



# Flomberegning for Flåmselvi ved Brekke bru (072.2Z)

*Erik Holmqvist*

27  
2015



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

## Rapport nr 27-2015

### Flomberegning for Flåmselvi ved Brekke bru (072.2Z)

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

**Redaktør:**

**Forfattere:** Erik Holmqvist

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:**

**Forsidefoto:** Kjosfoss, O.E.Almenningen, JBV.

**ISBN** 978-82-410-1074-3

**ISSN** 1501-2832

**Sammendrag:** Det er utført flomberegninger for Flåmselvi ved Brekke bru med gjentaksintervall fra 5 til 1000 år. Ut fra foreliggende data hadde flommen 28. - 29. oktober 2014 i Flåmselvi et gjentaksintervall på 50 - 100 år. Klimaframskrivninger gir økte flommer i dette området frem mot år 2100.

**Emneord:** Flåmselvi, flomberegninger, klimaendringer

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

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

04.03.2015

# Innhold

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Forord</b> .....                                        | <b>4</b>  |
| <b>Sammendrag</b> .....                                    | <b>5</b>  |
| <b>1 Beskrivelse av nedbørfeltet</b> .....                 | <b>6</b>  |
| <b>2 Observasjoner ved Brekke bru</b> .....                | <b>7</b>  |
| 2.1 Flommen 28. – 29. oktober 2014. ....                   | 9         |
| <b>3 Flomanalyser</b> .....                                | <b>11</b> |
| 3.1 Døgnverdier.....                                       | 11        |
| 3.2 Kulminasjonsvannføring.....                            | 13        |
| 3.3 Klimaendringer. ....                                   | 13        |
| <b>4 Sammenligning mot tidligere flomberegninger</b> ..... | <b>14</b> |
| <b>5 Usikkerhet</b> .....                                  | <b>15</b> |
| <b>6 Referanser</b> .....                                  | <b>15</b> |

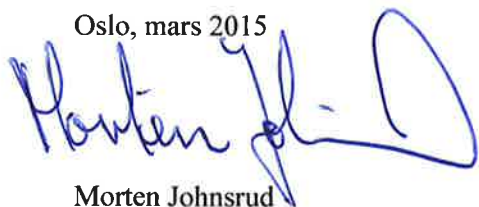
# Forord

Det er i mars 2009 utarbeidet flomberegninger for Flåmsvassdraget i forbindelse med flomsonekartlegging. Disse beregningene ble utført av Norconsult på oppdrag fra Aurland kommune. Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel i forbindelse med arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging.

I oktober 2014 rammet en stor flom flere vassdrag på Vestlandet, blant annet Flåm. Store flommer vil ofte føre til endringer i tidligere beregnede flomstørrelser fordi statistikkgrunnlaget endres vesentlig. NVE Region Vest er i etterkant av flommen involvert i sikringsarbeider i Flåmsvassdraget. Det har derfor vært behov for oppdaterte flomberegninger.

Denne rapporten gir resultatene for en flomberegning for Flåm ved Brekke bru hvor data fra flommen i oktober 2014 er inkludert i analysene. I tillegg er virkningen av klimaendringers på flomforholdene vurdert. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Per Ludvig Bjerke.

Oslo, mars 2015



Morten Johnsrud  
avdelingsdirektør



Sverre Husebye  
seksjonssjef

# Sammendrag

Det er utført flomberegning for Flåmselvi ved målestasjonen 72.5 Brekke bru. Middelflom og flommer med gjentakintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år er beregnet.

Flommen 28. – 29. oktober 2014 er beregnet å ha kulminert med en vannføring på nesten 250 m<sup>3</sup>/s og å ha et gjentakintervall på 50 - 100 år.

I forhold til tidligere flomberegninger for Flåmselvi er datagrunnlaget utvidet med både observasjoner fra årene 1908 – 39 og med observasjoner fra de siste årene, inklusive den store flommen i oktober 2014. Resultatene avviker imidlertid ikke vesentlig fra tidligere beregninger. Datagrunnlaget for flomberegningen kan klassifiseres som godt, med en inndeling fra godt, middels og til dårlig.

Flåmselvi ligger i et av de områdene i Norge hvor klimaframskrivningene gir størst økning i flomstørrelser frem mot år 2100. Her er det derfor benyttet et klimapåslag på 20 og 40 prosent på de beregnede flomvannføringene. Dette har ikke blitt presentert i tidligere flomberegninger for Flåmselvi, og det er dette som gir de største endringer i beregnede flomvannføringer.

Resulterende kulminasjonsvannføringer ble:

|                 | <b>Areal</b><br>km <sup>2</sup> | <b>Q<sub>M</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>5</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>10</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>20</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>50</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>100</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>200</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>500</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s | <b>Q<sub>1000</sub></b><br>m <sup>3</sup> /s |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 72.5 Brekke bru | 268,2                           | 137                                       | 165                                       | 185                                        | 210                                        | 240                                        | 260                                         | 290                                         | 330                                         | 360                                          |
| Klima + 20 %    | 268,2                           | 160                                       | 200                                       | 220                                        | 250                                        | 290                                        | 310                                         | 350                                         | 390                                         | 430                                          |
| Klima + 40 %    | 268,2                           | 190                                       | 230                                       | 260                                        | 290                                        | 330                                        | 370                                         | 400                                         | 460                                         | 500                                          |

Flomberegningen er kontrollert av Per Ludvig Bjerke, NVE.

