



Flomsonekartprosjektet

# Flomberegning for Rauma

*Lars-Evan Pettersson*

8  
2004



D  
O  
K  
U  
M  
E  
N  
T

# **Flomberegning for Rauma (103.Z)**

## Dokument nr 8 - 2004

### Flomberegning for Rauma (103.Z)

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Forfatter:** Lars-Evan Pettersson

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:** 30

**Forsidefoto:** Rauma i Romsdalen (Foto: Siss-May Edvardsen, NVE-RV)

**ISSN:** 1501-2840

**Sammendrag:** I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Rauma i Møre og Romsdal. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tre steder i vassdraget.

**Emneord:** Flomberegning, flomvannføring, Rauma, Istra

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Juli 2004

# Innhold

Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven.....	6
2. Beskrivelse av vassdraget.....	6
3. Hydrometriske stasjoner.....	9
4. Flomdata .....	11
5. Flomfrekvensanalyser.....	12
6. Beregning av flomverdier.....	15
6.1 Rauma .....	15
6.2 Istra .....	17
7. Usikkerhet.....	18
Referanser.....	19


# Forord

Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer beregnes. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer, for eksempel det som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av strekninger i Raumavassdraget i Møre og Romsdal. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Turid-Anne Drageset.

Oslo, juli 2004

  
Kjell Repp  
avdelingsdirektør

  
Inger Karin Engen  
fung. seksjonssjef

# Sammendrag

Flomberegningen for Rauma gjelder ett delprosjekt i NVEs Flomsonekartprosjekt: fs 103\_1 Sogge. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tre steder i vassdraget. Beregningen er basert på data fra de mange vannføringsstasjonene som er eller har vært i drift i Raumavassdraget og i nærliggende vassdrag. Resultatet av flomberegningen ble:

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s
Rauma ovf. Istra	1173	354	431	482	529	586	626	663	707
Rauma ndf. Istra	1239	379	462	516	566	628	671	711	758
Istra	66.3	44	54	62	70	79	86	93	103
<i>Samtidig vannføring i Rauma ovf. samløp</i>	1173	139	173	198	223	252	274	296	327

Flomverdiene for Rauma oppstrøms samløpet med Istra antas gjelde for hele strekningen opp til Sogge bru. Flomverdiene for Rauma nedstrøms samløpet med Istra antas gjelde for hele strekningen ned til utløpet i fjorden. Det er regnet med en driftsvannføring på 18 m<sup>3</sup>/s gjennom Grytten kraftverk ved alle flommene.

Flomverdiene er oppgitt med en nøyaktighet av 1 m<sup>3</sup>/s av praktiske årsaker.

Flomberegningen for Rauma kan klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse, mens flomberegningen for Istra klassifiseres i klasse 2.

## 1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for en strekning i nedre del av Rauma i Møre og Romsdal. Delprosjekt fs 103\_1 Sogge i NVEs Flomsonekartprosjekt omfatter en ca. seks km lang strekning fra Sogge bru til Raumas utløp i fjorden. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for tre steder i vassdraget: for Rauma ved Sogge bru, for Rauma nedstrøms samløpet med sideelven Istra og for Istra.

