



NVE



RAPPORT NR. 6 / 2025

# Flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg (015.Z)

---

SKREVET AV Thomas Væringstad

# NVE Rapport nr. 6/2025

## Flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg (015.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat  
Forfattere: Thomas Væringstad  
Omslagsbilde: Numedalslågen ved Kongsberg i 2007.  
Foto: Harald Sakshaug/ NVE

ISBN: 978-82-410-2446-7  
ISSN: 2704-0305  
Saksnummer: 202502079

**Sammendrag:** Denne rapporten er en revisjon av flomberegningen utført i sammenheng med flomsonekartlegging av flomutsatt elvestrekning i Kongsberg i Buskerud, dokumentert i NVE Dokument nr. 15/2001. Middelflom og utvalgte flommer med gjentaksintervall til og med 1000 år er beregnet for Numedalslågen ved Kongsberg. Det er lagt til klimapåslag på 20 % på flomverdiene. Flomberegningen er basert på frekvensanalyse av observerte flommer i vassdraget.

**Emneord:** Flomberegning, flomsonekart, Kongsberg, Numedalslågen, Buskerud.

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95  
E-post: [nve@nve.no](mailto:nve@nve.no)  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

Januar 2025

# Innhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Forord .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>Sammendrag .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>1 Beskrivelse av oppgaven og vassdraget.....</b>                             | <b>7</b>  |
| 1.1 Definerings av oppgaven.....  | 7         |
| 1.2 Beskrivelse av vassdraget.....  | 8         |
| 1.2.1 Regulerings .....   | 10        |
| <b>2 Datagrunnlag.....</b>  | <b>13</b> |
| 2.1 Målestasjoner.....  | 13        |
| 2.1.1 Historiske flommer.....   | 15        |
| 2.2 Observerte flommer i vassdraget.....  | 16        |
| <b>3 Resultater.....</b>  | <b>17</b> |
| 3.1 Bearbeidelse av datagrunnlaget .....  | 17        |
| 3.2 Frekvensanalyse og regulerte vassdrag.....                                  | 17        |
| 3.3 Døgnmiddelvannføring .....  | 17        |
| 3.3.1 Flomfrekvensanalyse .....   | 17        |
| 3.3.2 Regional flomfrekvensanalyse .....  | 20        |
| 3.3.3 Vurdering av middelflom .....   | 20        |
| 3.3.4 Vurdering av vekstkurver .....  | 22        |
| 3.3.5 Døgnmiddelflommer for Kongsberg.....                                      | 23        |
| 3.4 Kulminasjonsvannføring .....  | 24        |
| 3.4.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjon .....                            | 25        |
| 3.4.2 Kulminasjonsvannføringer via døgndata og $Q_{mom}/Q_{døgn}$ (alt.1) ..... | 26        |
| 3.4.3 Kulminasjonsvannføring fra lokal flomfrekvensanalyse (alt.2).....         | 26        |
| 3.5 Sammenstilling av resultater fra ulike metoder.....                         | 27        |
| <b>4 Endelig valg av flomverdier .....</b>                                      | <b>29</b> |
| <b>5 Vurdering av flomverdier .....</b>   | <b>29</b> |
| 5.1 Sammenligning med tidligere beregninger.....                                | 29        |
| 5.2 Sammenligning med erfaringstall.....  | 30        |
| 5.3 Sammenligning mot observerte flommer i vassdraget.....                      | 30        |
| 5.4 Usikkerhet.....   | 31        |
| 5.5 Klassifisering av datagrunnlaget.....                                       | 32        |
| <b>6 Klimapåslag .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>7 Samløpsproblematikk .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>8 Referanser .....</b>   | <b>33</b> |
| <b>9 Vedlegg .....</b>  | <b>34</b> |
| 9.1 Vedlegg 1: Utskrift fra NEVINA .....  | 34        |
| 9.2 Vedlegg 2: Beskrivelse av tilsigsserie .....                                | 35        |

# Forord

Flomsonekartlegging er et viktig hjelpemiddel i 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.

Denne rapporten er en oppdatering av flomberegningen som ble utført i forbindelse med flomsonekartlegging av flomutsatt elvestrekninger i Kongsberg (Numedalslågen) i Buskerud fylke, dokumentert i NVE rapport 15-2001 «Flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg» og senere oppdaterte flomverdier beskrevet i NVE internt notat (201106217-2).

Utvalgte flommer med gjentaksintervall opptil 1000 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til ventede klimaendringer.

Thomas Væringstad har utført beregningene, og Erik Holmqvist har kvalitetskontrollert arbeidet.

Oslo, januar 2025

Seija Stenius  
seksjonssjef  
Seksjon for vannbalanse

Thomas Væringstad  
senioringeniør  
Seksjon for vannbalanse

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

# Sammendrag

I 2001 ble det utført en flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg (Drageset, 2001), som senere ble oppdatert (NVE internt notat 201106217-2). I forbindelse med en etablering av en ny hydraulisk modell for Kongsberg, skal flomberegningen også revideres.

Flomberegningen for Kongsberg omfatter kun utregning av flomvannføringer i hovedelva på strekningen gjennom Kongsberg.

Flomverdier i denne rapporten (2024) er noe mindre sammenlignet med verdier beregnet i 2001 og kompletteringen i 2012. Årsaken til dette er at man nå har en lenger observasjonsserie, og at metodene for frekvensanalysen har endret seg noe. Fortsatt gjelder det at for de høyeste gjentaksintervallene antas det at vassdraget nærmer seg uregulert tilstand, mens for lavere gjentaksintervaller benyttes regulerte data.

De største flommene opptrer i forbindelse med snøsmeltingen på våren og sommeren, og da gjerne i kombinasjon med regn. Mildvær og regn på seinsommeren og høsten bidrar til å forlenge flomsesongen ut over høsten. Vassdraget er omfattende regulert med både store magasiner og utveksling av noe vann med nabovassdrag.

Flomberegningen er basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjoner i vassdraget. Resultatene er sammenlignet med enkelte representative målestasjoner fra nabovassdrag og informasjon fra regionale flomformler. Resultatene er også sammenlignet med ruting av tilløpsflom gjennom vassdraget, dvs. flomberegning gjort i forbindelse med flomberegninger for damsikkerhet.

Kulminasjonsvannføring for ulike gjentaksintervall opp til  $Q_{1000}$  er presentert i Tabell 1.

Kulminasjonsvannføringer er justert for anbefalt klimapåslag på 20 %, se Tabell 2.

**Tabell 1. Flomverdier i Numedalslågen for aktuelle beregningspunkt, kulminasjonsvannføringer.**

| Beregningspunkt                    | $Q_M$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_5$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{10}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{20}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{50}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{100}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{200}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{500}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{1000}$<br>m <sup>3</sup> /s |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Numedalslågen ved Kongsberg</b> | 402                        | 533                        | 643                           | 756                           | 914                           | 1030                           | 1220                           | 1448                           | 1621                            |

**Tabell 2. Flomverdier inkl. klimapåslag (20 %) for Numedalslågen. Verdiene representerer kulminasjonsvannføringer.**

| Beregningspunkt                    | $Q_M$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_5$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{10}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{20}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{50}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{100}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{200}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{500}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{1000}$<br>m <sup>3</sup> /s |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Numedalslågen ved Kongsberg</b> | 482                        | 640                        | 771                           | 907                           | 1097                          | 1236                           | 1464                           | 1737                           | 1945                            |

Datagrunnlaget for flomberegning i Numedalslågen kan karakteriseres som godt. Vassdraget har flere observasjonsserier, en lang sammensatt serie og en lang tilsigsserie. Dataene antas å ha generelt god kvalitet på stor vannføring, men enkelte perioder er usikre. En sammensatt serie for vassdraget er konstruert, og der enkelte flomverdier er korrigert noe opp.

En vesentlig del av usikkerheten i disse flomestimatene er antagelsene om reguleringens effekt på flomestimatene for gjentaksintervaller større enn 100 - 200 år.

I NVE Veileder 01/2022 er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderes her å være i klasse 2 «Brukbar hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nær vassdraget». Årsaken til at datagrunnlaget ikke settes til klasse 1 er først og fremst usikkerheten knyttet til effekten av reguleringen (flomreduksjon) og at kvaliteten på noen av grunnlagsdataene er av varierende eller ukjent kvalitet.



# 1 Beskrivelse av oppgaven og vassdraget

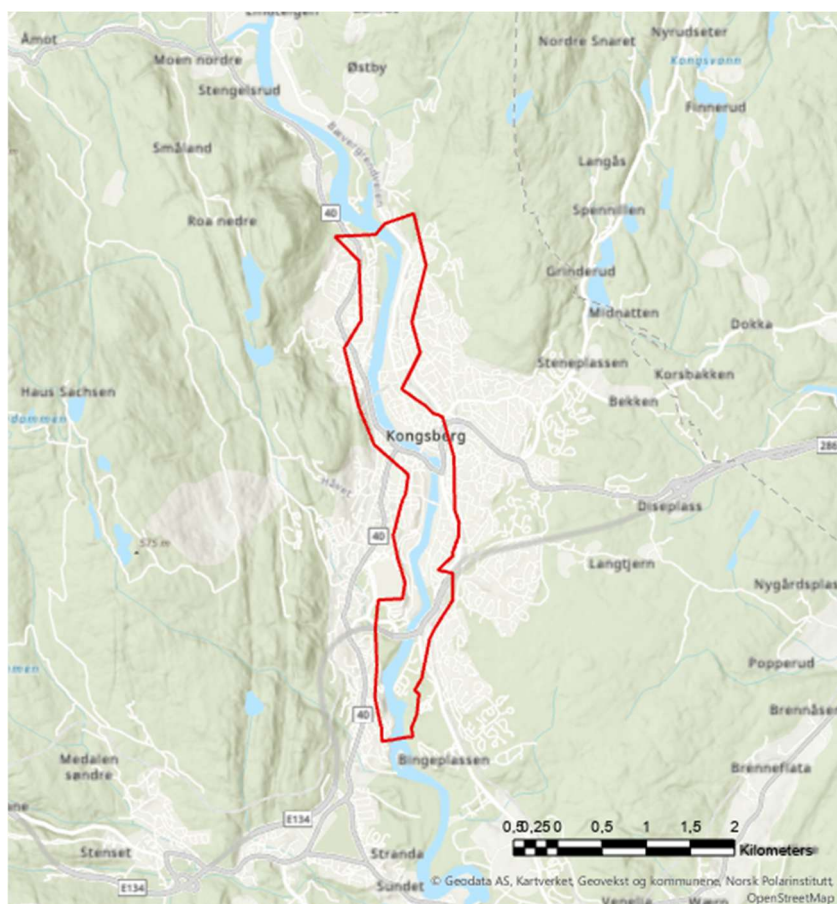
## 1.1 Definerer av oppgaven

I 2001 gjorde NVE en flomberegning (Drageset, 2001) som la grunnlag for flomsonekartlegging av Numedalslågen, Delprosjekt Kongsberg (Stokseth og Øydvin, 2004). Flomberegningene er senere komplettert i NVE internt notat (201106217-2). Flomberegningen skal nå oppdateres. Denne flomberegningen bygger derfor på mye av informasjonen fra rapporten og notatet nevnt over.

Som grunnlag for vannlinjeberegningen skal normalvannføring, middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år beregnes.

Figur 1 viser strekningen som er aktuell i forbindelse med revisjon av flomsonekartet. Beregningene skal representere flomvannføringer i Numedalslågen på strekningen gjennom Kongsberg by. Det er ingen store sideelver på strekningen, så det holder med en verdi som gjelder hele strekningen. I tillegg er det sammenlignet med flomdata fra målestasjoner opp- og nedstrøms strekningen som skal kartlegges.

Flomverdiene skal også presenteres med anbefalt klimapåslag.



Figur 1. Strekning som er aktuell for revisjon av flomsonekartet. Kilde: NVE

## 1.2 Beskrivelse av vassdraget

Numedalslågen har sitt utspring på Hardangervidda fra vannet Nordmannslågen. Herfra renner elva først i østlig retning mot Tunhovdfjorden, og videre i sørøstlig retning gjennom Numedalen og løper ut i havet ved Larvik. Det samlede nedbørfeltet ved utløpet i fjorden er på 5548 km<sup>2</sup>, og ved Kongsberg 4263 km<sup>2</sup>. Nedbørfeltet avgrenses i nord av Hardangervidda, i sørvest av Skiensvassdraget og i øst av Drammensvassdraget.

Numedalslågen er et langstrakt vassdrag på vel 350 km. Vassdragets lange og smale form gjør at nedbørfeltet i stor grad er knyttet til hoveddalføret på en slik måte at det er få større sidevassdrag. Tilløpene er relativt små og korte. Kun i øvre del, der vassdraget går gjennom flatere fjellpartier uten at det er dannet et markert dalføre, er det betydelige tilløp. I de høye fjellpartier karakteriseres vassdraget av mange og store innsjøer. Storparten av fallet i vassdraget ligger i denne delen, og utgjør nesten 1000 m på omtrent 140 km fra Nordmannslågen til utløpet i Norefjorden. Største sidevassdrag er Uvdalsåi med et nedbørfelt på noe over 900 km<sup>2</sup>. Uvdalsåi har også sitt utspring på Hardangervidda og møter Numedalslågen fra vest mellom Tunhovdfjorden og Norefjorden. Norefjorden/Kravikfjorden er de siste større innsjøer i vassdraget. Videre er nedbørfeltet smalt med flere mindre sidevassdrag. Fallet er bare 250 m på omtrent 180 km fra Kravikfjorden til utløpet i Larvikfjorden, men med en rekke mindre fosser og stryk.

Numedalslågens nedbørfelt omfatter landskap karakterisert av både lavland og høyfjell på østsiden av vannskillet i Sør-Norge.

