


# DETALJPLAN

## BOLSTADØYRI KRYSSINGSSPOR Bergensbanen (Voss) - Dale

### Flomberegning for Rasdalselvi

<input checked="" type="checkbox"/>	Akseptert
<input type="checkbox"/>	Akseptert m/kommentarer
<input type="checkbox"/>	Ikke godkjent / kommentert Revider og send inn på nytt
<input type="checkbox"/>	Kun for informasjon
Sign:	

01A	Teknisk detaljplan	13.02.18	erg	kjås	gurm	
00A	Utkast detaljplan	11.01.18	erg	kjås	gurm	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
<b>Bergensbanen (Voss) - Dale Bolstadøyri kryssingsspor Flomberegning for Rasdalselvi</b>		Ant. sider	Fritekst 1d			
		<b>5</b>	Fritekst 2d			
			Fritekst 3d			
			Produsent	MULTICONSULT		
		Prod. dok. nr.	617325-RIVA-NOT-02			
		Erstatning for				
Erstattet av						
<b>Prosjekt: 960298 – Bolstadøyri kryssingsspor Parsell: 00 Generelt</b>		Dokument nr. <b>BOL-00-A-10019</b>			Rev. <b>01A</b>	
		Dokument nr.			Rev.	

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Bolstadøyri kryssingspor</b>	DOKUMENTKODE	617325-RIVA-NOT-002
EMNE	Flomberegning Rasdalselvi	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>BaneNOR</b>	OPPDRAAGSLEDER	Guri Miljeteig
KONTAKTPERSON		SAKSBEHANDLER	Erlend Gjestemoen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233033 Vest SI VA

## SAMMENDRAG

Dette notatet beskriver beregningene som er gjort for dimensjonerende flomvannføring i Rasdalselvi.

Med bruk av flomfrekvensanalyse og nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt har vi funnet at dimensjonerende flomvannføring i Rasdalselvi er 81,0 m<sup>3</sup>/s.

## 1 Innledning

I forbindelse med nytt kryssingspor på Bolstadøyri skal det lages nye jernbanebroer over Rasdalselvi. Dette notatet viser beregning av dimensjonerende flom i Rasdalselvi.

## 2 Nedbørsfelt

Nedbørsfeltet til Rasdalselvi ligger sør for Bolstadøyri i Voss kommune. Feltet består av Rasdalen med bratte dalsider med skog og snaufjell. Ved jernbanen renner Rasdalselvi ut i Bolstadelvi og Vossovassdraget.

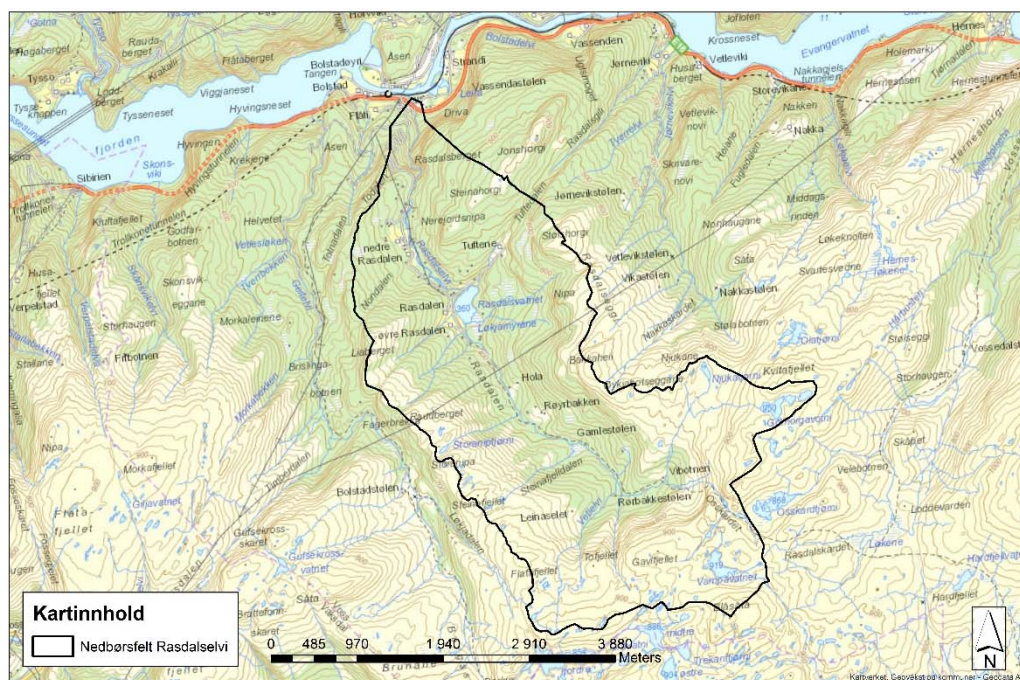
Det er et kraftverk som benytter fallet i Rasdalselvi fra kote 300 til kote 20. Det er liten eller ingen grad av regulering ved inntaket, og det sees helt bort fra i disse beregningene.