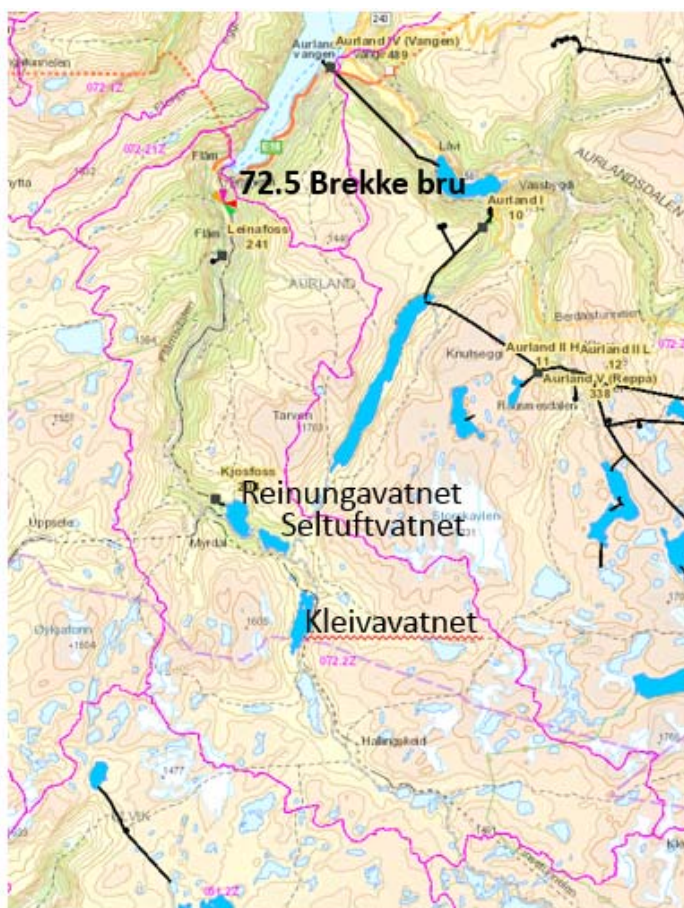
# 1 Beskrivelse av nedbørfeltet

Målestasjonen 72.5 Brekke bru ligger i Flåmselvi nær utløpet i Aurlandsfjorden. Vannføringen er noe påvirket av tre mindre magasiner i vassdraget. Totalt magasinivolum er 10,5 mill m<sup>3</sup>, noe som gir en reguleringsgrad (magasinivolum i prosent av midlere årlig tilsig) på snaut 2 prosent. Det medfører at under flom vil disse magasinene ha liten betydning.

Det skal beregnes flommer med gjentakintervall fra 5 til 1000 år ved Brekke bru.

Nedbørfeltet ved Brekke bru er på 268 km<sup>2</sup>, mens ved utløp i Aurlandsfjorden er nedbørfeltet 282 km<sup>2</sup>. 2 km oppstrøms ligger Leinafoss kraftverk, her er nedbørfeltet til Flåmselvi 245 km<sup>2</sup>.

Feltkarakteristika for beregningspunktet er vist i tabell 1.



Figur 1. Nedbørfeltet til Flåmselvi.

Tabell 1. Feltkarakteristika

| Nedbørfelt                    | Feltareal<br>km <sup>2</sup> | Eff.<br>sjø | Q <sub>N</sub> *<br>l/s·km <sup>2</sup> | Høydeintervall<br>moh. |
|-------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------------------------------|------------------------|
| Flåmselvi ved 72.5 Brekke bru | 268,2                        | 0,74        | 62,0                                    | 16 – 1273 – 1761       |



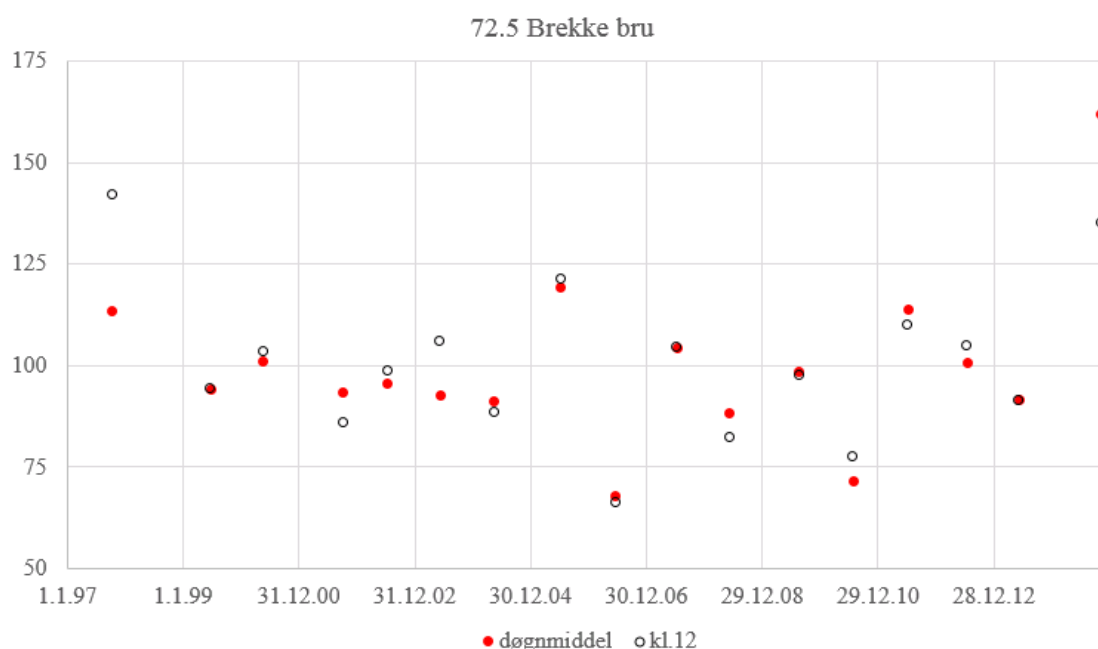
## 2 Observasjoner ved Brekke bru.