NVEs avrenningskart gir en naturlig spesifikk årlig avrenning på 22 l/s/km<sup>2</sup> (1991-2020), for hele Numedalslågen, og tilsvarer ca. 700 mm/år. Avrenningen i nedbørfeltet varierer fra omkring 40 l/s/km<sup>2</sup> i fjellområdene vest på Hardangervidda, til under 15 l/s/km<sup>2</sup> i lavlandet rundt Kongsberg.

Aktuelle feltparametre for Numedalslågen ved Kongsberg er oppsummert i Tabell 3 og utklipp fra NEVINA i Vedlegg 1.

**Tabell 3. Feltparametere for Numedalslågen ved Kongsberg.**

|                                  | <b>Feltareal<br/>(km<sup>2</sup>)</b> | <b>Eff. sjø<br/>(%)</b> | <b>Q<sub>N</sub><sup>*</sup><br/>(l/s/km<sup>2</sup>)</b> | <b>H<sub>50</sub><br/>(moh.)</b> | <b>Snaufjell<br/>(%)</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---|----------------------------------|--------------------------|
| <b>Numedalslågen v/Kongsberg</b> | 4260                                  | 0,8                     | 22  | 1060                             | 42                       |

\* Avrenning beregnet fra NVEs avrenningskart for perioden 1991-2020.

Hardangervidda utgjør et markant fjellplatå, hvor de østlige delene av vidda drenerer til bl.a. Numedalslågen. De høytliggende områdene sørger for en årviss vårflo, og mange av de største flommene opptrer i forbindelse med snøsmeltingen fra slutten av mai til midten av juni. De største flommene oppstår gjerne med bakgrunn i en kombinasjon av snøsmelting og regn, se Figur 3 og Figur 2. Men regnflommer forekommer også. Mildvær og regn på seinsommeren og høsten, bidrar til å forlenge flomsesongen fra mai til november.

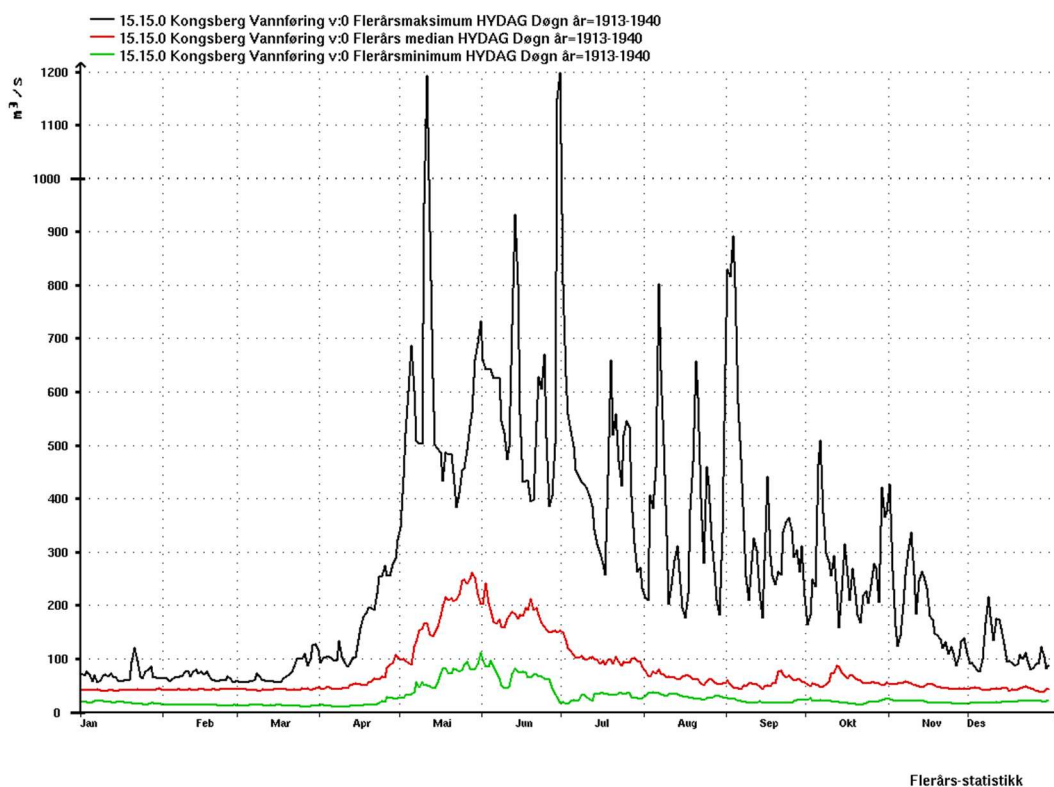
Flere store reguleringsmagasiner bidrar til å omfordele vann gjennom året, og har i gjennomsnitt redusert flomvannføringene i hovedelva av Numedalsvassdraget.

De karakteristiske vannføringene varierer internt i vassdraget etter graden av regulering, men også på grunn av noe ulik høydefordeling i nedbørfeltet. Figurene under viser karakteristiske

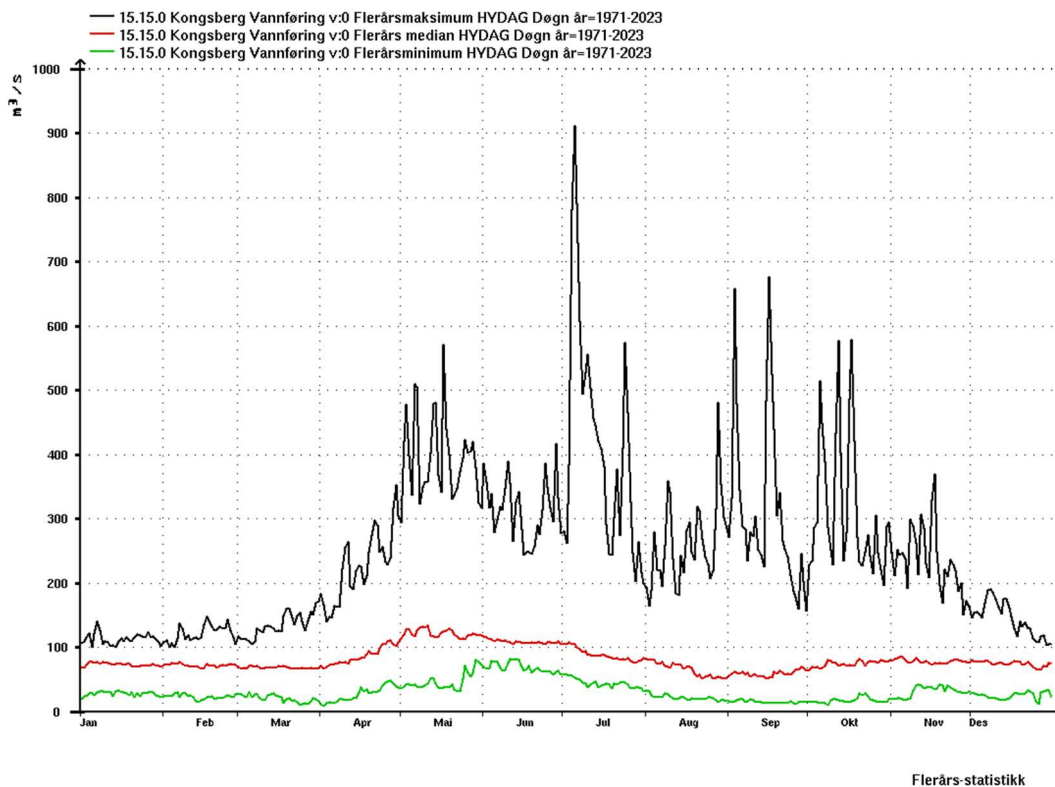


vannføringsverdier ved den sammensatte vannføringsserien ved målestasjon 15.15 Kongsberg for hver dag i løpet av året for tilnærmet uregulert/lite regulert periode, 1913-1940, (Figur 2) og regulert periode, 1971-2023 (Figur 2). Øverste kurve (maksimum) i diagrammene viser største observerte vannføring og nederste kurve (minimum) viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden. Den midterste kurven er mediankurven, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større eller mindre enn denne.

Figurene viser at flommene er blitt redusert etter reguleringene, og at store flommer har en tendens til å komme senere på året.



**Figur 2. Flerårsstatistikk for 15.15 Kongsberg (sammensatt serie). Figuren viser observerte minste, median og største vannføring over et døgn for hver enkelt dag i året for uregulert / lite regulert periode, 1913 - 1940.**



Figur 3. Flerårsstatistikk for 15.15 Kongsberg (sammensatt serie). Figuren viser observerte minste, median og største vannføring over et døgn for hver enkelt dag i året for perioden etter regulering, 1971 – 2023.

### 1.2.1 Reguleringer



Figur 4. Dam Sønstevatn (Foto: NVE, 2013)

Numedalslågen er i stor grad påvirket av reguleringer. Magasinene i vassdraget er bygget ut gradvis siden begynnelsen av 1900-tallet. Det begynte med regulering av Tunhovdfjorden og

Pålsbufjorden i 1920-åra. Tabell 4 gir en oversikt over de viktigste reguleringsmagasinene i vassdraget. Siden slutten av 1960-tallet er det kun skjedd mindre endringer.

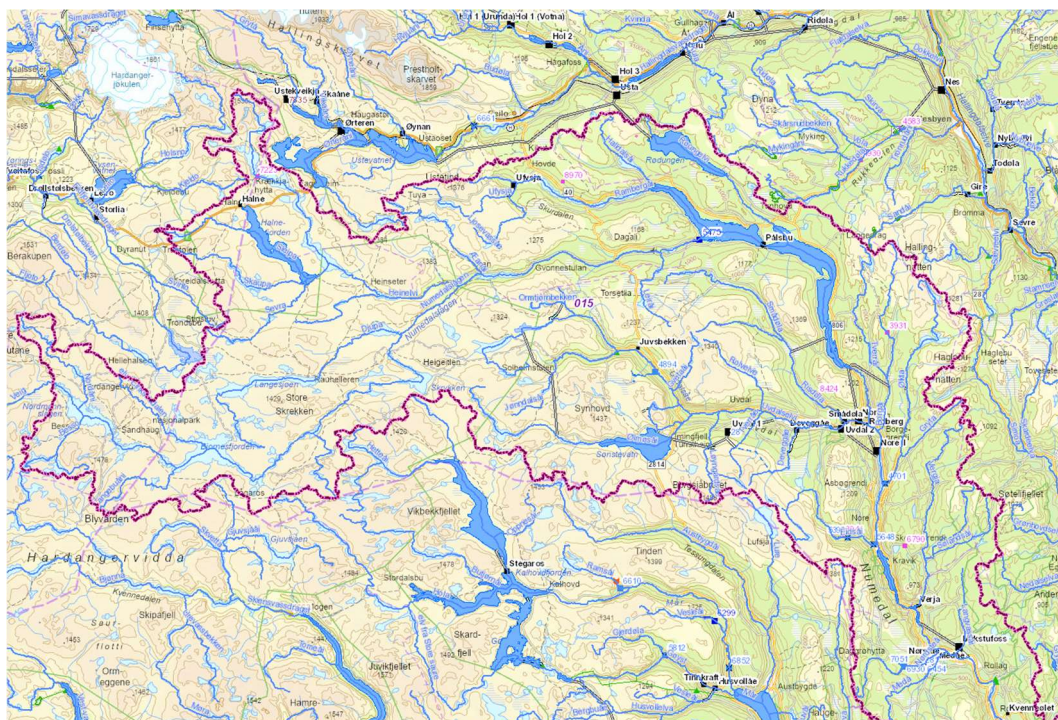
**Tabell 4. Reguleringsmagasiner i Numedalslågen og årstall for omtrentlig idriftsettelse.**

| <b>Magasin</b> | <b>Magasinvolum<br/>mill. m<sup>3</sup></b> | <b>I drift<br/>år</b> |
|----------------|---|-----------------------|
| Rødungen       | 154   | 1918                  |
| Tunhovdfjord   | 352   | 1919                  |
| Pålsbufjord    | 290   | 1924                  |
| Halnevatn      | 45  | 1940                  |
| Kjørkjevatn    | 6,7   | 1960                  |
| Fiskeløysa     | 1,0   | 1960                  |
| Hanavatn       | 2,3   | 1960                  |
| Hoppestadvatn  | 11,5  | 1960                  |
| Mjåvatn        | 0,4   | 1960                  |
| Våtvatn        | 5,2   | 1960                  |
| Sandvatn       | 2,1   | 1960                  |
| Sønstevatn     | 220   | 1966                  |

Reguleringsmagasinene i Numedalslågen har en total lagringskapasitet på rundt 1090 mill. m<sup>3</sup>. Dette tilsvarer en magasinprosent på rundt 28 % av midlere årlig tilsig ved utløpet i hav. Reguleringer har vanligvis flomdempende effekt. Flommer som kommer om høsten er som regel de mest kritiske pga. fulle magasiner og en vannstand (HRV) i sjøene som da gjerne ligger over den naturlige vannstanden.

Det er tre mindre overføringer av vann inn eller ut av nedbørfeltet til Numedalslågen. Viersla på 15,2 km<sup>2</sup> er overført siden 1952 fra Veig i Eidfjordvassdraget. Tindhølen med et nedbørfelt på 129 km<sup>2</sup> var overført fra Eidfjordvassdraget til Numedalslågen i årene 1942 – 1980. Overføringen opphørte i 1980, og ble tilbakeført til Eidfjordvassdraget. Vann fra magasinet Rødungen, som har et nedbørfelt på 42,6 km<sup>2</sup>, er overført fra Numedalslågen til Drammensvassdraget siden 1968.

Rødungen er permanent fraført nedbørfeltet til Numedalslågen over til Hallingdal. Vann fra Hallingdal kan mellomlagres i Rødungen. Av hensyn til fisk i Numedalslågen, skal ikke noe av dette vannet overføres tilbake til Numedalslågen. Dette gjelder også ved flom. Denne overføringen kan derfor anses som permanent. Overløp mot Numedalslågen kan ses vekk fra i flomberegningen.



