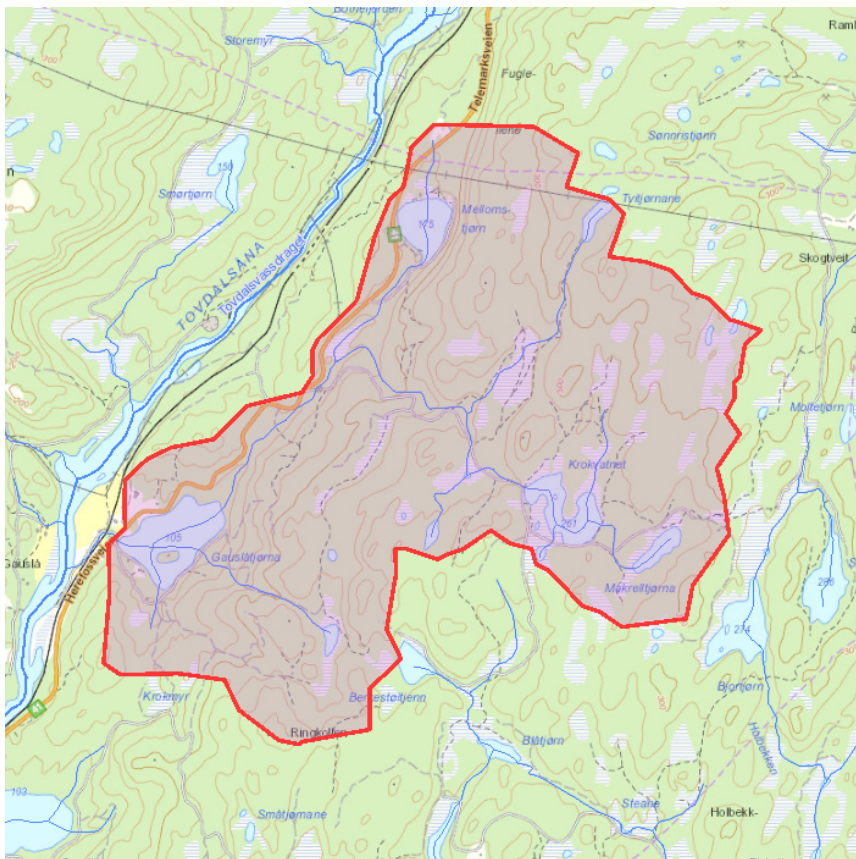
RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.34	1.56	1.79	2.08	2.30	2.54	2.85	3.09	-
Flomverdier, m ³ /s	1.6	2.2	2.6	2.9	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1	5.8
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	2.9	4.0	4.7	5.5	6.6	7.6	8.3	9.3	10.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.9	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	-

NIFS (kulminasjon)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.24	1.47	1.71	2.07	2.39	2.75	3.31	3.81	-
Flomverdier, m ³ /s	2.9	3.5	4.2	4.9	5.9	6.8	7.8	9.4	10.8	11.0
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	5.0	6.4	7.8	9.2	11.5	13.6	15.7	18.9	21.7	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.6	2.0	2.3	2.6	3.0	3.4	3.9	4.7	5.4	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Feltparametere

Areal (A)	5.02	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	2.89	%
Elvleengde (E_L)	4.1	km
Elvegradient (E_G)	39.5	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	51.1	m/km
Helning	9.3	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.8	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	3.2	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A_{AE-T})	0.53	%
Feltlengde – Tilløp (F_{F-T})	2.73	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	0	%
Myr (A_{MYR})	8.3	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	85.3	%
Sjø (A_{SJO})	5.8	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	0.6	%