Ved Brekke bru er det observert vannstander siden 1908. Leif Jonny Bogetveit (NVE, HH) har laget en vannføringskurve også for perioden 1908-39 i forbindelse med disse flomanalysene.

Målestedet ble flyttet litt ovenfor brua i 1939. Frem til 1997 ble det imidlertid kun avlest vannstand en gang pr døgn i Flåmselvi, vanligvis kl. 12. Fra 1997 er data logget kontinuerlig. Ved flom kan vannstanden/ vannføringen i vassdraget variere mye innenfor et døgn, særlig gjelder dette ved høstflommer som i stor grad skyldes regn, mens for flommer på forsommeren, hvor snøsmelting spiller en større rolle, er forskjellen som regel mindre.

De data vi har tilbake i tid, er antatt å representere et døgnmiddel, men kan i større eller mindre grad avvike fra dette. Dette er illustrert i figur 2, som for eksempel viser at ved flommen i oktober 1997 (lengst til venstre i figuren) var vannføringen vesentlig høyere kl. 12 enn det reelle døgnmiddelet, mens det motsatte var tilfelle for årets flom (lengst til høyre i figuren).

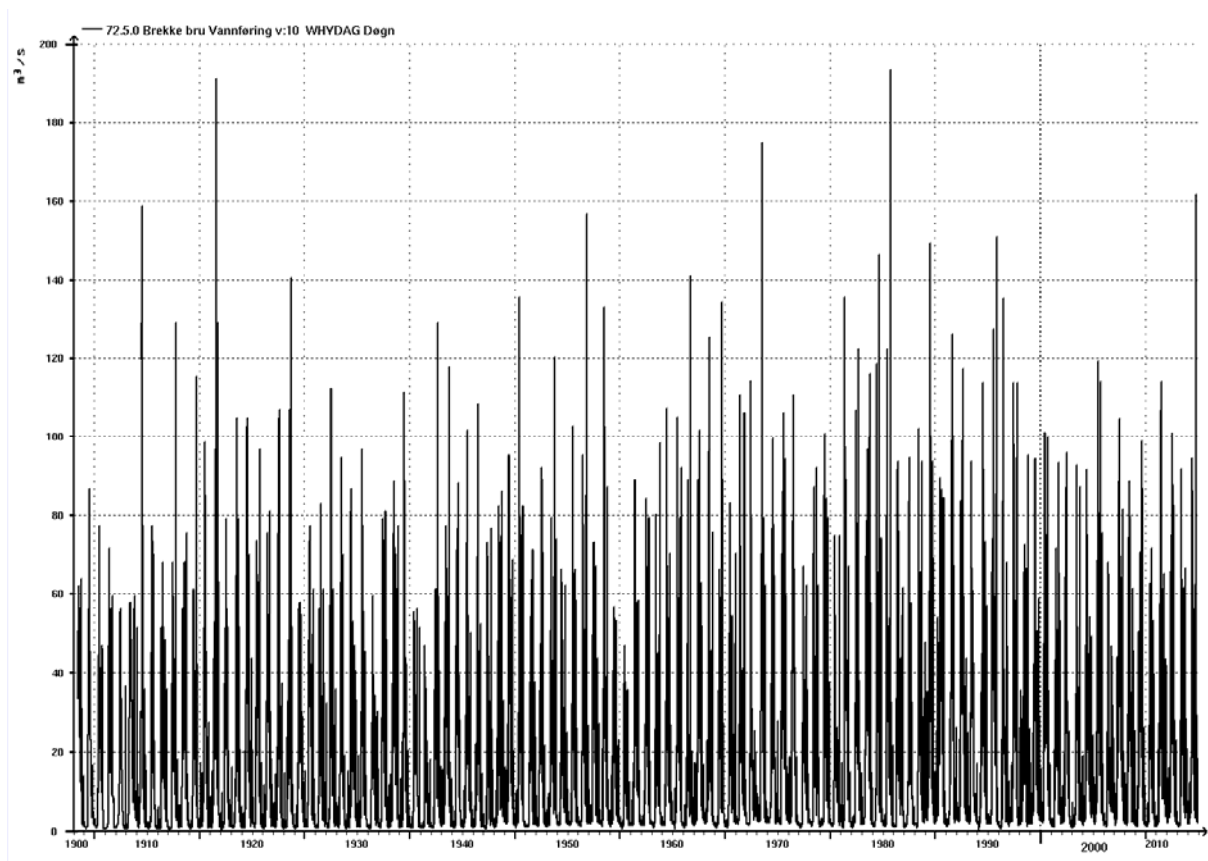
Ved gjennomgang av vannstandsbøkene for målestasjonen 72.5 Brekke bru, er det undersøkt om observatørene har notert noen «ekstra» vannstander under flommene. Det fant vi ikke. Det vi derimot oppdaget var at i perioden 1940 – 1981 var de 10 største flomvannstandene redusert til et lavere nivå før data ble lagret på databasen (Hydra II). Årsaken til dette har vi ikke funnet. Dette er nå korrigert, slik at de opprinnelige observerte vannstandene ligger til grunn for beregnede flomvannføringer også i denne perioden. Tidligere var mange flommer før 1981 «mistenkelig» lave.