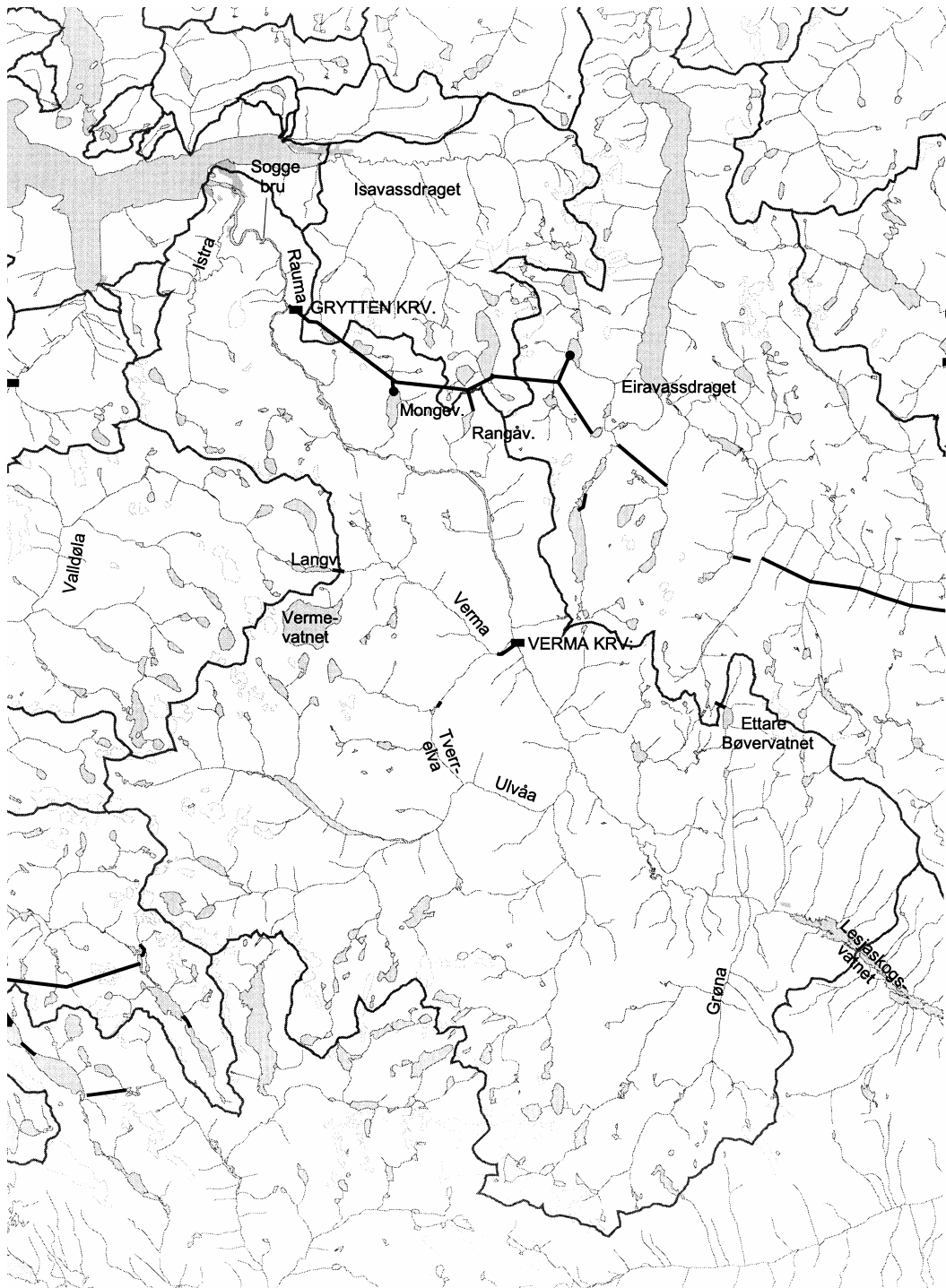
## 2. Beskrivelse av vassdraget

Øverst i Raumavassdraget ligger Lesjaskogsvatnet. Det har et nedbørfelt på 146.6 km<sup>2</sup> og har naturlig avløp både mot Rauma og mot Gudbrandsdalslågen/Glommavassdraget. I Vassdragsregisteret er feltarealet fordelt slik at 57.2 km<sup>2</sup> eller 39 % antas å tilhøre Raumavassdraget, og 89.4 km<sup>2</sup> eller 61 % antas å tilhøre Glommavassdraget. I perioden 1973-1989 var det samtidige vannføringsobservasjoner i vatnets begge utløp, ved målestasjonene 103.2 Lesjaskogvatn og 2.346 Lesjaverk. I den perioden var årsavløpet fordelt med 67 % til Rauma og 33 % til Gudbrandsdalslågen/Glomma. Ved ekstrem lavvannføring går alt vann til Gudbrandsdalslågen/Glomma, mens ved ekstrem flomvannføring går 80 % av vannet til Rauma. Hvis Lesjaskogsvatnets feltareal fordeles likt årsavløpet, bør 98.2 km<sup>2</sup> tilhøre Raumavassdraget og 48.4 km<sup>2</sup> tilhøre Glommavassdraget. Alle berørte feltarealer i Raumavassdraget, som oppgis av Vassdragsregisteret, bør som en konsekvens av dette økes med 41 km<sup>2</sup>.

Fra Lesjaskogsvatnet renner Rauma i nordvestlig retning gjennom Romsdalen i drøyt seks mil til utløpet i Romsdalsfjorden ved Åndalsnes. Elven har fire større tilløp, alle fra vest. Øverst ligger Grøna med et feltareal på 157 km<sup>2</sup>, deretter kommer Ulvåa med et feltareal på 439 km<sup>2</sup>, lenger ned i dalen kommer Verma med et feltareal på 82 km<sup>2</sup>, og nesten nede ved fjorden kommer Istra med et feltareal på 66 km<sup>2</sup>.

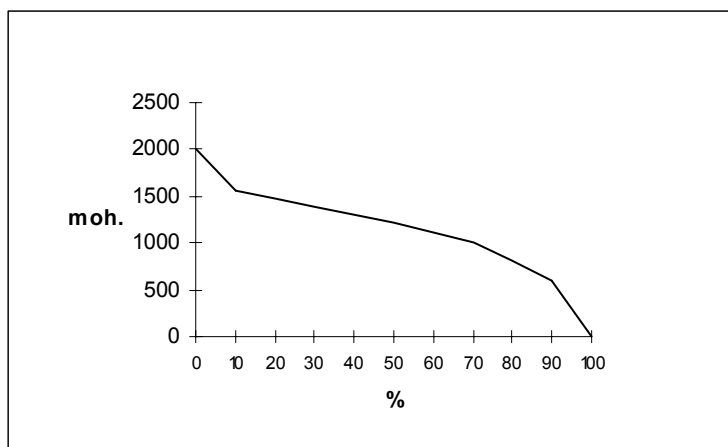
Ved utløpet er Raumas feltareal 1206 km<sup>2</sup> i følge Vassdragsregisteret. Med korreksjonen for Lesjaskogsvatnet blir feltarealet 1247 km<sup>2</sup>. Raumas felt nedstrøms samløpet med Istra er ca. 8 km<sup>2</sup>, og mellom dette samløpet og Sogge bru ca. 6 km<sup>2</sup>. Høyeste punkt i nedbørfeltet er Løyfthøene sør i feltet på 2014 moh., mens feltets midlere høyde er 1220 moh.

Det er flere reguleringer i Raumavassdraget. Vann fra et ni km<sup>2</sup> stort felt er fraført Rauma ved at Ettare Bøvervatnet, øst i feltet, ble overført mot Aursjømagasinet i Eiravassdraget i 1998. Verma kraftverk nederst i sideelven Verma ble satt i drift i 1949. I den forbindelse er Vermevatnet etablert som reguleringsmagasin, og det er overført vann fra Langvatnet øverst i Valldøla til Verma. Denne overføringen, som fant sted i 1965, er på maksimalt 1.2 m<sup>3</sup>/s. I tillegg er det en intern overføring innenfor Raumavassdraget ved at det overføres vann siden 1962 fra Ulvåas sideelv Tverrelva til Verma. Maksimalt overføres det 1 m<sup>3</sup>/s. Disse reguleringer har ikke noen merkbar betydning for flomforholdene i nedre delen av Rauma.



Figur 1. Kart over Raumavassdraget.