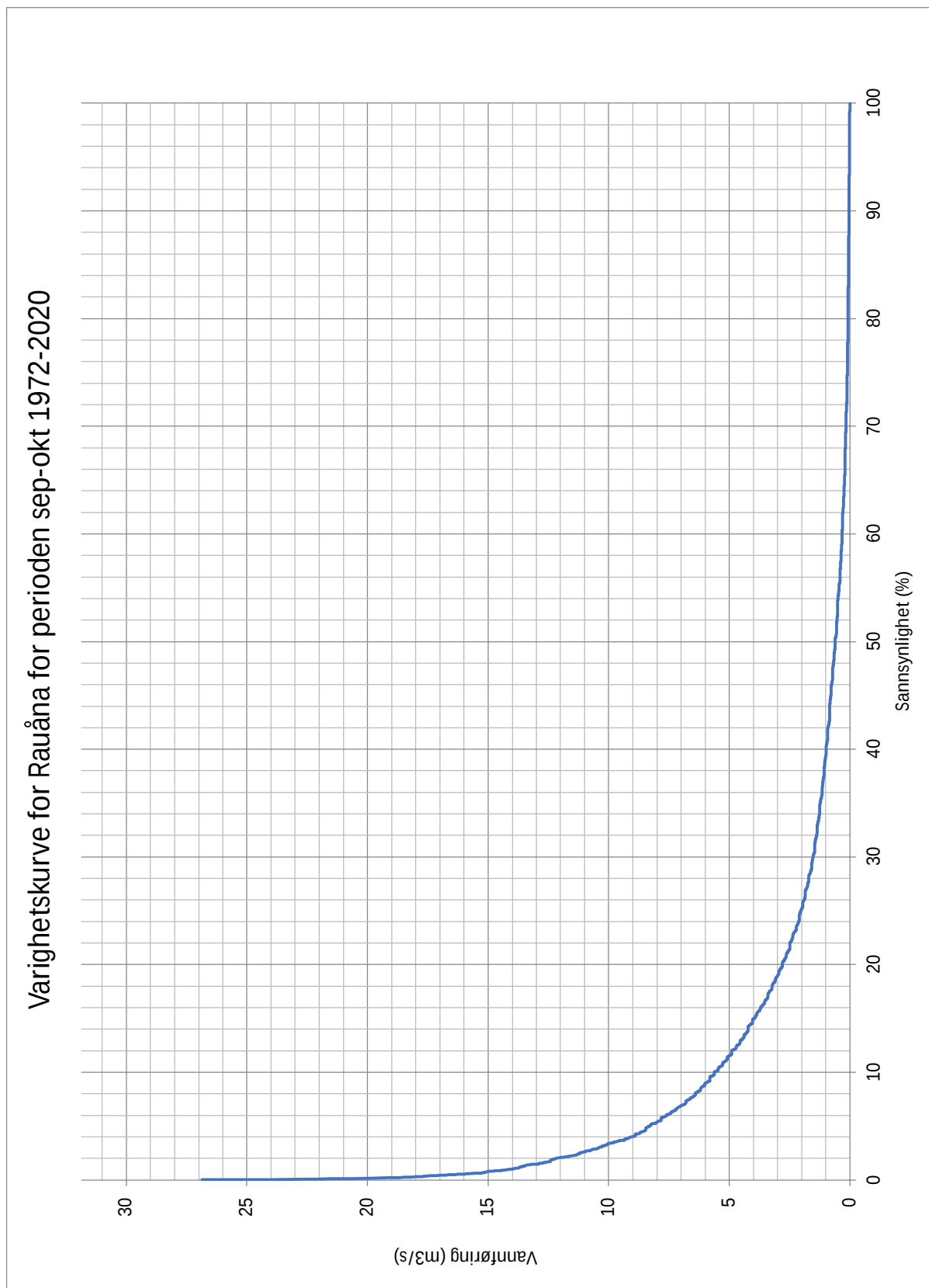
Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	105	m
Høyde ₁₀	143	m
Høyde ₂₅	191.5	m
Høyde ₅₀	250	m
Høyde ₇₅	278.5	m
Høyde _{MAX}	343	m