Tabell 2-1: Feltegenskaper

Navn	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Snaufjell [%]	Middelvannføring [l/(s*km <sup>2</sup> )]	Høydeintervall, min-middel-maks [moh]
Rasdalselvi	15,0	0,4	47,1	85,9	13-647-1025

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01A	13.02.2018	Flomberegning Rasdalselvi – Teknisk detaljplan	Erlend Gjestemoen	Kjell Åge Singstad	Guri Miljeteig
00A	11.01.2018	Flomberegning Rasdalselvi – Utkast detaljplan	Erlend Gjestemoen	Kjell Åge Singstad	Guri Miljeteig

## Flomberegning Rasdalselvi



Figur 2-1: Oversiktskart over nedbørsfeltet til Rasdalselvi

### 3 Flomfrekvensanalyse

#### 3.1 Regionale flomformler

De regionale flomformlene er kun gyldige for felt med areal > 20 km<sup>2</sup>, og verdiene fra beregningen må derfor benyttes med varsomhet for Rasdalselvi.

Rasdalselvi ligger i årsflomregion K2. Regional analyse for region K2 gir en spesifikk middelflom på 799 l/s\*km<sup>2</sup>.

Tabell 3-1: Beregning av flomverdier basert på regionale flomformler

	$q_m$ [l/s/km <sup>2</sup> ]	$Q_M$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{200}/Q_M$	$q_{200}$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	$Q_{200}$ [m <sup>3</sup> /s]
Rasdalselvi	799	12,0	2,3	1 838	27,6

#### 3.2 Datagrunnlag

Det er ikke tilgjengelig vannføringsdata i Rasdalselvi. I nabovassdraget i sør, ligger en aktiv målestasjon, 61.8 Kaldåen. I tillegg har vi funnet to andre relevante målestasjoner å sammenligne med innenfor 30 km avstand, nemlig Svartavatn og Fjellanger. 62.18 Svartavatn ligger like nord for Bolstadfjorden i Tysovassdraget. Fjellanger ligger lengre nord, som et delfelt til Ekso i Eksingedalen. Feltparametere for stasjonene er presentert i Tabell 3-2.

Tabell 3-2: Feltparametere for aktuelle målestasjoner

Stasjonsnr	Navn	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Snaufjell [%]	Middelvannføring [l/(s*km <sup>2</sup> )]	Høydeintervall, min-maks [moh]
61.8	Kaldåen	15,9	0,1	92	107,6	591-1128
62.18	Svartavatn	72,4	0,32	65	104,9	219-1109
63.12	Fjellanger	12,8	0,89	86	96,6	403-1205

## Flomberegning Rasdalselvi

Ut fra feltparameterne, samt dataserien og avstanden til feltene, er målestasjonene vurdert som referanse for Rasdalselvi. Det er ingen av feltene som representerer Rasdalselvi perfekt, men referansestasjonene er generelt vurdert som gode. Arealene, med unntak av Svartavatn, middelvannføring, og effektiv sjøprosent er ganske likt. Ulempene er korte dataserier (>30 år), samt svært høye verdier av snaufjell i alle referansestasjonene.

Det er gjennomført flomfrekvensanalyse for alle tre målestasjonene. Hovedresultatene av analysene kan sees i Tabell 3-3.

Tabell 3-3: Flomfrekvensanalyse for utvalgte vannmerker. Flomvarighet 1 døgn

Stasjonsnr	Navn	$q_m$ [l/s/km <sup>2</sup> ]	$Q_M$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{200}/Q_M$	$q_{200}$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	$Q_{200}$ [m <sup>3</sup> /s]	Valgt fordeling	Kurve- kvalitet
61.8	Kaldåen	969	15	1,7	1 691	27	Weibull	Middels
62.18	Svartavatn	1108	80	1,8	1 982	144	Logistisk	God
63.12	Fjellanger	791	10	1,7	1 380	18	Gumbel	Middels

Flomfrekvensanalysene gir resultater med samsvarende verdier. Middelflomavrenning varierer fra 800-1 100 l/s\*km<sup>2</sup>. Forholdet mellom middelflom og 200-årsflom er svært likt for alle stasjonene, fra 1,7 til 1,8.

### 3.2.1 Kurvekvalitet

Kurvekvalitet for flomvannføringer er varierende, og er vist i Tabell 3-3. Dette er NVEs vurderinger av stasjonenes datakvalitet, og sier noe om grad av sikkerhet for de avleste måledata.