**Figur 5. Oversikt over vassdragsreguleringene i nordlige deler av Numedalslågen (Kilde: NVE Temakart)**

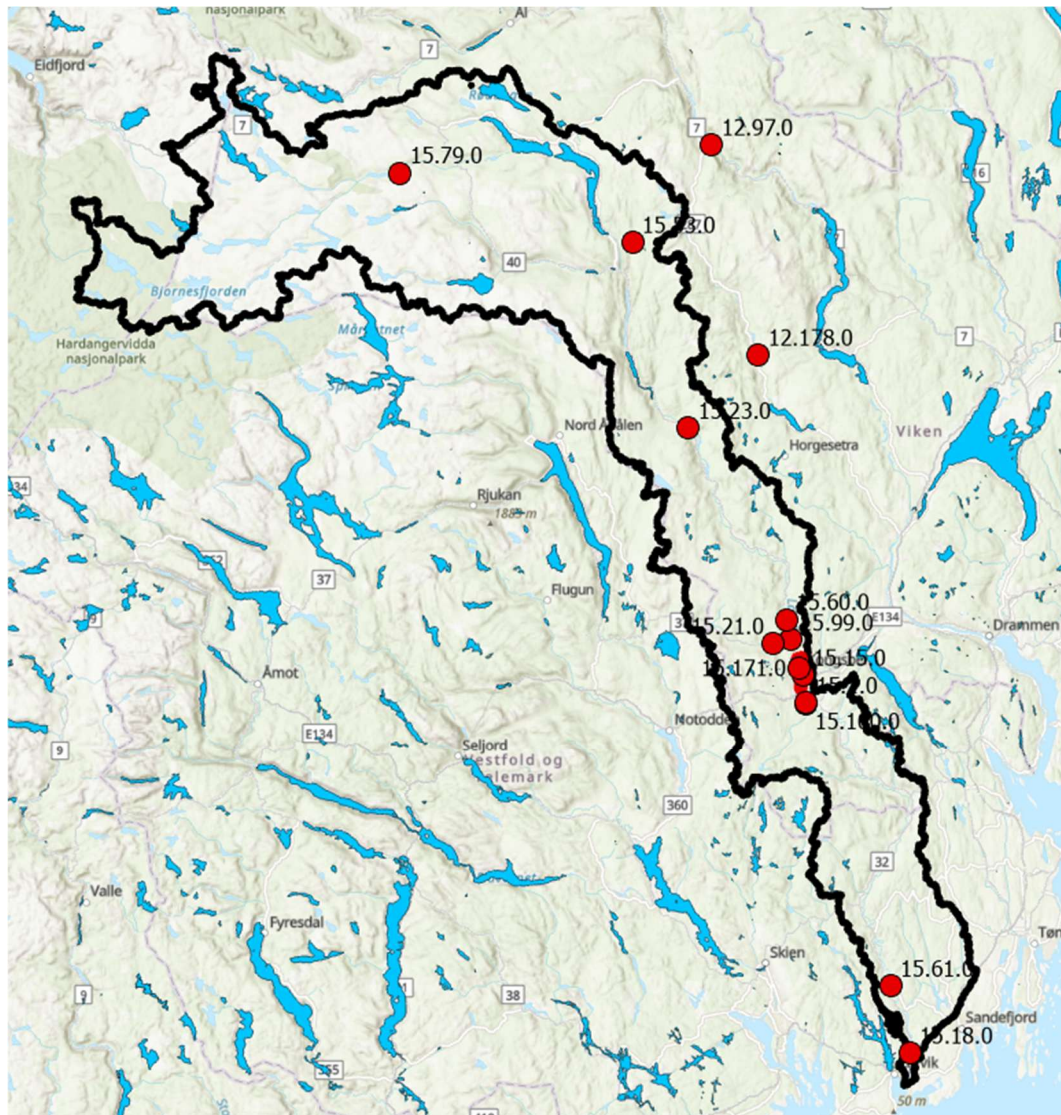
Vannføringsforholdene i Numedalslågen er endret seg over tid som følge av tilveksten av reguleringsmagasinene. De fleste reguleringsmagasinene av betydning på vannføringsforholdene i Numedalslågen, har beliggenhet i den nordlige delen av vassdraget. De to største reguleringsmagasinene Tunhovdfjorden og Pålsbufjorden, ble satt i drift allerede på 1920-tallet.



# 2 Datagrunnlag

## 2.1 Målestasjoner

Det finnes en rekke målestasjoner for vannstand/vannføring i nedbørfeltet til Numedalslågen. En oversikt over de viktigste målestasjonene i Numedalslågen, samt to målestasjoner for sammenligning i Drammensvassdraget, er vist i Tabell 5. Beliggenhet og feltgrenser er vist i Figur 6.



Figur 6. Aktuelle målestasjoner for flomberegningen i eller nært Numedalslågen.

Tabell 5. Målestasjoner som er benyttet i flomberegningen for Kongsberg.

| Målestasjoner             | Måleperiode | Feltareal (km <sup>2</sup> ) | Eff. sjø (%) | Q <sub>N</sub> * (l/s/km <sup>2</sup> ) | H <sub>50</sub> (moh.) | Snaufjell (%) |
|---------------------------|-------------|------------------------------|--------------|---|------------------------|---------------|
| <b>I Numedalslågen</b>    |             |                              |              |   |                        |               |
| 15.1 Labru                | 1874-1907   | 4286                         | 0,7          |   | 1036                   | 41            |
| 15.15 Kongsberg           | 1912-1970   | 4261                         | 0,7          |   | 1039                   | 41            |
| 15.18 Blommestad bru      | 1879-1927   | 5536                         | 0,4          |   | 871                    | 32            |
| 15.23 Bruhaug             | 1926-d.d.   | 3464                         | 1,1          |   | 1180                   | 47            |
| 15.60 Gleda               | 1969-1982   | 4068                         | 0,8          |   | 1062                   | 43            |
| 15.61 Holmfoss            | 1970-d.d.   | 5202                         | 0,5          |   | 918                    | 34            |
| 15.79 Ossjøen             | 1982-d.d.   | 1178                         | 1,7          |   | 1229                   | 75            |
| 15.100 Skollenborg (krv.) | 1984-d.d.   | 4435                         | 0,7          |   | 1018                   | 39            |
| 15.171 Numed. v/Kongsberg | 2004-d.d.   | 4258                         | 0,8          |   | 1060                   | 42            |
| <b>Nabovassdrag</b>       |             |                              |              |   |                        |               |
| 12.97 Bergheim            | 1920-d.d.   | 4232                         | 0,2          |   | 1071                   | 44            |
| 12.178 Eggedal            | 1972-d.d.   | 311                          | 0,6          |   | 847                    | 20            |

For vannmerket 15.15 Kongsberg finnes det en sammensatt dataserie som dekker perioden fra 1912 og frem til i dag. Denne serien er ytterligere forlenget tilbake til 1874 og ligger lagret på en arbeidsserie 15.15.0.1001.60. En oversikt over hvordan serien er sammensatt er gitt i Tabell 6.

Tabell 6. Sammensetning av dataserien 15.15.0.1001.0 Kongsberg (1912-d.d.) og arbeidsserie 15.15.0.1001.60 (1874-1912).

| Periode              | Data fra stasjon                 | Skaleringsfaktor |
|----------------------|----------------------------------|------------------|
| 1874-85, 1895-1907   | 15.1 Labru                       | 1                |
| 1886-1894, 1908-1912 | 15.18 Blommestad bru             | 0,769            |
| 1912-1969            | 15.15 Kongsberg                  | 1                |
| 1969-1982            | 15.60 Gleda                      | 1,052            |
| 1982-1983            | 15.61 Holmfoss                   | 0,808            |
| 1984-2006            | 15.100 Skollenborg               | 0,994            |
| 2006-d.d.            | 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg | 1                |

Det er også konstruert en tilsigsserie for vassdraget ved målestasjon 15.15 Kongsberg. Denne er konstruert ved bruk av usentrerte differanser, og dekker perioden 1913-2022. En nærmere beskrivelse av datagrunnlaget for konstruksjon av serien er gitt i Vedlegg 9.2.

Vannmerket 15.15 Kongsberg, som hadde beliggenhet ved Gamlebrua i Kongsberg, ble opprettet i 1912 og nedlagt i 1969 pga. byggingen av Gamlebrofoss kraftstasjon. Som

erstatning for vannmerket ved Gamlebrua ble Gleda vannmerke opprettet i 1969. Gleda ble nedlagt i 1982 som følge av byggingen av Pikerfoss kraftverk som forstyrret måleprofilen ved vannmerket. Dataserien ved Kongsberg som er benyttet i videre analyser består av direkte observerte data ved Gamlebrua (15.15 Kongsberg) i perioden 1912-1969, og er siden 1969 og frem til i dag sammensatt av flere vannmerker/kraftverk ved skalering mhp. arealforhold og spesifikk avrenning; 15.60 Gleda (1969-1982), 15.61 Fosserød/Holmfoss (1982-1983), 15.100 Skollenborg (1984-2006) og 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg (2006-d.d.). Datakvaliteten på den sammensatte dataserien er usikker. Det gamle vannmerket 15.15 Kongsberg hadde måleprofil på en terskel og en godt oppmålt vannføringskurve. Dataene antas derfor å være av bra kvalitet. Observasjonene ved 15.60 Gleda er vurdert til ikke spesielt bra grunnet måleprofil i løsmasser og stadige profilendringer. 15.61 Holmfoss/Fosserød lenger ned i Lågen er vurdert til å ha bra datakvalitet. Målingene foretas i fjellprofil og vannføringskurven antas å være bra. Dataserien 15.100 Skollenborg består av kraftverksdata, og kvaliteten er usikker.

Dataserien ved Kongsberg er viktig da den over en lang periode gir observerte flommer for strekningen som skal flomfarekartlegges. I og med at denne serien er sammensatt av observasjoner fra vannmerker med ulik datakvalitet som beskrevet over og i Tabell 6, sammenlignes resultatene med 15.61 Holmfoss lenger ned i Numedalslågen og 15.23 Bruhaug lenger opp i vassdraget.

Målestasjonen 15.23 Bruhaug antas å ha god datakvalitet. Dataserien mangler observasjoner i perioden 1940-1964.

Siden 2005 finnes det vannføringsdata fra stasjonen 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg. Ved sammenligning av data fra Skollenborg og den nye stasjonen ved Kongsberg ser det ut til at data fra Skollenborg underestimerer flommer over 500 m<sup>3</sup>/s. Ved sammenligning med data fra 15.61 Holmfoss ser man at det var en uforholdsmessig stor økning av vannføringen mellom Skollenborg og Holmfoss ved flom. Også dette indikerer at data ved de største flommene ved Skollenborg er for lave.

Flomverdiene i fire år er korrigerte ved den lange dataserien for 15.15 Kongsberg, versjon 0, i analysene.

17.10.1987 ble det observert 579 m<sup>3</sup>/s ved Skollenborg. Riktig verdi anslås til 650 m<sup>3</sup>/s.

12.10.2000 ble det observert 577 m<sup>3</sup>/s ved Skollenborg. Riktig verdi anslås til 640 m<sup>3</sup>/s.

06.05.2004 ble det observert 509 m<sup>3</sup>/s ved Skollenborg. Riktig verdi anslås til 550 m<sup>3</sup>/s.

Disse anslagene er basert på sammenligning med data fra Holmfoss.

04.07.2007 ble det observert 717 m<sup>3</sup>/s ved Skollenborg. Ved 15.171 Kongsberg ble det observert 910 m<sup>3</sup>/s, som antas å være mest korrekt.

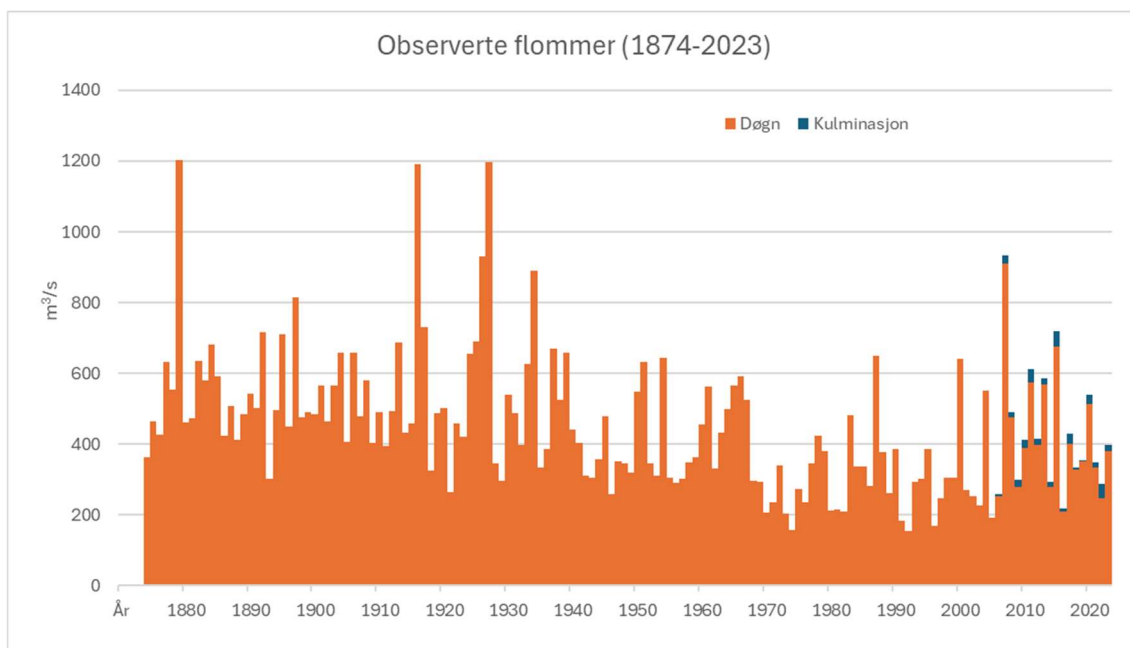
### **2.1.1 Historiske flommer**

Flommen i 1860 er en av de største flommene man vet om i Numedalslågen. Flomnivået ved Labro er kjent. Ved å benytte den eldste vannføringskurven derfra, får man et estimat på flommen på 1285 m<sup>3</sup>/s (Roald, 2013). Det har også vært store historiske flommer i årene 1653, 1789 (Storofsen) og 1822.