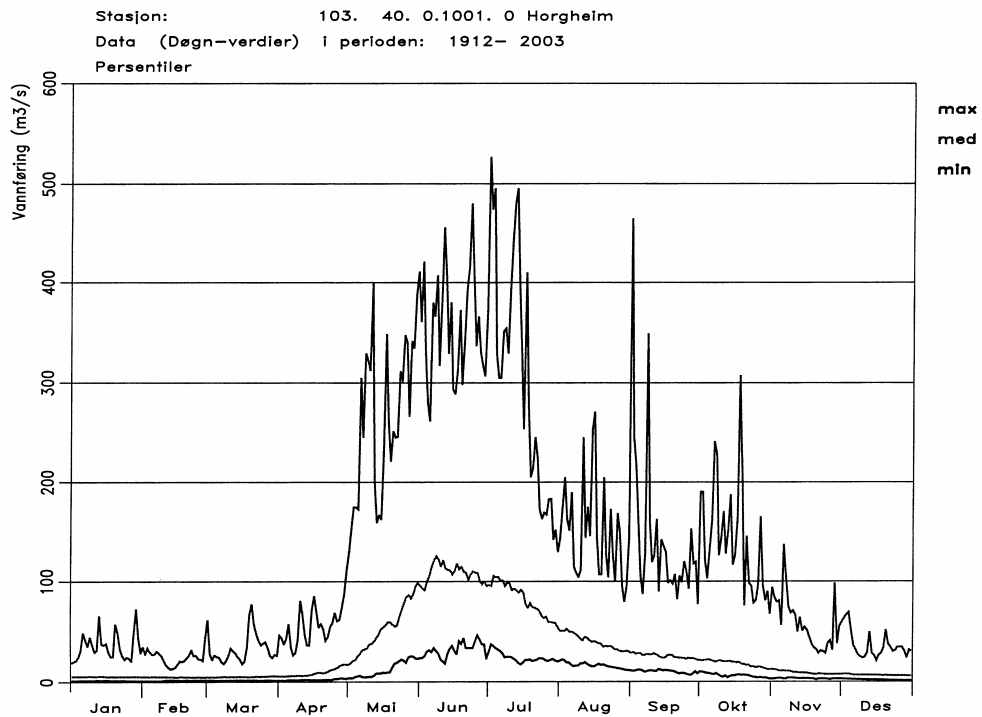
**Figur 2. Hypsografisk kurve for Raumavassdraget. Kurven viser hvor stor prosent av det totale feltarealet som ligger over en gitt høyde.**

I 1975 ble Grytten kraftverk satt i drift. Det ligger nederst i vassdraget og har sitt utløp i Rauma tre-fire km oppstrøms Sogge bru. Kraftverket får overført vann både fra Eira- og Isavassdraget, og i tillegg har det inntak i to vann, Mongevatnet og Rangåvatnet, som ligger i små sideelver til Rauma. Maksimal driftsvannføring i kraftverket er  $17.7 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Den naturlige middelvannføringen ved Raumas utløp i fjorden er  $41 \text{ m}^3/\text{s}$  i følge "Avrenningskart for Norge". Avrenningen i vassdraget er i gjennomsnitt ca.  $33 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ , og varierer fra rundt  $70 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  i de høyeste partiene lengst nord i feltet til rundt  $10 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  i dalbunnen ved Lesjaskogsvatnet. Avrenningen i Istra er ca.  $49 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ .

Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året ved målestasjonen 103.40 Horgheim, som ligger langt nede i Rauma. Øverste kurve (max) viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne.

Vi ser at det vinterstid vanligvis er liten vannføring i Rauma. Størst vannføring er det i forbindelse med snøsmeltingen, som vanligvis kulminerer i juni eller begynnelsen av juli. På sensommeren og høsten er det relativt liten vannføring, men enkelte store regnflommer forekommer.



Figur 3. Karakteristiske vannføringer i Rauma ved målestasjonen 103.40 Horgheim (1140 km<sup>2</sup>) i perioden 1912-2003.

### 3. Hydrometriske stasjoner

Flere hydrometriske stasjoner i og nært Raumavassdraget er benyttet ved flomberegningen, se figur 4.

Den viktigste stasjonen for flomberegningen er 103.40 Horgheim, som ligger åtte-ni km oppstrøms Sogge bru og har et nedbørfelt på 1140 km<sup>2</sup>, når det er korrigert for arealet for Lesjaskogsvatnet. I 1912 ble stasjonen 103.4 Horgheim etablert. Der ble vannstanden observert manuelt en gang om dagen til 1974. I 1971 ble en ny stasjon bygget på motsatt side av elven, men med samme feltareal. Den nye stasjonen, 103.40, ble utstyrt med registrerende instrument og overtok observasjonene. Vannføringskurven og flomdata anses som gode ved Horgheim. Største vannføringsmåling ved den gamle målestasjonen var på 363 m<sup>3</sup>/s, mens ved den nye stasjonen er det målt 458 m<sup>3</sup>/s. Disse målinger er godt over midlere flom.