Figur 2. Døgnmiddelvannføring og vannføring kl. 12 for årets største flom fra 1997 til 2014 for målestasjonen 72.5 Brekke bru. Enhet på y-aksen er  $m^3/s$ .

I figur 3 er vannføringen (døgnmiddel) ved målestasjonen fra 1908 til dags dato vist. Det kan synes som flommene de første årene (1908-1913) var svært lave. En sammenligning med observasjoner fra Vosso (62.5 Bulken), viser imidlertid at det disse årene var svært moderate flomvannføringer i området. Det er derfor valgt å benytte hele serien tilbake til 1908 for Brekke bru til flomanalyser.

Ut fra figuren ser en at årets flom er den fjerde største siden 1908. De tre største, er fra 26. juli 1921 med  $191 \text{ m}^3/\text{s}$ , 7. juli 1973 med  $175 \text{ m}^3/\text{s}$  og 1. oktober 1985 med  $193 \text{ m}^3/\text{s}$ . Flommen 28. oktober 2014 er beregnet å ha et døgnmiddel på  $162 \text{ m}^3/\text{s}$ . Det er og registrert store flommer 6. juli 1914, 22. oktober 1956 og 26. oktober 1995 med 150 - 160  $\text{m}^3/\text{s}$ . Vi vet ikke om flommene før 1997, det vil si for alle de tidligere store flommene, representerer reelle døgnmidler eller ikke, men det er konkludert med å benytte data slik de er (se ovenfor).



Figur 3. Vannføring (døgnmidler) ved målestasjonen 72.5 Brekke bru 1908-2014. Serien er utvidet med perioden 1908-39 ved hjelp av tidligere vannstandsobservasjoner som ble gjort rett nedstrøms der stasjonen ligger i dag. Enhet på y-aksen er  $\text{m}^3/\text{s}$ .



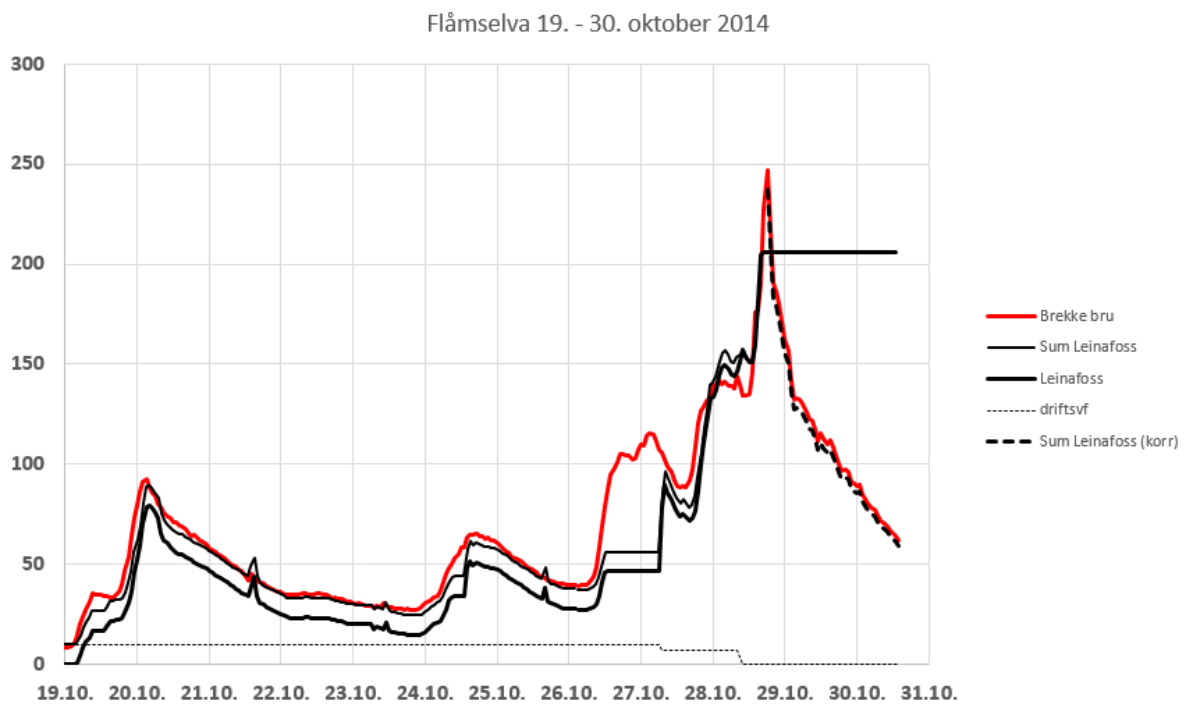
## 2.1 Flommen 28. – 29. oktober 2014.