## 2.2 Observerte flommer i vassdraget

Den sammensatte observasjonsserien for Kongsberg gir et godt bilde av observerte flommer i Numedalslågen, både før og etter regulering, se Figur 7.



Figur 7. Røde søyler viser døgnmiddelvannføring og blå søyler kulminasjonsverdier (findata f.o.m 2006).

I Tabell 7 er de største årlige døgnmiddelflommene ved Kongsberg presentert, hhv. før og etter regulering. De største observerte døgnmiddelflommene fant sted før de største reguleringene i vassdraget var fullt utbygd. Flommene i 1926 og 1927 var også svært store på hhv. 932 og 1198 m<sup>3</sup>/s. I denne perioden var reguleringene i vassdraget allerede under utbygging, men ikke fullt utbygget.

Tabell 7. Største observerte døgnmiddelvannføringer (årsflom) for Numedalslågen ved Kongsberg, før og etter de største reguleringene (1940).

| 15.15 Kongsberg (18-19)<br>(uregulerte forhold) |                   | 15.15 Kongsberg (1970-2023)<br>(regulerte forhold) |                   |
|---|-------------------|--|-------------------|
| Dato  | m <sup>3</sup> /s | Dato   | m <sup>3</sup> /s |
| 30.05.1879                                      | 1204              | 05.07.2007   | 910               |
| 11.05.1916                                      | 1192              | 16.09.2015   | 675               |
| 31.05.1897                                      | 816               | 17.10.1987   | 650*              |
| 31.05.1917                                      | 731               | 12.10.2000   | 640*              |
| 09.10.1892                                      | 717               | 24.07.2011   | 574               |

\* Flomvannføringene er manuelt korrigert.

## 3 Resultater

Vassdraget har stor reguleringsgrad, spesielt i øvre deler. Ser vi på reguleringsgrad magasin rett nedstrøms Tunhovdfjord er den på 0,74, mens den er på 0,42 ved Kongsberg. Reguleringene har en reduserende effekt på flomvannføringene i vassdraget, spesielt for flommer om våren. Dette bekreftes også ut fra observasjoner (Figur 7. Røde søyler viser døgnmiddelvannføring og blå søyler kulminasjonsverdier (findata f.o.m 2006). Figur 7). Samtidig er det et relativt stor uregulert restfelt nedstrøms magasinene ned til Kongsberg. Hvordan dette påvirker høye gjentaksintervall er drøftet nærmere i dette kapitlet.

### 3.1 Bearbeidelse av datagrunnlaget

Det er tilrettelagt to serier som er viktige i deler av flomfrekvensanalysen. Det ene er en tilsigsserie for 15.15 Kongsberg (arbeidsserie 15.15.0.1051.3). Tilsigsserien «fjerner» dempningen i magasinene, og vil derfor bedre representere uregulert vannføring ved Kongsberg. I tillegg er det konstruert en lang sammensatt serie fra ulike målestasjoner ved eller i nærheten av Kongsberg. For denne serien er det også gjort manuelle korrigeringer av enkelte store flommer basert på antakelser om underestimering av flommer. Hvordan seriene er konstruert er nærmere omtalt kapittel 2.1.

### 3.2 Frekvensanalyse og regulerte vassdrag

I vassdrag med høy reguleringsgrad er små, naturlige flommer i stor grad dempet. Prosessene som skaper de største flommene etter regulering kan være noe forskjellige fra den gang da vassdraget var uregulert. For eksempel kan magasin med stor lagringskapasitet dempe flommen helt eller delvis, mens fulle magasin gir liten demping og kan i noen tilfeller også bidra til økt flom nedstrøms magasinet. Driften av kraftverket eller endringer i kraftsystemet over tid vil også kunne påvirke flomstørrelsene. Flommer i regulerte vassdrag kan derfor vise ulike terskeeffekter. Frekvensanalyser gjort på regulerte tidsserier kan dermed inneholde flommer som oppfører seg ulikt og kommer fra ulike populasjoner.

Forutsatt at en tidsserie har en tilfredsstillende lengde og at reguleringene er stabile kan likevel regulerte vannføringsserier benyttes til å beregne flommer med lave gjentaksintervall. For høye gjentaksintervall bør man bruke dataene med mer forsiktighet. En mye brukt antakelse er at ved de største flommene, vil flommene nærme seg uregulert tilstand. I vassdrag med lav reguleringsgrad vil dette være en ok tilnærming, men i vassdrag med høy reguleringsgrad-magasin, som Numedalslågen til en viss grad har, bør man vurdere om reguleringene har dempende effekt selv på de største flommene.

### 3.3 Døgnmiddelvannføring

#### 3.3.1 Flomfrekvensanalyse

Frekvensanalysene er gjort etter gjeldene anbefalinger i Veileder for flomberegninger (NVE-veileder nr. 1/2022). Det er forsøkt ulike tilpasninger av frekvenskurvene i regulert periode og for tilsigsserien.

Frekvensanalysene i Tabell 8 skiller mellom analyser før og etter reguleringene i vassdraget. Flomfrekvensanalysene fra de ulike stasjonene er utført på døgnmiddelverdier. Middelflom

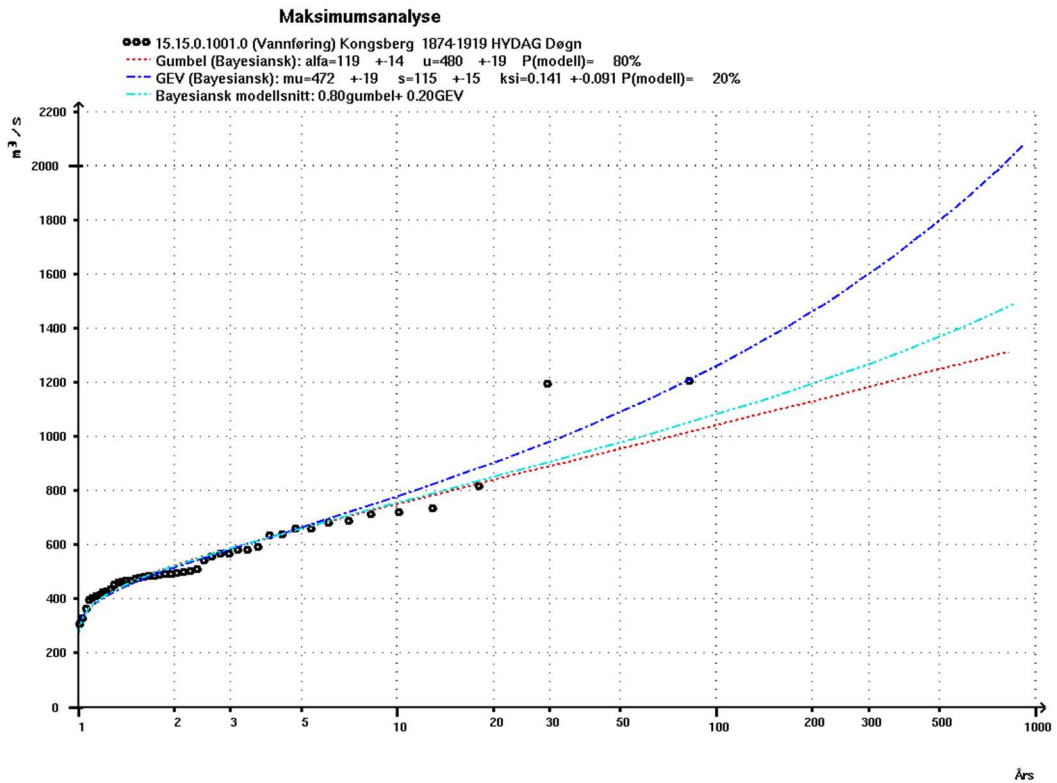
( $Q_M$ ) er gitt i absolutte og spesifikke verdier, og flommer med forskjellige gjentaksintervall ( $Q_T$ ) som en faktor i forhold til midlere flom (vekstkurve).

Generelt er det anbefalt å bruke «Full lokal + regional» metode ved frekvensanalyse på uregulerte vannføringsserier. Flomanalyseprogrammet har ikke enkelt tilrettelagt for bruk av seriearkivet for arbeidsserier, så tilpasningen «Full lokal + regional» er ikke forsøkt for alle periodealternativene for uregulert vannføring. For tidsserier med mer enn 50 år med data, er det anbefalt å bruke GEV-fordelingen. Gumbel-fordelingen er anbefalt for serier på mindre enn 50 år. I noen av frekvensanalysene ble bayesiansk modellgjennomsnitt av Gumbel/GEV (betegnet ML) benyttet.

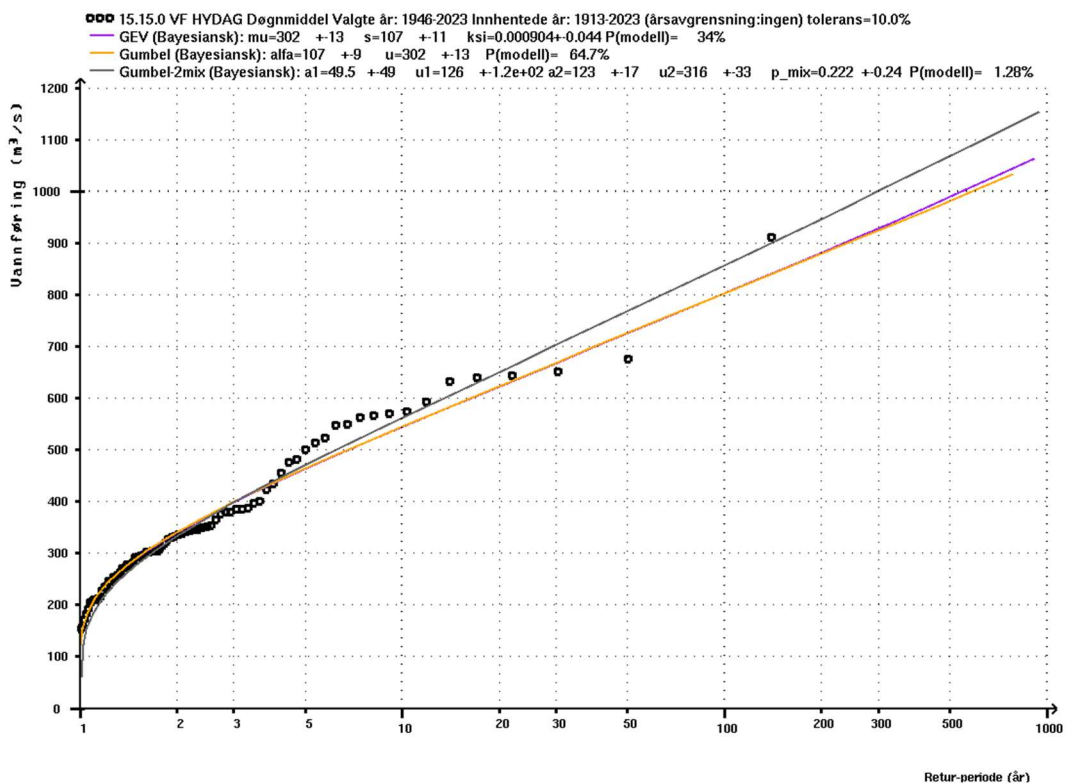
For de regulerte periodene er det også forsøkt å bruke en blandet 2-gumbel-fordeling. Ved lange serier og der observasjonene kan inneholde «terskelverdier», kan dette være en alternativ metode for tilpasningen til dataene.