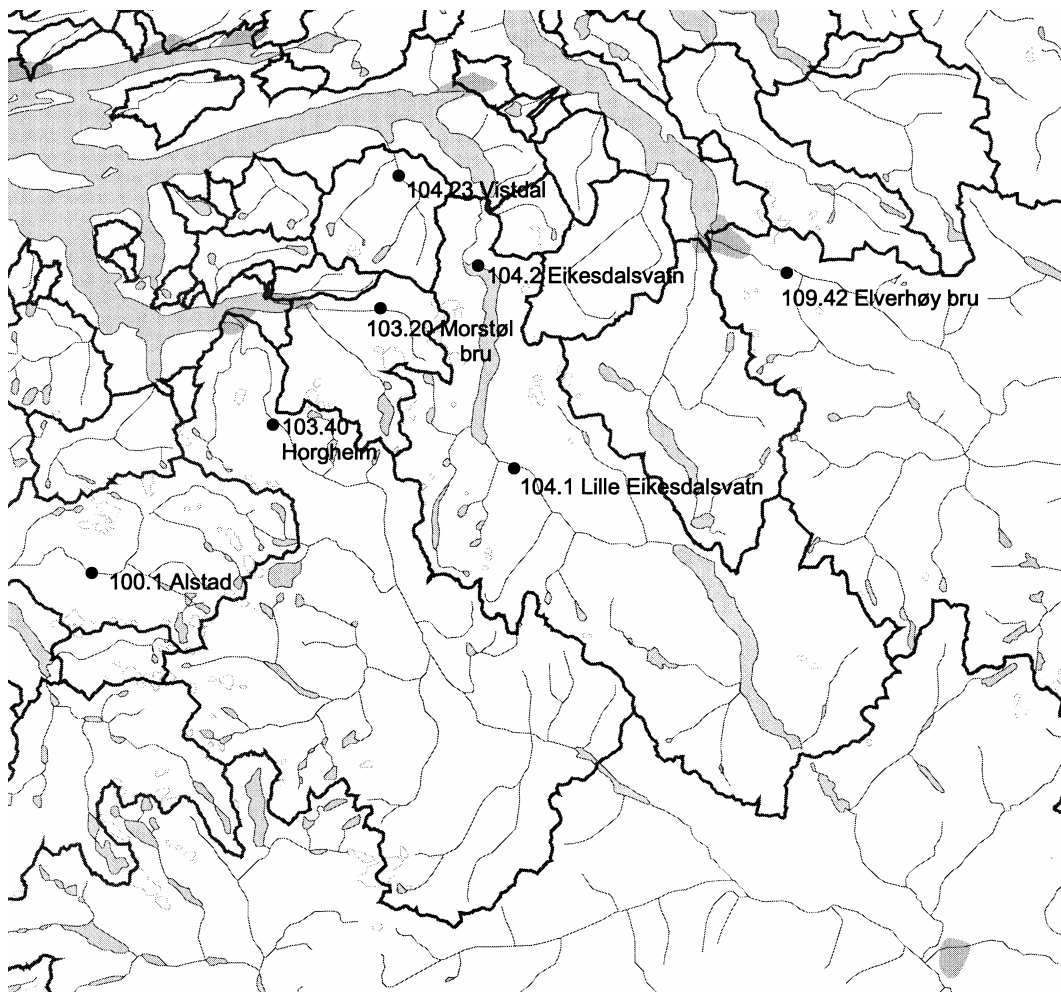
Lenger ned i Rauma, nedstrøms utløpet av Grytten kraftverk, men oppstrøms Sogge bru, ligger 103.19 Venge. Den stasjonen ble etablert i 1972 og har et nedbørfelt på 1155 km<sup>2</sup>. Flomdata fra Venge anses ikke å være like gode som data fra Horgheim, bl.a. ble det registrert mindre vann her enn ved Horgheim under storflommen i 1997. Data fra Venge benyttes derfor ikke i flomberegningen.

Noen stasjoner i store felt i nærliggende vassdrag er 109.42 Elverhøy bru i Driva, og Lille Eikesdalsvatn og Eikesdalsvatn i Eiravassdraget. Reguleringene i Driva fra 1973 antas å

ha begrenset betydning for flomforholdene ved Elverhøy bru. I Eiravassdraget begynte Aurautbyggingen i 1953 og flomforholdene i vassdraget ble endret, slik at data etter den tid ved målestasjonene ikke kan benyttes.

De målestasjoner som kan antas å være mest representative for flomforholdene i Istra er 100.1 Alstad i Valldøla, 103.20 Morstøl bru i Isa og 104.23 Vistdal i Visa. Valldøla er nabovassdrag til Istra, og har en del større felt. Den lille overføringen fra Valldøla til Verma har ikke noen særlig betydning for flomstørrelsene ved Alstad. Morstøl bru og Vistdal har felt i samme størrelsesorden som Istra.

De mest aktuelle stasjonenes beliggenhet er vist i figur 4 og i tabell 1 er enkelte data for stasjonene presentert.



Figur 4. Hydrometriske stasjoner.

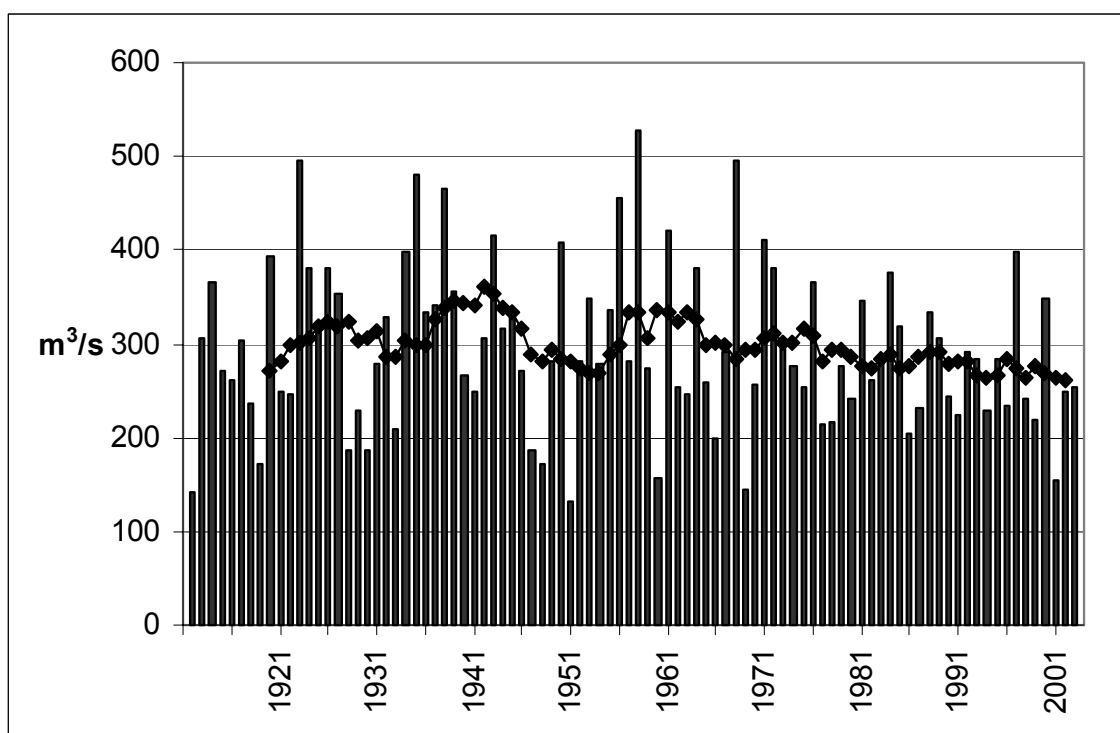
Tabell 1. Aktuelle målestasjoner i og nært Raumavassdraget.