### 3.3 Resultater fra flomfrekvensanalysen

Fordi 61.8 Kaldåen er det nærmeste feltet og har nærmest identisk like stort nedbørsfelt tillegges den mest vekt i valg av middelflomavrenning.  $q_m$  for Rasdalselvi settes lik 1 000 l/s\*km<sup>2</sup>.

Forholdet mellom middelflom og 200-årsflom,  $Q_{200}/Q_M$ , er svært likt for referansestasjonene. Disse verdiene er alle litt lavere enn beregnet med de regionale flomformlene, og de verdiene vi ofte ser i andre vassdrag. I neste kapittel benyttes nasjonalt formelverk for å beregne vekstkurven, forholdet mellom middelflom og flommer med gjentakintervall T. Dette er anbefalt som første valg av vekstkurve. Vi velger derfor å benytte forholdet 2,5, som beregnet med nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt.

Forholdet mellom kulminasjonsflom og døgnflom,  $Q_{mom}/Q_{døgn}$ , er funnet for to av målestasjonene. 61.8 Kaldåen har et forhold på 2,54, og 63.12 Fjellanger et forhold på 1,81. Med regresjonsligningene i NVEs retningslinjer for flomberegninger (2011), får vi et forhold på 1,44 for vårflokker og 1,78 for høstflokker.

61.8 Kaldåen har et svært høyt forholdstall mellom observerte kulminasjonsverdier og døgnverdier av middelflom. Det ligger langt høyere enn andre verdier som er beregnet i regionen, men på landsbasis er det flere tilfeller med slike høye verdier. Svært lav sjøprosent og svært høy snaufjellsandel kan være medvirkende årsaker til det. Rasdalselvi har litt høyere sjøprosent og langt mindre snaufjellsandel. Basert på dette, samt regresjonsligningene settes forholdet lik 1,8.

Tabell 3-4: Beregnet flomvannføring for Rasdalselvi, flomfrekvensanalyse

T År	$Q_T/Q_M$	$q_T$ l/s*km <sup>2</sup>	$Q_T$ m <sup>3</sup> /s	$Q_{T,mom}$ m <sup>3</sup> /s
$Q_M$		1 000	15,0	27,0
200	2,5	2 500	37,5	67,5

## Flomberegning Rasdalselvi

Dimensjonerende flom er vist i Tabell 3-4. Merk at dette er uten faktor for fremtidig økning som følge av klimaendring.

### 3.3.1 Klimaendring

På grunn av klimaendringer forventer man økt vannføring i framtiden i alle vassdrag i regionen. NVE og Norsk Klimaservicesenter anbefaler å benytte klimafaktor 1,4, mens det i BaneNOR sitt Teknisk Regelverk står at man skal benytte faktor 1,2.

Tabell 3-5: Beregnet fremtidig 200-årsflom med klimapåslag, flomfrekvensanalyse

Fremtidig 200-årsflom	Klimafaktor 1,2	Klimafaktor 1,4
$Q_{200, \text{fremtidig}}$	81,0	94,5

### 3.3.2 Usikkerhet

Observerte data i referansefeltene er basert på vannstander som omregnes til vannføring ut fra en vannføringskurve. Det er denne kurvens kvalitet som er vurdert i Tabell 3-3. For flomvannføringer er det relativt få observasjoner av tilhørende vannstand, og derfor kommer en usikkerhet ut fra forholdet om faktisk flomverdi og observert flomverdi. I denne analysen er grunnlaget middels godt.

Dataserienes lengde har også mye å si for usikkerheten. I dette tilfellet har Kaldåen og Svartavatn 29 års lange måleserier, mens Fjellanger har 23. For å estimere 200-årsflom er disse lengdene litt korte.

I disse tilfellene var det også vanskelig å velge fordelingsfunksjon til enkelte dataserier. Spesielt Kaldåens registreringer gir lav vekstkurve, og er sensitiv for at registreringene er representative.