Under flommen 28. – 29. oktober i år ga sanntidsdataene ved Brekke bru en maksimal vannføring på i underkant av 200 m<sup>3</sup>/s. Under flommen ble brua revet bort, og strømningsarealet kan ha blitt endret. Ut fra en sammenligning med observasjonene ved Leinafoss kraftverk er det laget en ny vannføringskurve for Brekke bru (Leif Jonny Bogetveit, NVE-HH). Denne kurven gir en maksimal vannføring ved Brekke bru på ca. 247 m<sup>3</sup>/s og et døgnmiddel på 162 m<sup>3</sup>/s.

Overløp ved Leinafoss kraftverk ble automatisk registrert frem til kl. 16:30 den 28. oktober, da ble kablene til stasjonen brutt, vannføringen var da drøyt 200 m<sup>3</sup>/s. Omkring en time senere ble maksimal vannstand manuelt registrert til ca. kote 92,4. Overløpet har en lengde på 25,8 m og med en c-faktor på mellom 2,1 og 2,15 gir det en vannføring på 237 m<sup>3</sup>/ (ref. e-post fra Ola Gunleiksrud, E-CO).

I figur 4 er flomforløpet i Flåmselvi illustrert. Grafene viser at det er godt samsvar mellom sum overløp og driftsvannføring ved Leinafoss kraftverk og observerte vannføringer ved 72.5 Brekke bru fra 19. – 25. oktober. I starten av flomforløpet (26. – 27. oktober) virker det som beregnet overløp ved Leinafoss er underestimert. Første halvdel av 28. oktober, kan det imidlertid se ut som Brekke bru underestimerer vannføringen med 20 – 40 m<sup>3</sup>/s. Da var det mannskaper ved Leinafoss dam, og det antas derfor at registreringene derfra er pålitelige. Basert på gjeldende data for Brekke bru var vannføringen 162 m<sup>3</sup>/s som høyeste døgnmiddel under flommen i høst, justert mot Leinafoss-dataene kan døgnmiddelvannføringen ha vært omkring 185 m<sup>3</sup>/s. Dette vil i tilfelle gi et forholdstall på mellom 1,3 og 1,35 mellom kulminasjon og døgnmiddel for årets flom.

Etter kulminasjon, da registreringene ved Leinafoss hadde sviktet, er det laget en resesjonskurve for Leinafoss (tykk svart stippet strek) ved å skalere observasjonene fra Brekke bru. Ut fra dette blir beregnet døgnmiddelvannføring 28. oktober ved Leinafoss snaut 170 m<sup>3</sup>/s.



Figur 4. Vannføringer i Flåmselvi oktober 2014. Vannføringen ved 72.5 Brekke bru er basert på nyberegnet vannføringskurve. Vannføringene ved Leinafoss er basert på opplysninger fra E-CO AS.

# 3 Flomanalyser.

## 3.1 Døgnverdier.

Flomanalysene er i stor grad basert på observasjoner (døgnverdier) ved målestasjonen 72.5 Brekke bru. Stasjonen har en serie som går tilbake til 1939 (1908). Analysene av data fra Brekke bru er sammenlignet med analyser av andre lange vannføringsserier på Vestlandet. Feltkarakteristika for disse er gitt i tabell 2.

**Tabell 2. Feltkarakteristika for vannføringsstasjoner.**

| Stasjon           | Feltareal<br>km <sup>2</sup> | Eff. sjø<br>% | Q <sub>N</sub> *<br>l/s·km <sup>2</sup> | Høydeintervall<br>moh. |
|-------------------|------------------------------|---------------|-----------------------------------------|------------------------|
| 72.5 Brekke bru   | 268,2                        | 0,74          | 62                                      | 16–1273–1761           |
| 48.5 Reinsnosvatn | 121                          | 3,3           | 75                                      | 595–1232–1635          |
| 50.1 Hølen        | 233                          | 2,0           | 52                                      | 123–1277–1686          |
| 62.5 Bulken       | 1092                         | 0,89          | 64                                      | 47–867–1602            |
| 83.2 Viksvatn     | 508                          | 3,4           | 82                                      | 143–842–1635           |

\* Normalavrenning er beregnet fra observerte vannføringer ved målestasjonene for normalperioden 1961–1990.

Det er utført frekvensanalyse på årsflommer for målestasjonene. Store flommer forekommer både på våren, sommeren og høsten. Flere av de største flommene har vært på høsten. I tabell 3 vises resultatene for flomfrekvensanalysene. I figur 5 er resultatet fra analysen av dataene fra 72.5 Brekke bru vist ved bruk av tre ulike statistiske fordelingsfunksjoner. Her har en, etter utvidelse av serien, 107 år med data tilgjengelig for analyse.