Nr.	Navn	Vassdrag	Feltareal km <sup>2</sup>	Observasjons- periode	Regulering	Normalavløp (1961-1990) l/s·km <sup>2</sup>
103.40	Horgheim	Rauma	1140	1912-	1975	33.3
100.1	Alstad	Valldøla	228	1984-	1984	48.8
103.20	Morstøl bru	Isa	44.8	1972-	Uregulert	69.1
104.23	Vistdal	Visa	66.4	1975-	Uregulert	58.6
104.1	Lille Eikesdalsvatn	Eira	803	1907-	1953	31.9
104.2	Eikesdalsvatn	Eira	1093	1902-	1953	34.7
109.42	Elverhøy bru	Driva	2442	1907-	1973	26.3

Normalavløpene er hentet fra Avrenningskart for Norge 1961-1990 og er beregnet med matematisk modell for det naturlige nedbørfeltet.

## 4. Flomdata

I Rauma er det vårflommene i forbindelse med snøsmeltingen som dominerer. De største flommene har forekommet fra slutten av mai til midten av juli. Noen ganger har årets største flom funnet sted om høsten, og den femte største flokken var 1. september 1938. Figur 5 viser største flom hvert år i observasjonsperioden ved 103.40 Horgheim og med et glidende 10-årsmiddel, markert for siste år i 10-årsperioden. I tabell 2 er de ti største flokkene presentert.



Figur 5. Flomvannføringer ved 103.40 Horgheim (døgnmidler).

**Tabell 2. De største observerte flommene ved 103.40 Horgheim (døgnmidler).**

<b>103.40 Horgheim (1912-2003)</b>	
<b>Dato</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
1. juli 1958	527
4. juli 1968	495
13. juli 1923	495
23. juni 1935	480
1. september 1938	465
12. juni 1956	456
2. juni 1961	421
22. juni 1943	416
31. mai 1971	411
8. juni 1950	407

I sideelven Istra, som ligger nært kysten, er flomforholdene litt annerledes enn i hovedelven. Her forårsaker regnvær om sommeren og høsten ofte store flommer, selv om årets største flom oftest opptrer i mai, juni eller juli. Både ved 100.1 Alstad i Valldøla og 103.20 Morstøl bru i Isa er augustflommen i 2003 den desidert største i observasjonsperioden. Ved 104.23 Vistdal overtreffes flommen i 2003 bare av en flom 27. oktober 1983. Ved disse to store flomepisoder i ytre delen av Romsdalen, var ikke flommen i hovedelven ved Horgheim særlig stor, i august 2003 litt under midlere flom og i oktober 1983 godt under midlere flom.

## **5. Flomfrekvensanalyser**

Det er utført flomfrekvensanalyse for noen målestasjoner i og nært Raumavassdraget, og for noen konstruerte dataserier. Resultatet er presentert i tabell 3, hvor midlere flom,  $Q_M$ , og forholdstallene  $Q_T/Q_M$  presenteres.

I følge Avrenningskart for Norge 1961-1990 er normalavløpet i Istra  $48.8 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ , dvs. det samme som ved 100.1 Alstad. Effektiv sjøprosent er 0.12 % i Alstads felt og 0.16 % i Istras. Avrennings- og flomforholdene ved Alstad antas å være de som er mest representative for avrenningsforholdene i Istra, selv om feltarealet er noe større. Den lille overføringen fra Alstads felt, maksimalt  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , til Verma antas ikke å ha noen betydning for flomforholdene ved målestasjonen. Dataserien fra Alstad omregnes ved skalering ut fra forskjell i feltarealer til å representere vannføringer i Istra. Skaleringsfaktoren er 0.291 siden Istras felt er  $66.3$  og Alstads  $228 \text{ km}^2$  ( $66.3/228 = 0.291$ ).

Dataserien for 103.40 Horgheim omregnes ved skalering ut fra forskjell i feltarealer til å representere vannføringer i Rauma ved samløpet med Istra. Skaleringsfaktoren er 1.029 siden Raumas felt ved samløpet er  $1173$  og Horgheims  $1140 \text{ km}^2$  ( $1173/1140 = 1.029$ ).