**Tabell 8. Flomfrekvensanalyser på døgnmiddelverdier (årsflommer) for aktuelle målestasjoner. Tabellen viser middelflom ( $Q_M$ ) og vekstkurve (forholdstall mellom middelflom og flommer med høyere gjentaksintervall,  $Q_T/Q_M$ ).**

| Stasjon                                       | Periode   | Ant. År | $Q_M$               |                   | $Q_5/Q_M$ | $Q_{10}/Q_M$ | $Q_{20}/Q_M$ | $Q_{50}/Q_M$ | $Q_{100}/Q_M$ | $Q_{200}/Q_M$ | $Q_{500}/Q_M$ | $Q_{1000}/Q_M$ | Kommentar          |
|---|-----------|---------|---------------------|-------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|
|   |           |         | l/s/km <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s |           |              |              |              |               |               |               |                |                    |
| <b>Tilnærmet uregulert periode</b>            |           |         |                     |                   |           |              |              |              |               |               |               |                |                    |
| 15.15 Kongsberg                               | 1874-1919 | 46      | 129                 | 551               | 1,20      | 1,38         | 1,55         | 1,79         | 1,97          | 2,18          | 2,50          | 2,80           | Bay-ML             |
| 15.15 Kongsberg (tilsig)                      | 1913-2022 | 110     | <b>132</b>          | 561               | 1,24      | 1,44         | 1,63         | 1,90         | 2,11          | 2,34          | 2,67          | 2,95           | GEV (Bay.)         |
| 15.15 Kongsberg (tilsig)                      | 1913-2022 | 110     | <b>132</b>          | 561               | 1,23      | 1,41         | 1,57         | 1,79         | 1,94          | 2,10          | 2,31          | 2,47           | F.L+ Reg. GEV      |
| 15.79 Ossjøen                                 | 1956-2023 | 68      | <b>176</b>          | 208               | 1,21      | 1,36         | 1,51         | 1,70         | 1,84          | 1,98          | 2,17          | 2,32           | F.L+ Reg. GEV      |
| 12.97 Bergheim                                | 1920-1939 | 20      | <b>178</b>          | 754               | 1,24      | 1,40         | 1,55         | 1,74         | 1,88          | 2,01          | 2,18          | 2,31           | F.L+Reg. GEV*      |
| 12.178 Eggedal                                | 1972-2023 | 52      | <b>268</b>          | 87                | 1,28      | 1,51         | 1,74         | 2,05         | 2,28          | 2,53          | 2,86          | 3,12           | F.L+ Reg. GEV      |
| <b>Periode etter de største reguleringene</b> |           |         |                     |                   |           |              |              |              |               |               |               |                |                    |
| 15.15 Kongsberg                               | 1946-2023 | 78      | <b>86</b>           | 365               | 1,31      | 1,57         | 1,83         | 2,17         | 2,45          | 2,74          | 3,17          | 3,56           | Gum-2mix           |
| 15.15 Kongsberg                               | 1971-2023 | 53      | <b>81</b>           | 347               | 1,35      | 1,65         | 1,97         | 2,44         | 2,83          | 3,23          | 3,78          | 4,20           | Gum-2mix** Ustabil |
| 15.23 Bruhaug                                 | 1971-2023 | 52      | <b>73</b>           | 252               | 1,26      | 1,48         | 1,68         | 1,95         | 2,15          | 2,34          | 2,62          | 2,82           | Bay-ML             |
| 15.23 Bruhaug                                 | 1965-2023 | 58      | <b>74</b>           | 258               | 1,26      | 1,53         | 1,84         | 2,32         | 2,72          | 3,16          | 3,74          | 4,19           | Gum-2mix           |
| 15.61 Holmfoss                                | 1971-2023 | 53      | <b>84</b>           | 436               | 1,30      | 1,55         | 1,81         | 2,17         | 2,47          | 2,80          | 3,28          | 3,68           | Gum-2mix           |
| <b>Felles uregulert og regulert periode</b>   |           |         |                     |                   |           |              |              |              |               |               |               |                |                    |
| 15.15 Kongsberg                               | 1874-2023 | 150     | <b>106</b>          | 450               | 1,30      | 1,54         | 1,77         | 2,08         | 2,32          | 2,55          | 2,88          | 3,13           | Bay-ML             |
| 15.15 Kongsberg                               | 1913-2023 | 111     | <b>98</b>           | 418               | 1,31      | 1,60         | 1,88         | 2,26         | 2,57          | 2,89          | 3,34          | 3,69           | Gum-2mix           |



**Figur 8. Flomfrekvensanalyse (Bayesiansk modellgjennomsnitt av GEV og Gumbel) for utvidet og sammensatt observasjonsserie med uregulerte data ved målestasjon 15.15 Kongsberg. Analysen er utført på døgnmiddelverdier av årsflommer.**



**Figur 9. Flomfrekvensanalyse (GEV og Gumbel og blandet 2-Gumbel-fordeling) for sammensatt observasjonsserie med regulerte data ved målestasjon 15.15 Kongsberg. Analysen er utført på døgnmiddelverdier av årsflommer.**

### 3.3.2 Regional flomfrekvensanalyse

Det er også gjort beregninger med formelverk, RFFA-2018 i NEVINA. Resultatene for Numedalslågen ved Kongsberg og for to andre målestasjonene i Numedalslågen er presentert i Tabell 9 og representerer uregulerte forhold. Sammenlignet med observasjoner virker resultatene å være noe for små.

**Tabell 9. Døgnmiddelverdier estimert med formelverk, RFFA 2018 i NEVINA. Tabellen viser middelflom ( $Q_M$ ), i spesifikke og absolutte verdier, og vekstkurve (forholdstall mellom middelflom og flommer med høyere gjentaksintervall,  $Q_T/Q_M$ ).**

| Beregningspunkt | Areal (km <sup>2</sup> ) | $Q_M$               |                   | $Q_5/$ | $Q_{10}/$ | $Q_{20}/$ | $Q_{50}/$ | $Q_{100}/$ | $Q_{200}/$ | $Q_{500}/$ | $Q_{1000}/$ |
|-----------------|--------------------------|---------------------|-------------------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
|                 |                          | l/s/km <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s | $Q_M$  | $Q_M$     | $Q_M$     | $Q_M$     | $Q_M$      | $Q_M$      | $Q_M$      | $Q_M$       |
| N. v/Kongsberg  | 4263                     | <b>109</b>          | 467               | 1,28   | 1,46      | 1,62      | 1,82      | 1,96       | 2,09       | 2,26       | 2,38        |
| 15.23 Bruhaug   | 3466                     | <b>127</b>          | 441               | 1,30   | 1,49      | 1,66      | 1,87      | 2,03       | 2,18       | 2,37       | 2,50        |
| 15.61 Holmfoss  | 5202                     | <b>93</b>           | 484               | 1,27   | 1,44      | 1,59      | 1,78      | 1,91       | 2,03       | 2,18       | 2,28        |

### 3.3.3 Vurdering av middelflom

Det er gode data tilgjengelig for å vurdere middelflom for Numedalslågen ved Kongsberg. Det legges til grunn observasjoner for perioden 1874-1919 for å bestemme uregulert middelflom og perioden 1971-2023 for dagens regulerte forhold.

Tabell 10 viser middelflom for de to periodene for hhv. uregulert og regulert vannføring. Figur 7 viser den observerte tidsseriene. Siden dette er gamle data for uregulert periode, finnes det lite informasjon om datakvaliteten.

**Tabell 10. Middelflom for vannføringsstasjoner i Numedalslågen. Observasjonene representerer hhv. uregulert vannføring og dagens regulerte vannføring. Middelflom beregnet med RFFA-2018 i egen kolonne for sammenligning.**

| Stasjon         | Areal (km <sup>2</sup> ) | Tidsperiode (-) | Ant. år (-) | $Q_M$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_M$ (l/s/km <sup>2</sup> ) | RFFA (l/s/km <sup>2</sup> ) |
|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 15.15 Kongsberg | 4261                     | 1874-1919       | 46          | 551                       | 129                          | 109                         |
| 15.15 Kongsberg | 4261                     | 1971-2023       | 53          | 347                       | 81                           | -                           |

Observasjonene for uregulert periode virker rimelige, og verdiene er sammenlignbare med det tilsigsserien gir.

For regulert periode ser vi at middelflommen har avtatt med ca. 200 m<sup>3</sup>/s ved Kongsberg sammenlignet med uregulerte forhold. Det er også en liten trend at spesifikke flomverdier stiger noe på strekningen mellom Bruhaug og Holmfoss. Dette kommer av at størrelsen på det uregulerte restfeltet øker nedover i vassdraget, og at påvirkningen av reguleringene dermed relativt sett avtar noe.

For å vurdere middelflom for restfeltet i Numedalslågen nedstrøms de største reguleringene, er det flere måter å gjøre dette på. Tre alternativer kan være å i) å tilpasse regionalt formelverk, ii) sammenligningsstasjon og iii) sammenligne vannføringer ved målestasjonene 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg og 15.61 Holmfoss fratrukket vannføringer ved 15.23 Bruhaug korrigert for transporttid i vassdraget. En slik analyse kan være nyttig om man ønsker å anslå egne flomverdier for restfeltet og legge til et bidrag fra oppstrøms magasiner.

### Metode i)

Det er benyttet regionalt formelverk for å anslå flommer for tre ulike restfelt. Felt- og klimaparametere for restfeltene er funnet ved å beregne disse for hhv. totalfelt og oppstrøm nedbørfelt i NEVINA. Egenskapene for restfeltet er deretter funnet ved å trekke oppstrøms felt fra totalfeltet. Feltegenskapene er deretter lagt inn i formelverket for RFFA-2018. Tabell 11 viser resultatene for restfeltet basert på denne metoden. For restfeltet mellom Kongsberg og Tunhovdfjorden inngår fortsatt reguleringene fra bl.a. magasinene Sønstevatn og flere mindre magasiner.

**Tabell 11. Døgnmiddelverdier estimert med formelverk, RFFA 2018 i NEVINA. Tabellen viser middelflom ( $Q_M$ ), i spesifikke og absolutte verdier, og flommer for ulike gjentakintervall,  $Q_T$ . Verdiene gjelder for restfeltet mellom de to punktene.**

| Restfelt               | Areal (km <sup>2</sup> ) | $Q_M$               |                   | $Q_5$ | $Q_{10}$ | $Q_{20}$ | $Q_{50}$ | $Q_{100}$ | $Q_{200}$ | $Q_{500}$ | $Q_{1000}$ |
|------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                        |                          | l/s/km <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s |       |          |          |          |           |           |           |            |
| Kongsberg - Bruhaug    | 795                      | <b>183</b>          | 146               | 496   | 231      | 264      | 307      | 339       | 372       | 416       | 449        |
| Holmfoss - Bruhaug     | 1737                     | <b>146</b>          | 254               | 340   | 396      | 449      | 518      | 569       | 620       | 686       | 736        |
| Kongsberg-Tunhovdfjord | 2403                     | <b>154</b>          | 370               | 497   | 579      | 656      | 753      | 825       | 894       | 984       | 1051       |

### Metode ii)

Det er ikke noen målestasjoner i umiddelbar nærhet som har tilsvarende egenskaper som restfeltet mellom Kongsberg og Bruhaug / Tunhovdfjord. Målestasjon 12.178 Eggedal er kanskje det som umiddelbart ligner mest, men feltet er betydelig mindre. Spesifikke flomverdier i dette feltet vil derfor trolig være for store sammenlignet med hva som er reelt for restfeltet. Trolig vil både middelflom og flomfrekvensfaktorene være for store ved målestasjonen.

Vi kan allikevel skalere opp disse for å angi et «øvre estimat» på hva som kan være sannsynlig for restfeltet. Flomstørrelsene basert på ren skalering mot areal er angitt i Tabell 12.

**Tabell 12. Døgnmiddelverdier estimert med sammenligningsstasjon 12.178 Eggedal. Tabellen viser middelflom ( $Q_M$ ), i spesifikke og absolutte verdier, og flommer for ulike gjentakintervall,  $Q_T$ . Verdiene gjelder for restfeltet mellom de to punktene.**

| Restfelt               | Areal (km <sup>2</sup> ) | $Q_M$               |                   | $Q_5$ | $Q_{10}$ | $Q_{20}$ | $Q_{50}$ | $Q_{100}$ | $Q_{200}$ | $Q_{500}$ | $Q_{1000}$ |
|------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                        |                          | l/s/km <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s |       |          |          |          |           |           |           |            |
| Kongsberg - Bruhaug    | 795                      | <b>268</b>          | 213               | 273   | 322      | 371      | 437      | 486       | 539       | 609       | 665        |
| Holmfoss - Bruhaug     | 1737                     | <b>268</b>          | 466               | 596   | 703      | 810      | 954      | 1061      | 1178      | 1331      | 1452       |
| Kongsberg-Tunhovdfjord | 2403                     | <b>268</b>          | 644               | 824   | 972      | 1121     | 1320     | 1468      | 1629      | 1842      | 2009       |

### Metode iii)

Her er det kun sett på feltet mellom Kongsberg og Bruhaug. Basert på observert avvik i tidspunktet ved kulminasjon på målestasjonene 15.23 Bruhaug og 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg, er det estimert en transporttid med et gjennomsnitt på ca. 12 timer. Dette tilsvarer en hastighet på vannet på 1,4 m/s. Dette virker rimelig sett opp mot standard antakelser om hastighet på vannet mellom 1 – 2 m/s.

Analysen er utført på døgn og timesverdier for perioden 2005 - 2023. Største estimerte flombidrag fra restfeltet er 3. september 2015 på hhv. 395- og 484 m<sup>3</sup>/s for døgn og kulminasjon. Dette tilsvarer rundt en 100-årsflom. Det er noe unøyaktigheter i datagrunnlaget ved denne tilnærmingen.

**Tabell 13. Flommer for døgnmiddel- og kulminasjonsverdier estimert med at vannføringer ved 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg er fratrukket vannføringer ved 15.23 Bruhaug korrigert for transporttid. Tabellen viser middelflom (QM), i spesifikke og absolutte verdier, og flommer med høyere gjentaksintervall, QT. Verdiene gjelder for restfeltet mellom de to punktene.**

| Restfelt                    | Areal (km <sup>2</sup> ) | Q <sub>M</sub>      |                   | Q <sub>5</sub> | Q <sub>10</sub> | Q <sub>20</sub> | Q <sub>50</sub> | Q <sub>100</sub> | Q <sub>200</sub> | Q <sub>500</sub> | Q <sub>1000</sub> |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
|                             |                          | l/s/km <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s |                |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                   |
| Kongsberg – Bruhaug (kulm.) | 795                      | 259                 | 206               | 272            | 325             | 376             | 442             | 491              | 540              | 606              | 655               |
| Kongsberg – Bruhaug (døgn)  | 795                      | 220                 | 175               | 225            | 267             | 306             | 357             | 396              | 434              | 484              | 522               |

### 3.3.4 Vurdering av vekstkurver

Flomfrekvensanalysene viser forholdsvis stort sprik i vekstkurven mellom stasjoner og ulike perioder. Siden analysene er utført på både uregulerte og regulerte data, er det naturlig å skille mellom disse to periodene.

#### Uregulerte forhold

Forholdet  $Q_{200}/Q_M$  varierer mellom 1,98-2,53 og  $Q_{1000}/Q_M$  varierer mellom 2,31 og 2,95. Det er en tendens at metoden Full lokal + regional metode (F.L. + Reg GEV) trekker frekvensfaktorene noe ned for tilsigsserien sammenlignet med metoder uten regional informasjon for observasjonsperioden ved Kongsberg.

Den regionale kurven for svært store nedbørfelt er generelt flatere enn for mindre felt. For uregulert periode så virker Bayesiansk modellgjennomsnitt som et fornuftig valg.