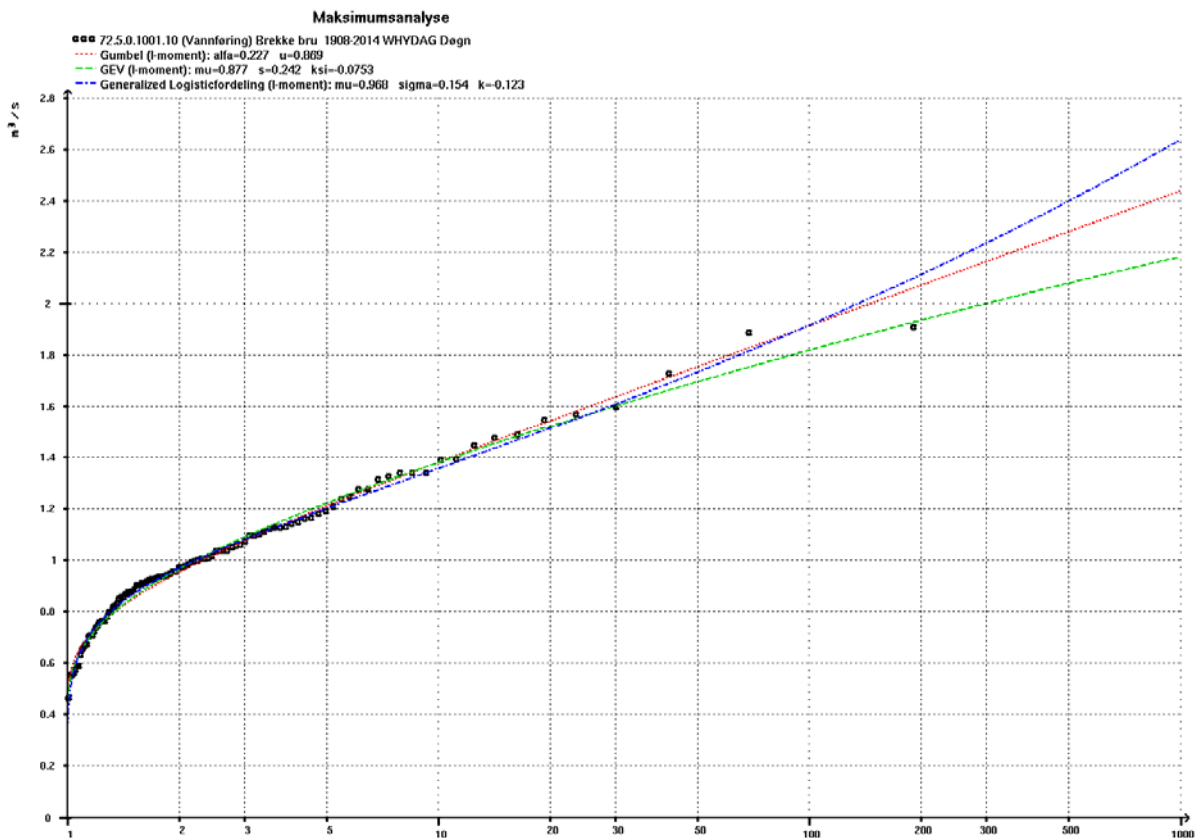
Resultatene er i noen grad avhengig av hvilken fordelingsfunksjon som legges til grunn. For eksempel varierer forholdstallet  $Q_{200}/Q_M$  for analyse av data fra Brekke bru (figur 3) fra ca. 1,9 – 2,1. Her er det valgt å benytte Generalized Logistic-fordelingen, som gir rimelige resultater for de fem stasjonene som er analysert her. Denne fordelingen kom også best ut i en større sammenligning av ulike fordelingsfunksjoner anvendt på flomfrekvensanalyser av kulminasjonsflommer i små vassdrag (NIFS-prosjektet, Trond Reitan, HI-NVE).

Ut fra en ren sammenligning av feltegenskapene (tabell 2) er det rimelig at forholdstallene for Reinsnosvatn og Viksvatn (tabell 3) er noe lavere enn for de øvrige. Dette fordi disse har høyere effektiv sjøprosent og høyere normalavrenning enn de øvrige.

Resultatene fra 62.5 Bulken, som ligger i Vosso som er nabofeltet til Flåmsvassdraget, ligger relativt nær de en får for Brekke bru. Her har en over 120 år med data, men som for Brekke bru er også dataene her basert på kun en avlesning pr. døgn til ut på 1990-tallet. For 50.1 Hølen, som ligger noe lenger sør i Kinso, er også forholdstallene nær de en finner for Brekke bru. Her har en data med fin tidsoppløsning (og dermed reelle døgnmidler) tilbake til 1960-tallet. Ut fra disse sammenligningene konkluderes det med at analysene for Brekke bru synes rimelige, og at disse benyttes videre for Flåmselvi.