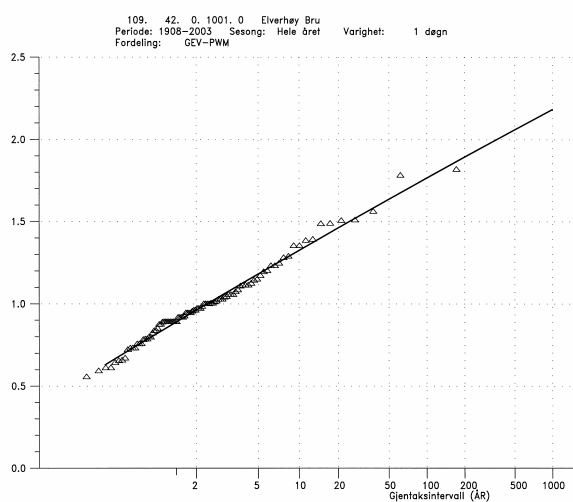
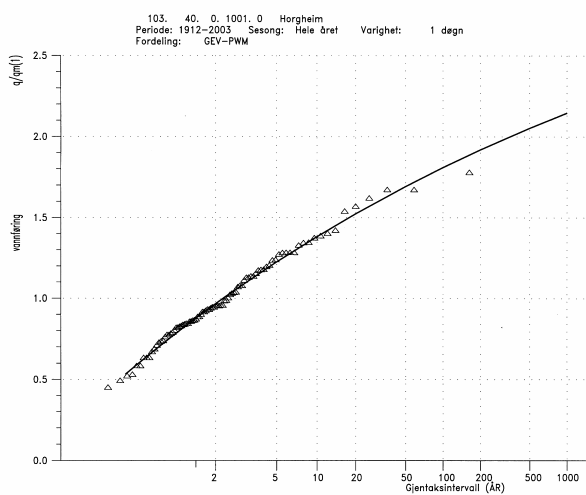
De to konstruerte dataseriene, for Istra og for Rauma oppstrøms samløpet, adderes og gir en dataserie for Rauma nedstrøms samløpet.

I tabell 3 er bare verdiene for midlere flom presentert for de konstruerte seriene. Også for 103.40 Horgheim er midlere flom for samme 20-årsperiode som for de konstruerte seriene, 1984-2003, presentert nederst i tabellen.

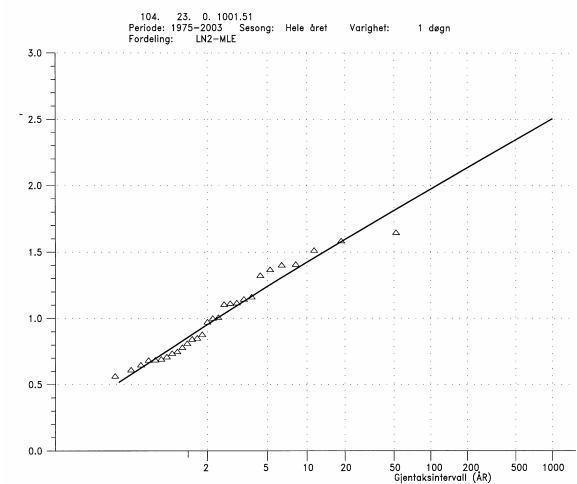
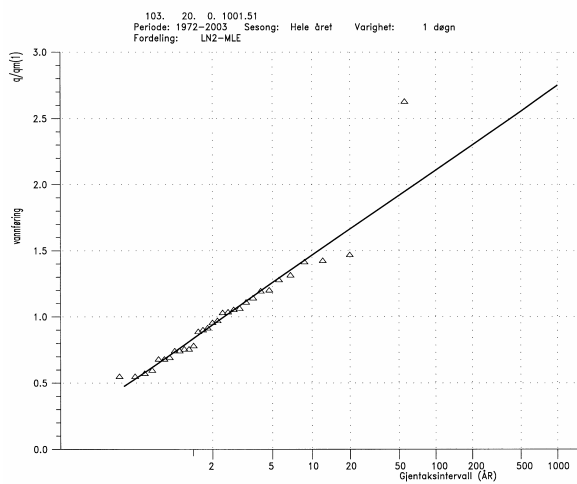
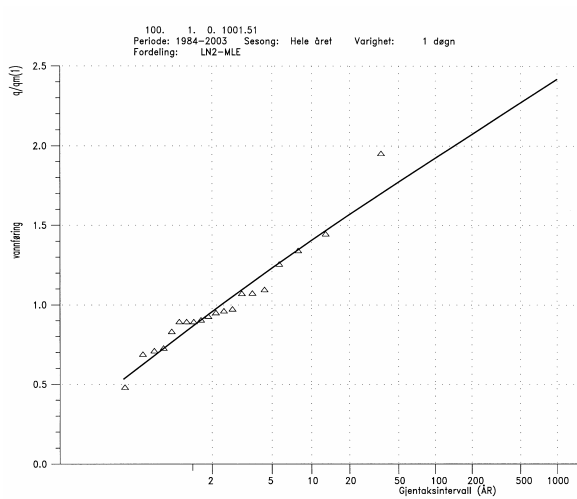
**Tabell 3. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.**

	Areal km <sup>2</sup>	Antall år	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> l/s·km <sup>2</sup>	Q <sub>5</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>10</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>20</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>50</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>100</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>500</sub> / Q <sub>M</sub>
103.40 Horgheim	1140	91	297	260	1.23	1.38	1.52	1.69	1.81	1.92	2.05
109.42 Elverhøy bru	2442	96	463	190	1.18	1.33	1.46	1.64	1.77	1.89	2.06
104.1 Lille Eikesdalsvatn	803	47	235	293	1.30	1.54	1.77	2.05	2.25	2.45	2.71
104.2 Eikesdalsvatn	1093	51	244	223	1.27	1.46	1.64	1.85	2.00	2.15	2.34
100.1 Alstad	228	20	88.6	389	1.23	1.41	1.57	1.77	1.92	2.07	2.27
103.20 Morstøl bru	44.8	31	18.9	421	1.26	1.47	1.66	1.92	2.11	2.30	2.56
104.23 Vistdal	66.4	29	37.5	565	1.24	1.42	1.60	1.81	1.97	2.13	2.35
Rauma ovf. samløpet	1173	20	279	238							
Istra	66.3	20	25.8	389							
Rauma ndf. samløpet	1239	20	302	244							
103.40 Horgheim	1140	20	271	238							

I figurene 6 og 7 er noen av flomfrekvensanalysene vist grafisk.



**Figur 6. Flomfrekvensanalyse,  $Q_T/Q_M$ , for 103.40 Horgheim og 109.42 Elverhøy bru, døgnmiddel av årsflommer.**



Figur 7. Flomfrekvensanalyse,  $Q_T/Q_M$ , for 100.1 Alstad (øverst), 103.20 Morstøl bru (midten) og 104.23 Vistdal (nederst), døgnmiddel av årsflommer.