#### Regulert periode

I perioden etter regulering ser man at spesifikk middelflom ved Kongsberg er betydelig redusert. Samtidig er det enkelte store flommer i datagrunnlaget. Dette gjør at frekvenskurven er brattere etter regulering. Dette er typisk noe man ser i regulerte vassdrag generelt.

Dagens forhold i vassdraget er antatt å være godt representert ved observasjoner i perioden fra 1971-2023. Det er kun skjedd mindre endringer i reguleringsforutsetningene i denne perioden. Samtidig er perioden noe kort for å gi gode estimater for de største gjentaksintervallene.



For å dekke en noe lenger periode er det også sett på data for årene 1946-2023. Mange av de store magasinene var også i drift i hele denne perioden.

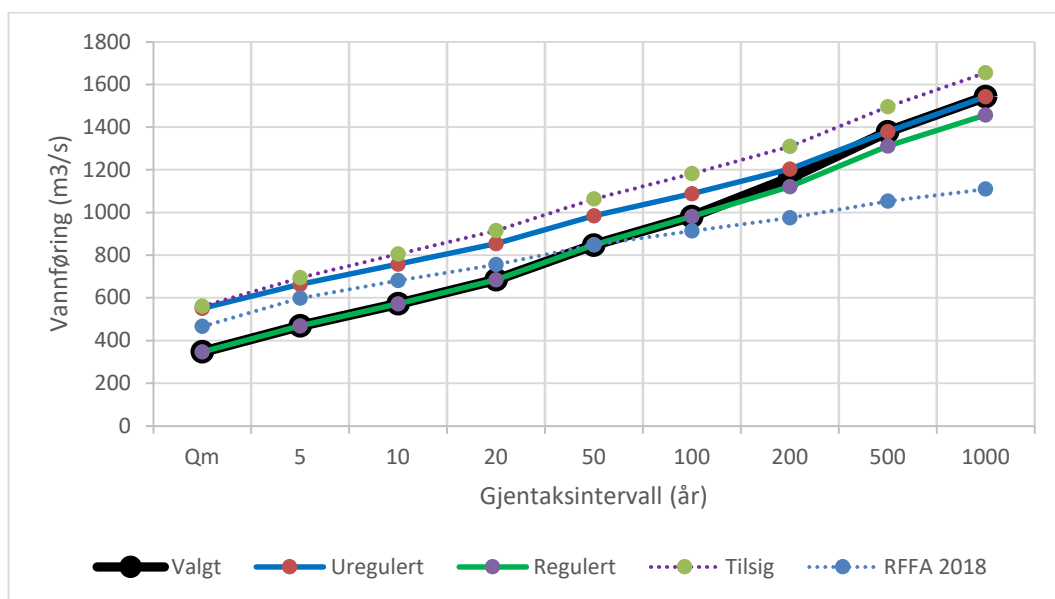
For regulerte observasjonsserier bør man være forsiktig med å benytte estimeringsmetoder tillagt regional forkunnskap basert på uregulerte vannføringsdata. Det er derfor tilpasset Gumbel- og GEV-fordelinger på tradisjonelt vis, og det er forsøkt å tilpasse en blandet 2-Gumbelfordeling.

Basert på dette datagrunnlaget så ser vi at forholdet  $Q_{200}/Q_M$  varierer mellom 2,34-3,23 og  $Q_{1000}/Q_M$  varierer mellom 2,82-4,20.

### 3.3.5 Døgnmiddelflommer for Kongsberg

Reguleringene i vassdraget har redusert flommene, og de små flommene er dempet mye. For regulert periode har middelflommen avtatt med ca. 200 m<sup>3</sup>/s ved Kongsberg sammenlignet med uregulerte forhold. Det er vanlig å anta at reguleringens flomdempende effekt avtar med de høyeste gjentakintervallene og at vassdraget dermed går mot en uregulert tilstand for de største flommene. I Numedalslågen er det høy reguleringsgrad, og det er sannsynlig at selv ved store flommer vil magasineringene i vassdraget påvirke flommene noe.

I Figur 10 er frekvensanalysen på uregulert og regulert periode sammenlignet. Bruker man en tilnærming med en gradvis reduksjon i flomdempingen, får man flomverdier som vist i Tabell 14.



Figur 10. Beregnede flomverdier (døgnmiddelverdier) ved Kongsberg ved ulike tilnærminger. Anbefalte verdier er gitt ved sort tykk linje.

**Tabell 14. Beregnede flomverdier (døgnmiddelverdier) ved Kongsberg ved ulike tilnærminger. Anbefalte verdier er gitt i fet skrift.**

| Beregningspunkt                | Q <sub>M</sub>      |                   | 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) |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------|--|--|--|---|---|---|--|
|                                | l/s/km <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s |                                       |  |  |  |   |   |   |  |
| Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> | -                   | -                 | 1,35                                  | 1,65                                   | 1,97                                   | 2,44                                   | 2,83                                    | 3,35                                      | 3,97                                      | 4,45                                     |
| Kongsberg tilsig               | 132                 | 561               | 695                                   | 806                                    | 915                                    | 1064                                   | 1183                                    | 1310                                      | 1497                                      | 1656                                     |
| Kongsberg ureg.                | 129                 | 551               | 663                                   | 759                                    | 854                                    | 985                                    | 1088                                    | <b>1203</b>                               | <b>1379</b>                               | <b>1543</b>                              |
| RFFA-2018                      | 109                 | 467               | 599                                   | 681                                    | 757                                    | 849                                    | 914                                     | 976                                       | 1054                                      | 1110                                     |
| Kongsberg regulert             | <b>81</b>           | <b>347</b>        | <b>469</b>                            | <b>572</b>                             | <b>685</b>                             | <b>847</b>                             | <b>981</b>                              | <b>1121</b>                               | 1311                                      | 1457                                     |
| <b>Valgt</b>                   | <b>81</b>           | <b>347</b>        | <b>469</b>                            | <b>572</b>                             | <b>685</b>                             | <b>847</b>                             | <b>981</b>                              | <b>1162</b>                               | <b>1379</b>                               | <b>1543</b>                              |
| Flomdemping                    | -                   | 204               | 194                                   | 187                                    | 169                                    | 137                                    | 106                                     | 41  | 0   | 0  |

I flomberegning for dammer i Numedalslågen er PMF beregnet for Gamlebrufoss (Norconsult, 2018). Tilsigsflommen er beregnet med nedbør- avløpsmodell (HBV) og flommen kulminerer på 2772 m<sup>3</sup>/s. Tilsigsflommen rutes gjennom magasinene Pålsbufjord, Tunhovdfjord og Sønstevatn. Tilsigsflommen dempes med 308 m<sup>3</sup>/s, slik at avløpsflommen blir 2464 m<sup>3</sup>/s. Noe av effekten i en slik ruting kan også være tilstede ved uregulerte forhold, der naturlige innsjøer også vil virke flomdempende.

Rutingen kan indikere at det fortsatt vil være noe flomdempning i magasinene selv når de er fulle. Og det kan være en noe konservativ antakelse at vassdraget går mot uregulerte forhold for de største flommene.

### 3.4 Kulminasjonsvannføring

Kulminasjonsvannføringen (momentanvannføringen) kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen.

Kulminasjonsvannføringen kan fås direkte ved å gjøre en flomfrekvensanalyse på kulminasjonsdata, eller via en flomfrekvensanalyse på døgnndata sammen med et forholdstall mellom kulminasjonsvannføring og døgnvannføring. Forholdstallet kan beregnes ut fra formler (RFFA-2018) eller observert kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring for én eller flere av de største flommene ved målestasjoner i vassdraget eller representative målestasjoner.

Observasjoner med fin tidsoppløsning finnes siden 2006 i Kongsberg. Denne serien har dermed under 20 år med data og er dermed noe kort for å gjøre en selvstendig flomfrekvensanalyse.

Smelteflommer, som er vanlig i Numedalslågen om våren, har ofte relativt lang varighet og stort volum. Dette gir normalt en mer moderat forskjell mellom kulminasjons- og døgnmiddelflommen enn for høstflommer. Høstflommer er dominert av regn og har ofte kortere varighet. Vannføringen i elva stiger og avtar da raskere og forløpet blir spissere. Dermed blir forholdstallet normalt også større. Feltareal, andel effektiv sjøprosent og grad av regulering kan også påvirke dette forholdstallet. Noen av de største observerte flommene i vassdraget de siste årene har vært dominert av nedbør.

For Kongsberg vil flomepisoder kunne opptre både vår og høst. Flommene kan derfor være forårsaket av enten snøsmelting, regn eller en kombinasjon av disse. Man kan dermed vente at

forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring kan variere noe fra flomepisode til flomepisode.

I påfølgende delkapitler beregnes kulminasjonsvannføringen på to ulike måter:

**Alternativ 1:** Kulminasjonsvannføring via døgnmiddelvannføring og et forholdstall  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ .

**Alternativ 2:** Kulminasjonsvannføring via flomfrekvensanalyse på kulminasjonsvannføringer for lave gjentaksintervall som da representerer dagens regulerte forhold. Serien med findata ved Kongsberg er noe kort og egner seg ikke for store gjentaksintervall.

### 3.4.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjon

Tabell 15 viser observert  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$  for de fem største års-flommene ved 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg for tidsperioden 2006-2023 med tilgang på findata. Det største forholdstallet for de 5 største flommene er mellom 6-7 %, og gjennomsnittet er i underkant av 5 %.

Det største forholdstallet i hele perioden 2006-2023 er på 1,17 under høstflommen i 2022. Dette var ingen spesielt stor flom, og vurderes som høyt. Dette har bla. sin årsak i at flommen kulminerte ved midnatt.

**Tabell 15. Forholdstall  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$  for de fem største års-flommene ved 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg i observasjonsperiode med findata (2006-2023).**

| Dato                      | Kulm<br>(m <sup>3</sup> /s) | Døgn<br>(m <sup>3</sup> /s) | $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 05.07.2007                | 910                         | 933                         | 1,024                            |
| 16.09.2015                | 675                         | 718                         | 1,063                            |
| 24.07.2011                | 574                         | 611                         | 1,064                            |
| 17.05.2013                | 570                         | 587                         | 1,030                            |
| 05.10.2010                | 514                         | 540                         | 1,050                            |
| <b>Gj.snitt 5 største</b> |                             |                             | <b>1,046</b>                     |

Forholdstallet  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$  er beregnet til 1,04 for Kongsberg med formelverket RFFA-2018 i NEVINA. Denne verdien representerer i utgangspunktet uregulerte forhold i vassdraget. Verdien stemmer allikevel godt overens med det som er observert i de seneste årene i regulert periode.

Forholdstallene for årsflommene i hhv. 2007, 2015, 200 og 2011 ved målestasjon 15.61 Holmfoss gir et gjennomsnitt på 1,05. Variasjonsområdet er fra 1,02 til 1,09. Dette samsvarer godt med hva som er observert ved Kongsberg.

Observerte data viser at forholdstallet  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$  varierer noe fra flomepisode til flomepisode, men at de ofte ligger rundt 1,03-1,07. Til sammenligning ble forholdstallet beregnet til 1,04 med formelverk (RFFA-2018) i NEVINA som tar i utgangspunkt i uregulerte forhold. For videre analyser velges  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$  lik **1,05** for Kongsberg. Dette tilsvarer gjennomsnittet av de fem største flommene.

### 3.4.2 Kulminasjonsvannføringer via døgndata og $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ (alt.1)

NVE-Veileder 1/2022 anbefaler at man benytter samme forholdstall for alle gjentaksintervall. Ved bruk av  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ , som valgt i avsnittet over, blir resulterende kulminasjonsverdier som vist i Tabell 16.

**Tabell 16. Resulterende kulminasjonsverdier for beregningspunktene ved bruk av resultater fra frekvensanalyser på døgnerverdier og et forholdstall ( $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ ).**

| Beregningspunkt              | $Q_{\text{mom}}/$<br>$Q_{\text{døgn}}$ | $Q_M$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_5$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{10}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{20}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{50}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{100}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{200}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{500}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{1000}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ |
|------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Numedalslågen<br>v/Kongsberg | 1,05                                   | 364                            | 492                            | 601                               | 719                               | 890                               | 1030                               | 1220                               | 1448                               | 1621                                |

### 3.4.3 Kulminasjonsvannføring fra lokal flomfrekvensanalyse (alt.2)

Det gir trolig lite tilleggsinformasjon i å gjøre lokale frekvensanalyser på findata fra 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg. Observasjonsserien er kort, og usikkerheten i resultatene vil fort bli stor for høye gjentaksintervall.