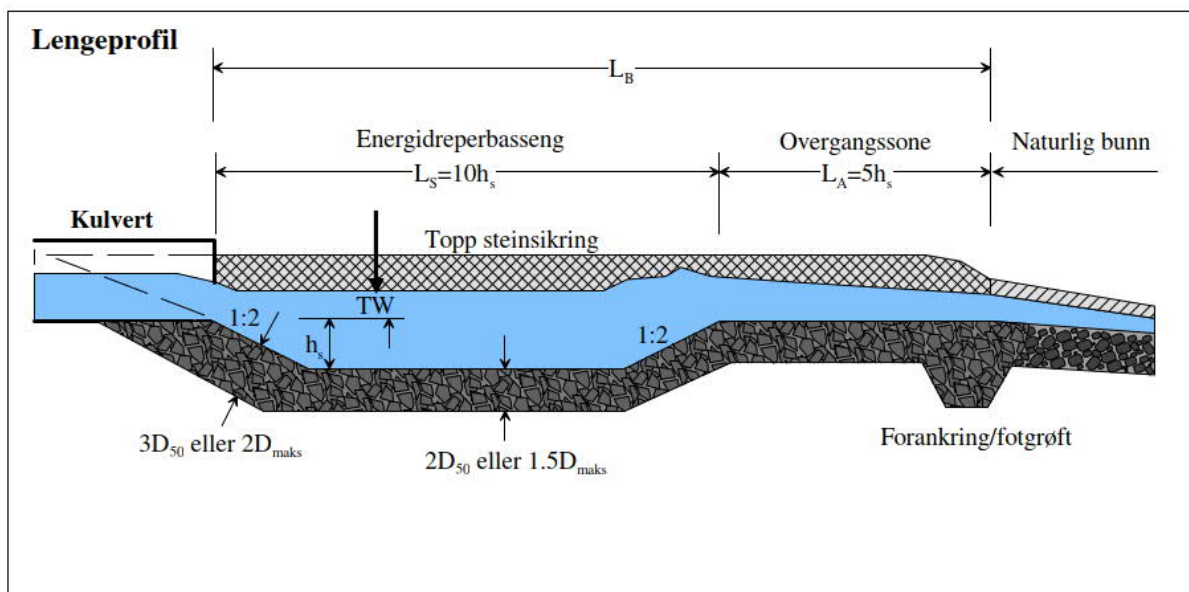
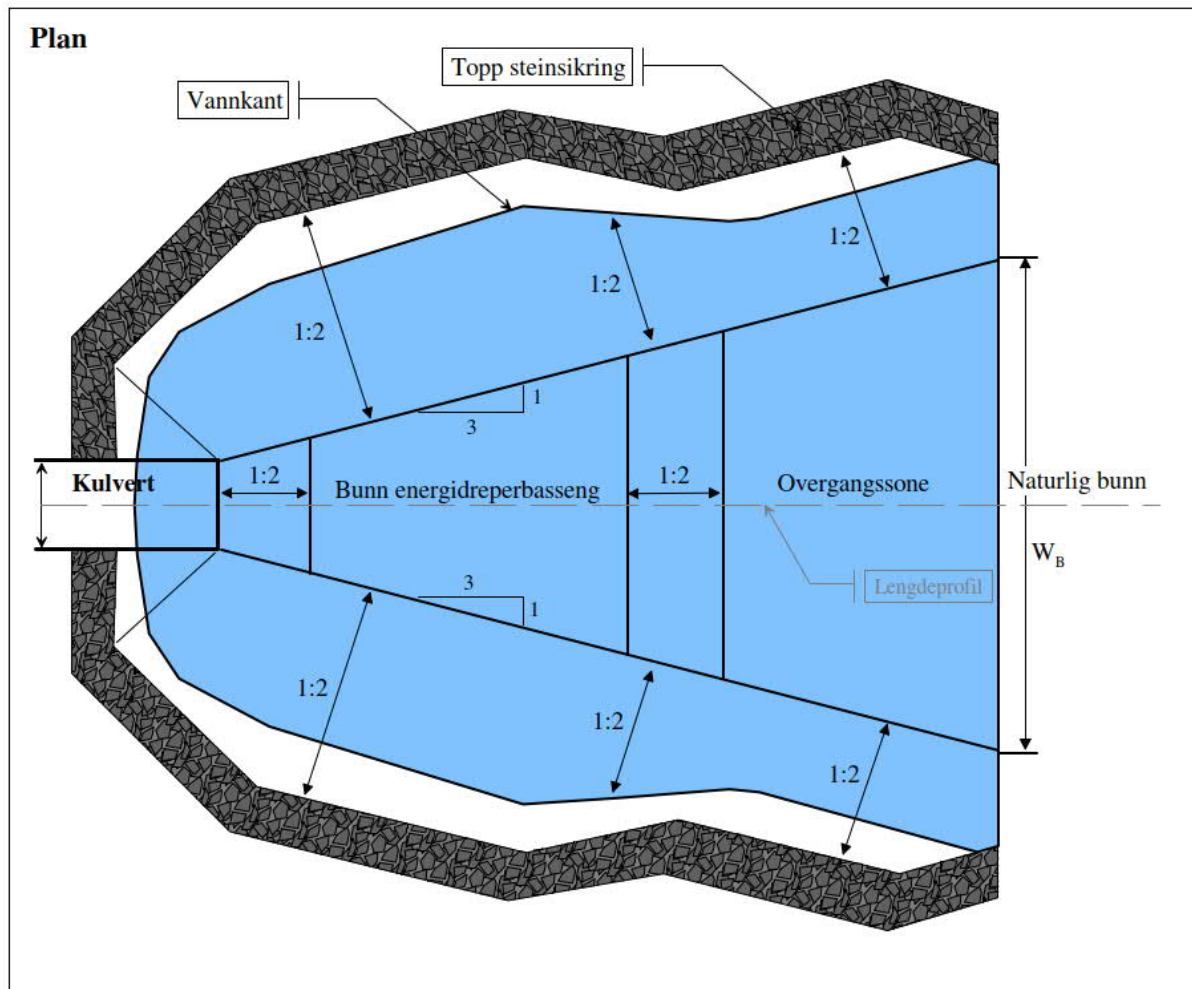
Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	27.4	l/s*km ²
Nedbør juni	70	mm
Nedbør juli	92	mm
Regn og snøsmelting mai	147	mm
Regn og snøsmelting juni	75	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	108	mm
Regn og snøsmelting november	126	mm
Temperatur februar	-4.3	°C
Temperatur mars	-1.3	°C

Vedlegg 2 – varighetskurve for Rauåna



Vedlegg 3 – prinsipptegning, energidreperbasseng



Figur 74 fra NVE sin Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein (2009)
Energidreperbasseng, plan og lengdeprofil