## 6. Beregning av flomverdier

### 6.1 Rauma

I Rauma skal det beregnes flomverdier for to punkter: ved Sogge bru og nedstrøms samløpet med Istra. Siden feltarealet mellom Rauma ved Sogge bru og ved samløpet med Istra bare er 6 km<sup>2</sup>, kan man anta at det ikke er noen forskjeller i flomverdier mellom disse to punkter, og flomverdiene beregnes for Rauma ved samløpet med Istra. Her er feltarealet 1173 km<sup>2</sup> og nedstrøms samløpet er det 1239 km<sup>2</sup>.

Figur 5 viser en tendens til at midlere flom ved Horgheim er redusert i senere år. Det kan være en effekt av reguleringene i vassdraget eller ha klimatiske årsaker, men mest sannsynlig er det en følge av at observasjonsmåten er forandret. Før 1971 var det én daglig avlesning av vannstandsskalaen mens etter den tid er det registrerende instrument som har sørget for data. De eldste dataene kan ha hatt en systematisk overestimering av de største flommene, eller i hvert fall kan kulminasjonsvannstanden av og til ha blitt registrert istedenfor en mer representativ døgnmiddelvannstand. Midlere flom i perioden 1913-1970 var 269 l/s·km<sup>2</sup>, mens i perioden 1971-2003 var den 246 l/s·km<sup>2</sup>, og som tabell 3 viser 238 l/s·km<sup>2</sup> i perioden 1984-2003. Flomverdien for hele observasjonsperioden ved Horgheim, 260 l/s·km<sup>2</sup>, velges å være representativ for Rauma oppstrøms samløpet med Istra.

Tabell 3 viser også at midlere flom øker fra 279 til 302 m<sup>3</sup>/s i Rauma på grunn av samløpet med Istra. Denne økningen med 23 m<sup>3</sup>/s i perioden 1984-2003 antas også gjelde for lengre perioder. Mens midlere flom oppstrøms samløpet er 305 m<sup>3</sup>/s (0.260 · 1173), blir midlere flom nedstrøms samløpet 328 m<sup>3</sup>/s (305 + 23).

Flomfrekvensfordelingen for den lange observasjonsserien for 103.40 Horgheim antas å være representativ for nedre delen av Rauma. Den er av samme størrelsesorden som flomfrekvensfordelingen for den lange observasjonsserien ved 109.42 Elverhøy bru i Driva. I tabell 4 er resulterende flomverdier vist som døgnmidler.

Tabell 4. Flomverdier for Rauma, døgnmiddelvannføringer.

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> l/s·km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s
Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub>				1.23	1.38	1.52	1.69	1.81	1.92	2.05
Rauma ovf. Istra	1173	260	305	376	422	464	516	553	586	626
Rauma ndf. Istra	1239	265	328	403	453	499	554	594	630	672

I tillegg til de beregnede verdiene i tabell 4 kommer driftsvannføringen i Grytten kraftverk. Man kan regne med at det ved alle flommer også kommer 18 m<sup>3</sup>/s gjennom kraftverket fra småfelt i Rauma og fra feltene i Eira- og Isavassdragene.

Kulminasjonsvannføringen kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen ved store flommer. Det er utarbeidet ligninger basert på feltparametere som kan benyttes for å beregne forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring. Formelen for vårflommer er:



$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 1.72 - 0.17 \cdot \log A - 0.125 \cdot A_{\text{SE}}^{0.5},$$

mens formelen for høstflommer er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 2.29 - 0.29 \cdot \log A - 0.270 \cdot A_{\text{SE}}^{0.5},$$

hvor A er feltareal og  $A_{\text{SE}}$  er effektiv sjøprosent. Effektiv sjøprosent er for Rauma oppstrøms og nedstrøms samløpet med Istra hhv. 0.06 og 0.07 %. Forholdstallet ble ut fra ligningene beregnet til hhv. 1.16 og 1.17 for vårflokker, som kan antas å være de mest ekstreme i Rauma. Kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring ved noen store flommer ved Horgheim er vist i tabell 5.

**Tabell 5. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 103.40 Horgheim, m<sup>3</sup>/s.**

Dato	Kulminasjonsvannf.	Døgnmiddelvannf.	Kulm./døgnmiddel
01.07.1958	550	527	1.04
25.05.1981	377	347	1.09
03.06.1984	405	377	1.07
29.05.1985	361	319	1.13
30.05.1988	355	334	1.06
29.06.1989	357	307	1.16
03.07.1997	458	398	1.15
18.05.2000	369	348	1.06

I 1958, da det var skalaavlesning ved målestasjonen, er to verdier registrert, men hvorvidt den vannstanden som er registrert som døgnmiddel faktisk er det, er usikkert. Gjennomsnittet av de øvrige syv observasjonene er 1.10, dvs. noe mindre enn hva ligningene gir. Det antas at 1.10 er et representativt tall for forholdet kulminasjons-/døgnmiddelvannføring for nedre delen av Rauma. Flomverdiene i tabell 4 skaleres med 1.10 og deretter legges driftsvannføringen ved Grytten kraftverk til. Resulterende flomverdier er vist i tabell 6.

**Tabell 6. Flomverdier for Rauma, kulminasjonsvannføringer.**

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s
Rauma ovf. Istra	1173	354	431	482	529	586	626	663	707
Rauma ndf. Istra	1239	379	462	516	566	628	671	711	758

Flomverdiene for Rauma oppstrøms samløpet med Istra antas gjelde for hele strekningen opp til Sogge bru. Flomverdiene for Rauma nedstrøms samløpet med Istra antas gjelde for hele strekningen ned til utløpet i fjorden.