**Tabell 3. Flomfrekvensanalyse på årsflommer, døgnmiddelverdier.**

|                      | Per.          | Ant.<br>år | Areal<br>km <sup>2</sup> | Q <sub>M</sub><br>m <sup>3</sup> /s l/s·km <sup>2</sup> |     | Q <sub>5</sub> /<br>Q <sub>M</sub> | Q <sub>10</sub> /<br>Q <sub>M</sub> | Q <sub>20</sub> /<br>Q <sub>M</sub> | Q <sub>50</sub> /<br>Q <sub>M</sub> | Q <sub>100</sub> /<br>Q <sub>M</sub> | Q <sub>200</sub> /<br>Q <sub>M</sub> | Q <sub>500</sub> /<br>Q <sub>M</sub> | Q <sub>1000</sub> /<br>Q <sub>M</sub> |
|----------------------|---------------|------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|-----|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 72.5 Brekke bru      | 1908-<br>2014 | 107        | 268,2                    | 101                                                     | 378 | 1,20                               | 1,36                                | 1,51                                | 1,73                                | 1,92                                 | 2,11                                 | 2,40                                 | 2,64                                  |
| 48.5<br>Reinsnosvatn | 1918-<br>2014 | 92         | 121                      | 53                                                      | 436 | 1,18                               | 1,28                                | 1,37                                | 1,49                                | 1,57                                 | 1,65                                 | 1,76                                 | 1,84                                  |
| 50.1 Hølen           | 1923-<br>2014 | 92         | 233                      | 75                                                      | 321 | 1,19                               | 1,33                                | 1,48                                | 1,69                                | 1,86                                 | 2,05                                 | 2,32                                 | 2,55                                  |
| 62.5 Bulken          | 1892-<br>2014 | 123        | 1092                     | 348                                                     | 318 | 1,18                               | 1,32                                | 1,45                                | 1,64                                | 1,80                                 | 1,96                                 | 2,20                                 | 2,39                                  |
| 83.2 Viksvatn        | 1903-<br>2014 | 111        | 508                      | 170                                                     | 334 | 1,15                               | 1,25                                | 1,36                                | 1,5                                 | 1,62                                 | 1,74                                 | 1,91                                 | 2,05                                  |



Figur 5. Flomfrekvensanalyse for 72.5 Brekke bru, data fra perioden 1908-2014. Den røde kurven viser tilpasning ved bruk av Gumbel-fordeling, den grønne General Extreme Value- fordeling og den blå Generalized Logistic fordeling. Y-aksen viser flomverdier relativt til middelflom.

Det er gjennomført en alternativ flomfrekvensanalyse for Brekke bru, hvor døgnmiddelvannføringen 28. oktober i år er justert opp fra 162 til 185 m<sup>3</sup>/s. Dette for å være bedre i overensstemmelse med registreringene ved Leinafoss (se tidligere avsnitt). Det medfører at frekvensfaktorene for Brekke bru blir noe brattere, og at beregnet 200-årsflom øker med ca. 2 prosent og 1000-årsflom med omkring 3 prosent. Usikkerheten knyttet til analysene er likevel så stor, at det er valgt å benytte dataene fra Brekke bru «slik de er».

## 3.2 Kulminasjonsvannføring.

Estimert forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelflom ut fra regionalt formelverk er 1,20 for vårflo og 1,35 for høstflo for Brekke bru.

Analysen av data fra etter 1997 gir en variasjon mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring som varierer fra 1,03 til 1,5, hvor det er årets høstflo som har det høyeste forholdstallet. Dataene for årets flo er imidlertid ekstra usikre (se tidligere avsnitt). For tidligere relativt store høstflommer har forholdstallene vært mellom 1,2 og 1,3. Også for enkelte vårfloer har det vært forholdstall omkring 1,2.

Ut fra dette er det konkludert med å benytte et forholdstall på 1,35 i de videre analysene. For flommer med 20-års gjentakintervall eller mer er det valgt å runde av kulminasjonsvannføringen til nærmeste 10 m<sup>3</sup>/s. Dette gir følgende flomverdier i Flåmselvi ved Brekke bru (tabell 4).

**Tabell 4. Flomverdier for Flåmselvi ved 72.5 Brekke bru.**

|                                | Areal<br>km <sup>2</sup> | Kulm./<br>døgn | Q <sub>M</sub><br>m <sup>3</sup> /s l/s·km <sup>2</sup> |     | Q <sub>5</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>10</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>20</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>50</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>100</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>200</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>500</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>1000</sub><br>m <sup>3</sup> /s |
|--------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> | -                        | -              | -                                                       | -   | 1,20                                | 1,36                                 | 1,51                                 | 1,73                                 | 1,92                                  | 2,11                                  | 2,40                                  | 2,64                                   |
| Døgnmiddelvannføring           | 268,2                    | -              | 101                                                     | 378 | 122                                 | 137                                  | 153                                  | 176                                  | 194                                   | 214                                   | 243                                   | 267                                    |
| Kulminasjonsvannføring         | 268,2                    | 1,35           | 137                                                     | 510 | 165                                 | 185                                  | 210                                  | 240                                  | 260                                   | 290                                   | 330                                   | 360                                    |

Ut fra dette hadde flommen 28. oktober 2014 et gjentakintervall på 50 - 100 år beregnet ut fra kulminasjonsvannføringen (247 m<sup>3</sup>/s) og et gjentakintervall på 20 - 50 år ut fra beregnet døgnmiddelvannføring (162 m<sup>3</sup>/s).

## 3.3 Klimaendringer.

I henhold til NVEs klimastrategi (NVE-rapport 15-2010, Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder) skal det tas hensyn til et endret klima for tiltak/ beslutninger med lang levetid. For eksempel ved å ta hensyn til endringer i flomstørrelser ved arealplanlegging og bygging/ ombygging av viktig infrastruktur.

I NVE-report 5-2011 "Hydrological projections for floods in Norway under a future climate" er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til forventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige

gjentaksintervall. Flåmsvassdraget ligger i en av områdene hvor en venter størst økning i flomvannføringer på grunn av klimaendringer. Ut fra avsnitt 8.4 «Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Hordaland» i nevnte rapport, er det anbefalt for vassdrag som Flåmselvi å vurdere en økning av flommer på både 20 og 40 prosent på grunn av klimaendringer. Det gir følgende flomverdier i vassdraget (tabell 5).