## 4 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Rasdalselvis nedbørsfelt faller godt innunder gyldighetsintervallene til nasjonalt formelverk for flomberegninger i små felt. Formelverket beregner kulminasjonsverdier til middelflommen og vekstkurven (forholdet mellom middelflom og flommer med gjentaksintervall T), basert på regresjonsligninger som varierer med nedbørsfeltets middelvannføring og effektiv sjøprosent. Resultatene av beregningen er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Beregnet flomvannføring for Rasdalselvi, nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

T År	$Q_T/Q_M$	$q_T$ l/s*km <sup>2</sup>	$Q_T$ m <sup>3</sup> /s
$Q_M$		1 343	20,2
200	2,5	3 357	50,4

### 4.1.1 Klimaendring

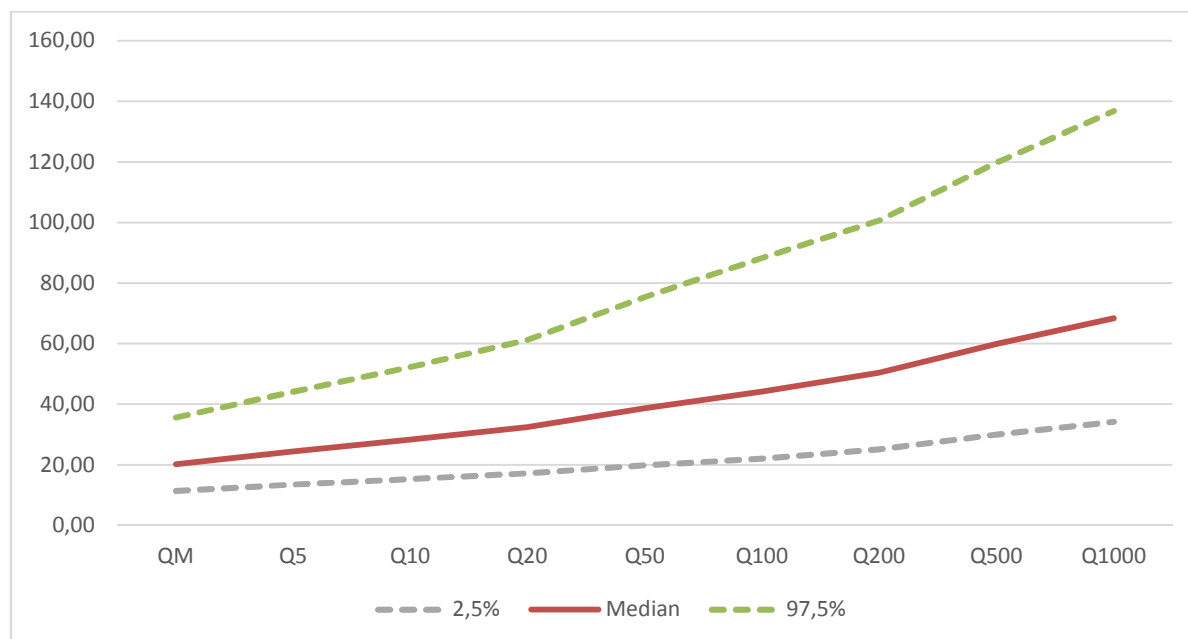
Med påslag for klimaendringer får man flomstørrelser som vist i Tabell 4-2.

Tabell 4-2: Beregnet fremtidig 200-årsflom med klimapåslag, nasjonalt formelverk

Fremtidig 200-årsflom	Klimafaktor 1,2	Klimafaktor 1,4
$Q_{200, \text{fremtidig}}$	60,5	70,6

#### 4.1.2 Usikkerhet

Det er en betydelig usikkerhet i dette formelverket også. Usikkerheten er vist i Figur 4-1, i form av 95%-konfidensintervaller. For middelflommen er den ca. 0,5-2,0 ganger medianen, mens den for høyere gjentakintervall øker til ca. 0,45-2,2 ganger medianen.



Figur 4-1: Medianestimer for Rasdalselvi med 95%-konfidensintervall

## 5 Valg av beregningsmetode

Middelflommen er estimert på bakgrunn av flomfrekvensanalysen, siden referansestasjonene er vurdert som gode. Måleseriene er litt korte for å vurdere vekstkurven, men er langt sikrere for middelflommen. Vekstkurven er korrigert med regresjonsligningen i nasjonalt formelverk på grunn av litt korte dataserier, og siden den fremgangsmåten er vurdert som robust og lite sensitiv for lokale variasjoner.

Dimensjonerende vannføringer blir dermed:

<b>Nåværende 200-årsflom:</b>	<b>67,5 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Fremtidig 200-årsflom etter Teknisk Regelverk:</b>	<b>81,0 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Fremtidig 200-årsflom, anbefalt av NVE:</b>	<b>94,5 m<sup>3</sup>/s</b>

## 6 Evaluering av flomberegningene

Flomberegningen gir en spesifikk avrenning for 200-års kulminasjonsvannføring lik 4 500 l/s\*km<sup>2</sup>. Døgnverdien er 2 500 l/s\*km<sup>2</sup>. Dette ligger i området rundt tidligere flomberegninger i regionen.

Etter tabell 8 i NVEs veileder for flomberegninger i små, uregulerte felt (2015), vurderes usikkerheten i beregningene som middels.