## 6.2 Istra

I Istra skal det beregnes flomverdier for elven ved samløpet med Rauma, og i tillegg skal samtidig vannføring i hovedelven beregnes. Det er ikke gitt at flommen i Rauma kulminerer samtidig med flommen i Istra, og det er heller ikke gitt at flommene har samme gjentaksintervall. Tvert imot er de største flommene i Istra sannsynligvis regnflommer om høsten, mens de i hovedelven opptrer om våren.

Spesifikk midlere flom for 100.1 Alstad,  $389 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ , antas å være representativ for Istra. Videre antas flomfrekvensfordelingen for 104.23 Vistdal å være en representativ flomfrekvensfordeling for Istra. Den ligger mellom frekvensfordelingene for 100.1 Alstad og 103.20 Morstøl bru.

Forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ble beregnet ut fra ligningen til 1.66 for høstflommer, som antas å være de mest ekstreme i Istra. Tabell 7 viser kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring ved noen store flommer ved 104.23 Vistdal, som har et nedbørfelt som er likt Istras. Feltarealene for Vistdal og Istra er hhv.  $66.4$  og  $66.3 \text{ km}^2$ , og effektiv sjøprosent er hhv.  $0.14$  og  $0.16 \%$ .

**Tabell 7. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 104.23 Vistdal,  $\text{m}^3/\text{s}$ .**

Dato	Kulminasjonsvannf.	Døgnmiddelvannf.	Kulm./døgnmiddel
30.04.1990	67.08	52.42	1.28
14.09.1997	100.04	52.64	1.90
09.04.1999	63.84	49.46	1.29
07.08.2000	58.16	41.73	1.39
10.09.2001	93.38	43.39	2.15
15.08.2003	94.18	59.29	1.59

Forholdstallet er relativt lavt ved de to vårflommene i tabell 7. Midlet av forholdstallet ved de fire høstflommene er  $1.76$ , dvs. noe større enn hva ligningen gir. Det antas at  $1.70$  er et representativt tall for forholdet kulminasjons-/døgnmiddelvannføring i Istra. Resulterende flomverdier er vist i tabell 8.

**Tabell 8. Flomverdier for Istra.**

	Areal $\text{km}^2$	$Q_M$ $\text{l/s}\cdot\text{km}^2$	$Q_M$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q_5$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{10}$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{20}$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{50}$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{100}$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{200}$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{500}$ $\text{m}^3/\text{s}$
$Q_T/Q_M$				<b>1.24</b>	<b>1.42</b>	<b>1.60</b>	<b>1.81</b>	<b>1.97</b>	<b>2.13</b>	<b>2.35</b>
Istra, døgnmiddel	66.3	389	26	32	37	41	47	51	55	61
Istra, kulminasjon	66.3		44	54	62	70	79	86	93	103

Vannføringen i Rauma er vanligvis relativt stor de dagene som regnflommer i Istra kulminerer om høsten, men den er mye mindre enn ved de store vårflommene i Rauma. De konstruerte seriene for Istra og Rauma ved samløpet med Istra sammenlignes. Ved

noen store regnflommer i Istra (1. oktober 1985, 1. oktober 1986 og 15. august 2003, som alle var større enn midlere flom) var flommen i Rauma godt under midlere flom. Vannføringen i Rauma oppstrøms samløpet var hhv. 5.3, 5.8 og 5.2 ganger vannføringen i Istra. Ved kulminasjonen av store flommer i Istra antas derfor den samtidige vannføringen i Rauma være 5.4 ganger døgnmiddelvannføringen i Istra. Resulterende flomvannføringer er vist i tabell 9.

**Tabell 9. Flomverdier for Istra, kulminasjonsvannføring.**

	Areal km <sup>2</sup>	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s
Istra	66.3	44	54	62	70	79	86	93	103
Samtidig vannføring i Rauma ovf. samløp	1173	139	173	198	223	252	274	296	327

## 7. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Raumavassdraget kan karakteriseres som relativt godt. Det foreligger mange og til dels lange dataserier fra vassdraget og nærliggende vassdrag i NVEs hydrologiske database.

Det er imidlertid en del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og måling av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke alltid utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer kan derfor inneholde en grad av usikkerhet.

En faktor som fører til usikkerhet i flomdata er at NVEs hydrologiske database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimerte, fordi største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

I tillegg er de eldste dataene i databasen basert på én daglig observasjon av vannstand inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det virkelige døgnmidlet.

Dataene med fin tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsoppløsning på databasen lenger enn ca. 10-15 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomfrekvensanalyser direkte på kulminasjonsvannføringer.

Den største usikkerheten i denne flomberegningen er knyttet til Istra. Det gjelder dels hva som er mest representative flomdata for denne umålte elven, dels hvor mye større kulminasjonsvannføringen kan være enn døgnmidlet og hva man kan vente for samtidig vannføring i Rauma ved flomkulminasjon i Istra.

Alle resulterende flomverdier i rapporten er oppgitt med en nøyaktighet av 1 m<sup>3</sup>/s av praktiske årsaker.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregning er at datagrunnlaget er godt og at beregningen for Rauma kan klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse, mens beregningen for Istra klassifiseres i klasse 2.

## Referanser

Beldring, S., Roald, L.A., Voksø, A., 2002: Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. NVE-Dokument nr. 2-2002.

NVE, 2000: Prosjekthåndbok – Flomsonekartprosjektet. 5.B: Retningslinjer for flomberegninger.

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.



Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

**Utgitt i Dokumentserien i 2004**

- Nr. 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Ranelva. Flomsonekartprosjektet (17 s.)
- Nr. 2 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettet 2003 (52 s.)
- Nr. 3 Frode Trengereid: Leveringskvalitet i kraftsystemet. Forslag til forskrift (80 s)
- Nr. 4 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Vefsna og Skjerva. Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Måna ved Rjukan (016.HZ). Flomsonekartprosjektet (38 s.)
- Nr. 6 Roar Kristensen (red): Forskriftene om systemansvar og rasjonering. Høringsdokument (15s.)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft 2003 (20 s.)
- Nr. 8 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Rauma. Flomsonekartprosjektet (19 s.)