**Tabell 5. Flomverdier i et endret klima (20 og 40 % økning) for Flåmselvi ved 72.5 Brekke bru. Verdiene er avrundet til nærmeste 10 m<sup>3</sup>/s.**

|                  | Areal<br>km <sup>2</sup> | Kulm./<br>døgn | Q <sub>M</sub><br>m <sup>3</sup> /s l/s·km <sup>2</sup> |     | Q <sub>5</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>10</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>20</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>50</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>100</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>200</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>500</sub><br>m <sup>3</sup> /s | Q <sub>1000</sub><br>m <sup>3</sup> /s |
|------------------|--------------------------|----------------|---------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Klimapåslag 20 % | 268,2                    | 1,35           | 160                                                     | 610 | 200                                 | 220                                  | 250                                  | 290                                  | 310                                   | 350                                   | 390                                   | 430                                    |
| Klimapåslag 40 % | 268,2                    | 1,35           | 190                                                     | 710 | 230                                 | 260                                  | 290                                  | 330                                  | 370                                   | 400                                   | 460                                   | 500                                    |

Gitt dette, blir det som i dagens klima er beregnet til en 100-årsflom i morgensdagens klima (frem mot år 2100) en 10- 20-årsflom.

## 4 Sammenligning mot tidligere flomberegninger

Norconsult utførte i 2009 en flomberegning for Flåmselvi for Aurland kommune. En benyttet da data for perioden 1939-2007 for målestasjonen 72.5 Brekke bru. Midlere flom ble da beregnet til 386 l/s km<sup>2</sup>. I denne beregningen, er midlere flom basert på flere år (1908-2014), samtidig som det har skjedd en korleksjon av noen av de eldre flomverdiene. Resultatet er en reduksjon av midlere flom med omkring 2 prosent til 378 l/s km<sup>2</sup> eller 101 m<sup>3</sup>/s.

Frekvensfaktorene vi nå har beregnet er noe brattere enn Norconsults tidligere analyser. For eksempel for 500-årsflom har vi nå beregnet en faktor på 2,40 mot Norconsults 2,13. En økning på ca. 13 prosent.

For forholdet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring benyttet Norconsult et forholdstall på 1,38. Dette var basert på en empirisk formel som er avhengig av feltparameterne effektiv sjøprosent og størrelsen av nedbørfeltet. En ny beregning av dette, basert på nyberegnete feltparametere gir noe lavere forholdstall for høstflommer (1,35). Samtidig viser nye analyser av data med fin tidsoppløsning jevnt over lavere forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring under flom enn det formelverket gir. Unntaket er flommen i 2014 hvor forholdstallet er noe høyere, det er imidlertid ekstra stor usikkerhet knyttet til denne observasjonen. Det er derfor valgt å benytte 1,35 i disse analysene.

I sum gir disse analysene en liten reduksjon i flomvannføringer for flommer med gjentaksintervall opp til 50 år og en liten økning for sjeldnere flommer i forhold til de som ble beregnet av Norconsult i 2009. For eksempel beregnet Norconsult 50- og 500-års

flomvannføring i Flåmselvi ved Flåm sentrum til henholdsvis 249 og 318 m<sup>3</sup>/s, mens de nå er beregnet til 240 og 330 m<sup>3</sup>/s ved Brekke bru, som ligger litt oppstrøms sentrum.

## 5 Usikkerhet

Det er en hel 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 observasjoner av vannstander og tilhørende målinger av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ofte ikke utført på store flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert forhold mellom vannstander og vannføringer, dvs. også observerte” flomvannføringer inneholder en stor grad av usikkerhet.

Videre er det knyttet usikkerhet til om flomdataene fra før 1997 representerer reelle døgnmidler eller ikke. Disse er avlest kun en gang pr døgn. Og det er også usikkerheter knyttet til omregning fra døgn- til kulminasjonsvannføringer og ved valg av flomfrekvensfordeling.

Det er og gjennomført en statistisk analyse for å vurdere usikkerheten i frekvensanalysen. Den antyder for eksempel at forholdstallet Q200/ QM, som for Brekke bru er beregnet til 2,11, kan variere mellom ca. 1,9 og 3,1. Dette er basert på analyse av de drøyt 100 år med data vi har fra denne stasjonen. Det er derfor betydelig usikkerhet knyttet til slike analyser selv der en har lange tidsserier. På tross av dette må datagrunnlaget for flomberegningen kan klassifiseres som godt, med en inndeling fra godt, middels og til dårlig. Det er sjelden man har så lange tidsserier som er representative for den elvestrekningen det skal utføres flomberegninger for.

## 6 Referanser

NVE-rapport 15-2010, Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder

NVE-report 5-2011, Hydrological projections for floods in Norway under a future climate

Sælthun, N. R., Tveito, O. E., Bønsnes, T. E., Roald, L. A., 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE-Rapport nr. 14-1997.

Norconsult. Arne Carlsen, mars 2009. Flomsonekartlegging i Flåmsvassdraget. Oppdrag 5010939 – rapport nr. 001.





Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo

Telefon: 09575  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)