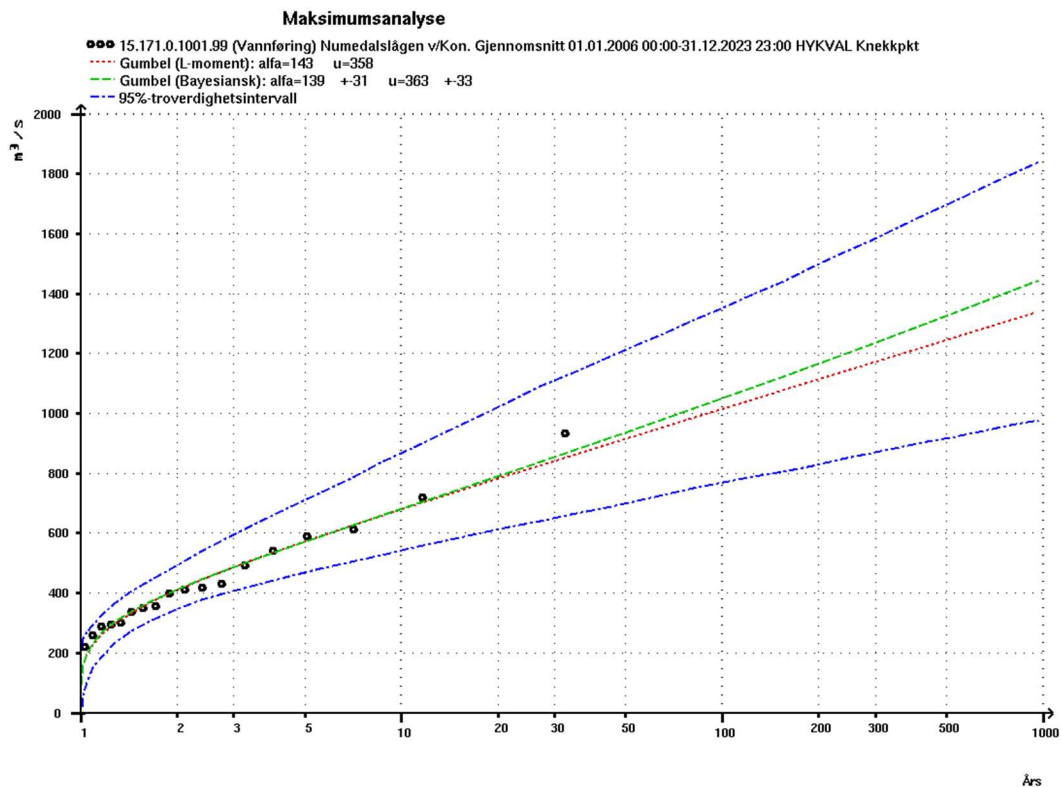
Det er allikevel lagt ved resultatene fra frekvensanalysen av en serie bestående av 18 år med findata.

Tabell 17 gir kulminasjonsverdier for middelflom ( $Q_M$ ) og flommer med forskjellige gjentaksintervall t.o.m. 50-års gjentaksintervall.

Analysen viser at det er relativt store forskjeller i flomverdier mellom metodene i alternativ 1 og 2. Dette kan skyldes at det har vært en del store flommer de siste årene, mens det var mange små flommer på 1970-, 80- og 90-tallet. Ut fra dette ser vi at usikkerheten i estimatene for kulminasjonsverdier er stor, se Figur 11. Det er vanskelig å vurdere om de siste 20-årene med regulerte data er mer representative enn en lenger periode med omtrent de samme reguleringsforholdene. Ser man på et glidende gjennomsnitt over 10- og 20 år i perioden 1946-2023 på døgndata, så varierer dette mellom 260 – 480  $\text{m}^3/\text{s}$  for 10-års glidende middel og 299 – 436  $\text{m}^3/\text{s}$  over 20 år. Det er relativt stor variasjon i verdiene over kortere perioder.

**Tabell 17. Resulterende kulminasjonsverdier for beregningspunktene ved bruk av resultater fra frekvensanalyser direkte på kulminasjonsverdier.**

| Beregningspunkt              | $Q_M$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_5$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{10}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{20}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{50}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{100}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{200}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{500}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | $Q_{1000}$<br>$\text{m}^3/\text{s}$ |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Numedalslågen<br>v/Kongsberg | 440                            | 574                            | 684                               | 792                               | 938                               | -                                  | -                                  | -                                  | -                                   |



Figur 11. Frekvensanalyse av kulminasjonsverdier ved målestasjon 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg.

Tabell 17 viser at kulminasjonsflommer i regulert periode er mindre sammenlignet med døgnverdier i uregulert periode. Serien er for kort til å gi tilstrekkelig gode estimater for de største gjentaksintervallene. I eksisterende beregning for dammer i Numedalslågen (Norconsult, 2018), vises det at tilløpsflommen ( $Q_{PMF}$ ) dempes noe gjennom magasinene. I flomberegningen for damsikkerhet er konservative forutsetninger lagt til grunn ved at flommen starter på HRV og at overføring ut er antatt stengt.

### 3.5 Sammenstilling av resultater fra ulike metoder

Tabell 18 viser flomverdier for Kongsberg beregnet på to litt ulike måter:

**Alternativ 1:**  $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$ : Frekvensanalyse på døgnmiddelverdier (vekstkurve sammensatt serie ved 15.15 Kongsberg for hhv. regulert og uregulert periodene (1874-1919 og 1971-2023). Vannføringen er korrigert for enkelte store flommer. Middelflom og lave gjentaksintervall er basert på observasjoner fra regulert periode, og de høyeste gjentaksintervallene er basert på uregulert periode.

**Alternativ 2:**  $FFA_{kulm} + FFA_{kombinert}$ : Frekvensanalyse på kulminasjonsverdier fra 15.171 Numedalslågen v/Kongsberg i regulert periode. Serien er kort og antas å gi representative estimat opp til rundt  $Q_{50}$ . For gjentaksintervall større enn 50 år må metoden i Alternativ 1 benyttes.

**Tabell 18. Kulminasjonsvannføring anslått på ulike måter for Kongsberg. Prosentvis forskjell mellom flomverdiene beregnet på to ulike måter gis i nederste rad.**

| Beregningsmåte                       | $Q_M$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_5$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{10}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{20}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{50}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{100}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{200}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{500}$<br>m <sup>3</sup> /s | $Q_{1000}$<br>m <sup>3</sup> /s |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Alt. 1 $FFA_{døgn} \times C$         | 364                        | 492                        | 601                           | 719                           | 890                           | 1030                           | 1220                           | 1448                           | 1621                            |
| Alt. 2 $FFA_{kulm}$                  | 440                        | 574                        | 684                           | 792                           | 938                           | -                              | -                              | -                              | -                               |
| $(FFA_{døgn} \times C) / FFA_{kulm}$ | 83 %                       | 86 %                       | 88 %                          | 91 %                          | 95 %                          | -                              | -                              | -                              | -                               |

Kulminasjonsvannføring beregnet på de to ulike måtene gir forholdsvis stort avvik i flomestimatet for middelflom, og noe prosentvis avtakende avvik opp mot gjentaksintervall på 50 år. Alternativ 1 gir 17- 5 % lavere verdier for gjentaksintervall  $Q_M - Q_{50}$ .

## 4 Endelig valg av flomverdier

I en flomfrekvensanalyse opp til gjentaksintervall  $Q_{50}$ , bør estimatene komme fra observasjoner som beskriver dagens regulerte forhold ved Kongsberg. Det er to mulige måter å gjøre dette på. Enten direkte på kulminasjonsverdier, altså Alternativ 2. Denne metoden har kun en kort observasjonsperiode tilgjengelig. Ved bruk av Alternativ 1 er det mer data tilgjengelig, og ulike perioder kan legges til grunn. En sammenligning av ulike perioder viser at det er relativt stor variasjon i flomverdier over tid. Dette kan gi nokså store utslag i valgte flomverdier. Alternativ 2 gir verdier som er i øvre sjikt av variasjonsområdet, mens alternativ 1 gir verdier i nedre halvdel.

Etter å ha sett på det historiske utfallsrommet over tid, velger vi å gå videre med et middel av de to metodene opp til 50-års flom. For høyere gjentaksintervall følger vi estimatet i Alternativ 1.

Endelig valg av flomverdier i Numedalslågen ved Kongsberg er dermed vist i Tabell 19. Estimert reduksjon i flommer sammenlignet med uregulerte forhold som følge av reguleringene er også vist.

**Tabell 19. Endelig kulminasjonsvannføring for Numedalslågen ved Kongsberg. Reduksjon i flomstørrelser sammenlignet med uregulerte forhold er vist i nederste rad.**

| Beregningspunkt | Areal (km <sup>2</sup> ) | $Q_M$               |                   | $Q_5$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{10}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{20}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{50}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{100}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{200}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{500}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{1000}$ (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                 |                          | l/s/km <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s |                           |                              |                              |                              |                               |                               |                               |                                |
| Kongsberg       | 4258                     | 94                  | 402               | 533                       | 643                          | 756                          | 914                          | 1030                          | 1220                          | 1448                          | 1621                           |
| Reduksjon       | -                        | -                   | 177               | 163                       | 154                          | 141                          | 120                          | 112                           | 43                            | 0                             | 0                              |

## 5 Vurdering av flomverdier

### 5.1 Sammenligning med tidligere beregninger

I denne flomberegningen blir resultatene av kulminasjonsverdier noe lavere for de høyeste gjentaksintervallene sammenlignet med tidligere beregninger gjort av NVE i 2001 og 2012. Forskjellene er på 5-8 % for ulike gjentaksintervall. I flomberegningen for damsikkerhet (2012) er flomverdiene der beregnet noe lavere enn i denne beregningen. For gjentaksintervaller mindre eller lik 50 år, gir denne beregningen noe høyere estimater.

Forklaringen til forskjellene:

- Noe lenger observasjonsserie i regulert periode
- Andre frekvensfordelinger og parameterestimeringsmetoder er benyttet
- Historisk flominformasjon er vurdert

Tabell 20 viser forskjell mellom flomestimat fra hhv. 2001, 2012 og 2024 for Kongsberg.



**Tabell 20. Sammenligning av kulminasjonsvannføring fra to tidligere flomberegninger for Kongsberg og denne, utført i hhv. 2001, 2012 og 2024.**

| Beregning        | Q <sub>M</sub><br>m <sup>3</sup> /s | 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 |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| NVE, 2024        | 402                                 | 533                                 | 643                                  | 756                                  | 914                                  | 1030                                  | 1220                                  | 1448                                  | 1621                                   |
| Norconsult, 2012 | -                                   | -                                   | -                                    | -                                    | -                                    | -                                     | 1222                                  | 1371                                  | 1490                                   |
| NVE, 2012        | 373                                 | 473                                 | 567                                  | 667                                  | 805                                  | 1031                                  | 1314                                  | 1571                                  | 1790                                   |
| NVE, 2001        | 340                                 | 440                                 | 510                                  | 590                                  | 880                                  | 1230                                  | 1370                                  | 1570                                  | -                                      |

## 5.2 Sammenligning med erfaringstall

Sammenligner man uregulerte døgnverdier med regionalt formelverk (RFFA-2018), så gir observasjonene estimerte flomverdier som er større. Regulerte flomverdier for lave gjentaksintervall er mindre enn for uregulerte forhold, noe som tilsier at reguleringene i vassdraget har generelt en flomdempende effekt.

Oppdatert flomberegning for Hallingdal (Trondsen og Holmqvist, 2024) har spesifikke verdier som ligger en god del høyere enn for Numedalslågen. Dette gjelder både for uregulert og regulert periode.

I NVE Veileder nr. 01/2022 er det et lite sammenligningsgrunnlag for erfaringstall fra vassdrag større enn 500 km<sup>2</sup>. Det står følgende: «I enkelte felt på Vestlandet kan flomverdiene være større enn 1000 l/s pr. km<sup>2</sup>, ellers varierer de ned til under 300 l/s pr. km<sup>2</sup> i meget store felt, større enn 6000 km<sup>2</sup>, og i Glomma kanskje under 200 l/s pr. km<sup>2</sup>.».

Numedalslågen ligger øst for vannskillet i Sør-Norge og det er feil å sammenligne med nedbørrike og utsatte områder på Vestlandet. Nedre deler av Glomma blir også for stort.

Døgnmiddelverdier for Q<sub>1000</sub> i Numedalslågen ligger på 360 l/s/km<sup>2</sup>. Verdien er noe høyere enn for regionalt formelverk (RFFA-2018) og erfaringstall for Glomma, men lavere enn for nabovassdraget Hallingdal som har ca. 410 l/s/km<sup>2</sup>.

## 5.3 Sammenligning mot observerte flommer i vassdraget

Før regulering har det vært flere store flommer i vassdraget. Tre av disse har alle vært på rundt 1200 m<sup>3</sup>/s. Det største kjente flommen i vassdraget er trolig i 1860 og er estimert til 1285 m<sup>3</sup>/s. Ved uregulerte forhold er disse estimert til å ha et gjentaksintervall på rundt 200 år, og noe høyere for flommen i 1860.

Etter de største reguleringene i vassdraget var utbygd, er flommen i 2007 den største. Flommen kulminerte på 933 m<sup>3</sup>/s den 5. juli. I denne beregningen er dette estimert til drøyt en 50-årsflom.

Den største flommen (døgn) i tilsigsserien er fra den 30. juni 1927, og er estimert til 1481 m<sup>3</sup>/s. I analysen av tilsigsserien tilsvarer dette snaut en 500-årsflom.

Sett i lys av resultatene i analysene, virker observerte flommer og historiske flommer nok så rimelige. Observasjonene gir lite grunn til å si at resultatene i analysene er for høye eller for lave.

## 5.4 Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Numedalslågen kan karakteriseres som godt. Det finnes observasjoner i vassdraget siden 1874. Målinger har blitt gjort på ulike steder, og datakvaliteten er usikker for eldre data. Det er gjort enkelte manuelle korrigeringer av store flommer.

Det finnes en kort serie på i underkant av 20 år med findata fra vassdraget.

En stor del av usikkerheten i denne flomberegningen er antagelsene om reguleringens effekt på flommer med gjentaksintervall på ca. 100 år og større. Flomberegningen tar utgangspunkt i at man for de høyeste gjentaksintervallene går mot en uregulert tilstand i vassdraget. Magasinkapasiteten er imidlertid relativt stor i øvre deler av vassdraget. Magasinene kan derfor under vårflokker antas å ha noe kapasitet til å magasinere deler av vannet. Med gode prognoser på nedbør og temperatur vurderes det som sannsynlig at man vil kunne klare å manøvrere magasin og kraftverk slik at man kan redusere flomtopper noe. Om dette gjelder de aller høyeste gjentaksintervallene er usikkert, og det er derfor ikke tatt hensyn til dette her.

Til tross for et antatt ok datagrunnlag, er det en hel del usikkerheter knyttet til flomberegninger, bla.:

- Usikkerhet knyttet til observert vannføring. Vannstander observeres, deretter omregnes disse ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og fysiske målinger av vannføring ute i elva. Ofte er de største flomvannføringene beregnet ut fra et ekstrapolert forhold mellom vannstander og vannføringer. Nyere data ved Kongsberg er basert på direkte måling av vannføring.
- Usikkerhet i eldre data. Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. 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 reelle døgnmidlet.
- Større usikkerhet ved bruk av findata. Data med fin tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndata og er ikke alltid kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. I Numedalslågen ved Kongsberg er det relativt liten forskjell mellom døgn og kulminasjon og dette er her ansett som et lite problem.
- Dataseriene som benyttes for å estimere høye gjentaksintervall er ofte mye kortere enn gjentaksintervallene man skal gjøre beregninger for.
- Subjektive valg av statistisk fordelingsfunksjon ved frekvensanalyser og valg/beregning av forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsvannføring. Det kan virke som regional forkunnskap gir lave estimater for Kongsberg, og det er valgt å bruke dataene direkte i analysen.

## 5.5 Klassifisering av datagrunnlaget

I NVE Veileder 01/2022 er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderes her å være i klasse 2 «Brukbar hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nær vassdraget». Årsaken til at datagrunnlaget ikke settes til klasse 1 er først og fremst usikkerheten knyttet til effekten av reguleringen (flomreduksjon) og at datakvaliteten på noen av grunnlagsdataene er av varierende kvalitet eller ukjent datakvalitet.

## 6 Klimapåslag

I henhold til NVEs klimastrategi (Hamarsland mfl., 2015) skal det tas hensyn til et endret klima for tiltak med lang levetid. For eksempel ved å ta hensyn til endringer i flomstørrelser ved arealplanlegging og bygging/ombygging av viktig infrastruktur.

I NVE-rapport 81-2016 «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til forventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. I nevnte rapport (Lawrence, 2016) er det gjort spesifikke anbefalinger for elvestrekninger som er flomsonekartlagt. For Numedalslågen ved Kongsberg er det anbefalt et klimapåslag på 20 %. Dette er bl.a. begrunnet med at lokalfeltet nedstrøms de største magasinene har stor betydning for flomstørrelsene. De siste årene har mange av de største flommene også kommet som følge av mye nedbør, og i mindre grad snøsmelting.

Tabell 21. Kulminasjonsvannføringer med anbefalt klimapåslag på 20 %.

| Punkt i vassdraget | Areal<br>km <sup>2</sup> | Q <sub>M</sub><br>m <sup>3</sup> /s | 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 |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Kongsberg          | 4260                     | 482                                 | 640                                 | 771                                  | 907                                  | 1097                                 | 1236                                  | 1464                                  | 1737                                  | 1945                                   |

## 7 Samløpsproblematikk

I denne beregningen er det kun utført flomberegning for hovedvassdraget. Det er kun mindre bekker og elver som har tilførsel på strekningen som skal kartlegges. Disse er små sett i forhold til hovedelva, slik at det er vurdert å ha minimal betydning. Det er derfor ikke behov for å gjøre vurderinger rundt samløpsproblematikk.

## 8 Referanser

Drageset, T.-A., 2001. Flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg. NVE-Dokument 15-2001. Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat.

Glad, P. A., Stenius, S. M., Leine, A-L. Ø., Væringstad, T., Holmqvist, E., Dahl, M-P, J., Trondsen, E., 2022. Veileder for flomberegninger. NVE Veileder nr. 1-2022. Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat.

Hamarsland, A.T., Grønsten, H.A., Halmrast, K., Hisdal, H., Jensen, T., Melvold, K., Magnussen, I., Midttømme, G. H., Molkersrød, K., Nelson, G. N., Pedersen, T. B., Sommer-Erichson, P., 2015. NVEs Klimatilpasningsstrategi 2015-2019. NVE-Rapport 80-2015. Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat.

Lawrence, D., 2016. Klimaendring og fremtidige flommer i Norge, NVE Rapport nr.81– 2016. Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat.

Norconsult, 2012. Flomberegning Numedalslågen. Oppdragsnr. 5120059. Sandvika.

Norconsult, 2018. Påregnelig maksimal flom for Gamlebrufoss. Oppdragsnr. 5178404. Sandvika.

Petterson, L-E., 2012. Komplettering av flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg (015.Z) (NVE Internt notat 201106217-2). Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat.

Roald, L. 2013. Flom i Norge. Utgitt av: Tom & Tom.

Stokseth, S. og Øydvin, E. k., 2004. Flomsonekart. Delprosjekt Kongsberg. NVE Flomsonekart nr. 12/2004.

Trondsen, E. og Holmqvist, E. 2024. Flomberegning for Hallingdalsvassdraget (012.CZ). Del 1: Rukkedøla, Trøimsåni, Ruståni, Liaåni, Todøla og bekk gjennom Bromma. Del 2: Hallingdalselva, Hemsil, Grøndøla og Mørkdøla (012.CZ). NVE rapport 8/2024. Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat.

# 9 Vedlegg

## 9.1 Vedlegg 1: Utskrift fra NEVINA

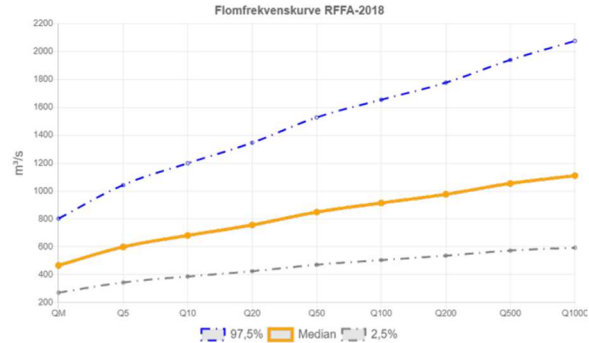
### Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 015.D41  
 Kommune.: Kongsberg  
 Fylke.: Viken  
 Vassdrag.: Numedalslågen  
 Nedbørfeltareal: 4263 km<sup>2</sup>

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km<sup>2</sup>, 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](http://www.klimaservicesenter.no)).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



| RFFA-2018                   |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Tidsoppløsning              | Døgn -                  |
| Indeksflom (QM): Medianflom | 109 l/s*km <sup>2</sup> |
| Klimapåslag                 | 20 %                    |
| Kulminasjonsfaktor          | 1.04 -                  |
| NIFS-2015                   |                         |
| Tidsoppløsning              | Kulminasjon -           |
| Indeksflom (QM): Middelflom | - l/s*km <sup>2</sup>   |
| Klimapåslag                 | - %                     |
| Annet                       |                         |
| Tiløpsflom                  | Nei -                   |

| RFFA-2018 (døgnmiddel)                               | Q <sub>M</sub>  | Q <sub>5</sub> | Q <sub>10</sub> | Q <sub>20</sub> | Q <sub>50</sub> | Q <sub>100</sub> | Q <sub>200</sub> | Q <sub>500</sub> | Q <sub>1000</sub> | Q <sub>200-klima</sub> |
|--|---|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------------|
| Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> ) | 1   | 1.28           | 1.46            | 1.62            | 1.82            | 1.96             | 2.09             | 2.26             | 2.38              | -                      |
| Flomverdier, m <sup>3</sup> /s                       | 467   | 599            | 681             | 757             | 849             | 914              | 976              | 1054             | 1110              | 1172                   |
| Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s           | 803   | 1042           | 1199            | 1347            | 1528            | 1655             | 1777             | 1940             | 2076              | -                      |
| Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s            | 271   | 344            | 387             | 425             | 472             | 505              | 537              | 573              | 594               | -                      |
| <b>NIFS (kulminasjon)</b>                            | Ikke beregnet pga. areal større enn 60km <sup>2</sup> |                |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                   |                        |
| Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> ) |   |                |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                   |                        |
| Flomverdier, m <sup>3</sup> /s                       |   |                |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                   |                        |
| Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s           |   |                |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                   |                        |
| Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s            |   |                |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                   |                        |

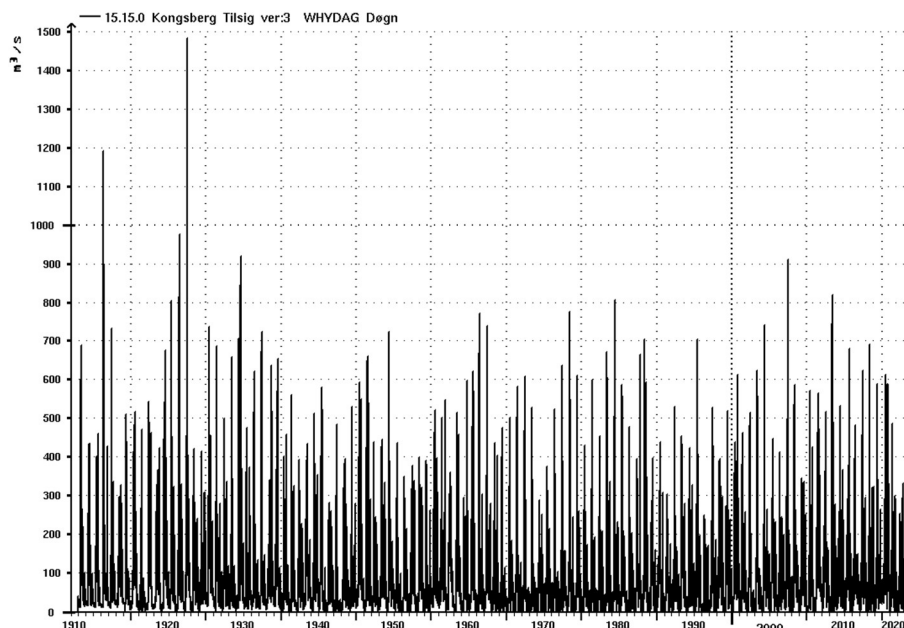
Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

## 9.2 Vedlegg 2: Beskrivelse av tilsigsserie

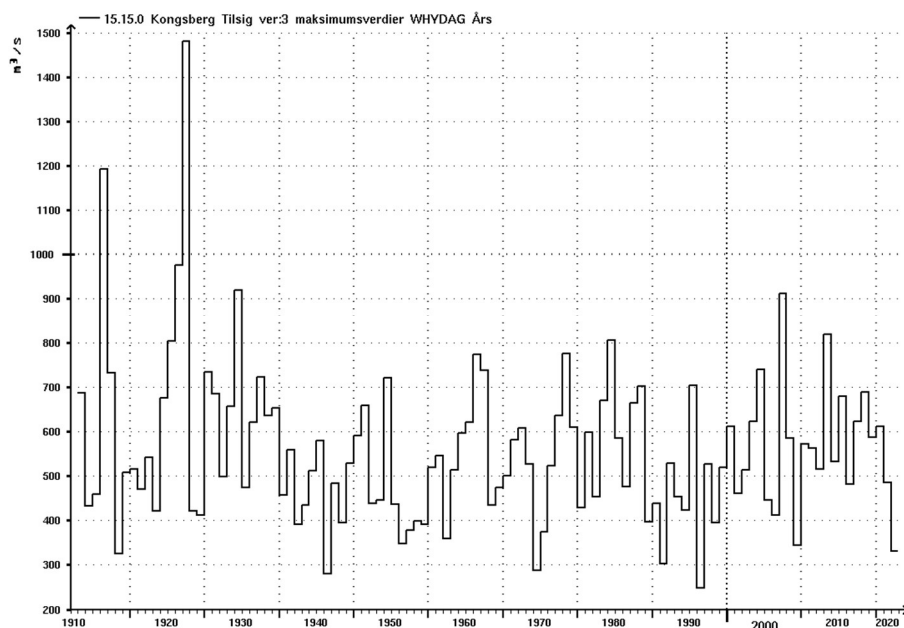
Dette vedlegget er utarbeidet av Erik Holmqvist.

### Oppdatering av tilsigsserie for Kongsberg

Det er laget oppdatert tilsigsserie for Kongsberg ved bruk av usentrerte differanser, eventuelle negative tilsig er «nullet» ut mot naboverdier. Serien er lagret i NVEs database Hydra II som arbeidsserie (WORK\_HYDAG) med nummer: 15.15.0.1050.3 Kongsberg. Underlagsseriene som inngår i konstruksjon av tilsigsserien er kort kommentert på de neste sidene. I figur 1 og 2 under er beregnet tilsig vist.



Figur 1. Døgndata (1913-1922) for tilsigsserien for Numedalslågen ved Kongsberg.



Figur 2. Årlige maksimalverdier (1913-2022) i tilsigsserien for Numedalslågen ved Kongsberg.

I årene 1984-2006, er det mistanke om at flomverdiene ved Kongsberg kan være noe underestimert, fordi en da har benyttet vannføring fra Skollenborg (se senere avsnitt). For de tre årene med størst flommer i denne perioden foreslås følgende endringer i beregnet maksimalt tilsig:

- Oktober 1987 – beregnet maksimalt tilsig 664 m<sup>3</sup>/s. Korrigert verdi anslås til 740 m<sup>3</sup>/s.
- Oktober 2000 – beregnet maksimalt tilsig 611 m<sup>3</sup>/s. Korrigert verdi anslås til 670 m<sup>3</sup>/s.
- Mai 2004 – beregnet maksimalt tilsig 739 m<sup>3</sup>/s. Korrigert verdi anslås til 780 m<sup>3</sup>/s.

#### **Datagrunnlag for tilsigsserien**

Observert vannføring ved Kongsberg er beskrevet ved hjelp av den generelle tidsserien 15.15.0.1001.0 Kongsberg. Denne tidsserien er sammensatt av observasjoner fra 6 ulike stasjoner (se tabell under).

#### **Sammensatt serie for 15.15.0.1001.0 Kongsberg**

| Periode    |            | Stasjon                      | Koeffisient |
|------------|------------|------------------------------|-------------|
| 13.12.1912 | 31.08.1969 | 15.15.0.1001.1 Kongsberg     | 1,0         |
| 01.09.1969 | 21.11.1982 | 15.60.0.1001.1 Gleda * 1.052 | 1,052       |
| 22.11.1982 | 31.12.1983 | 15.61.0.1001.1 Holmsfoss     | 0,808       |
| 01.01.1984 | 31.03.2006 | 15.100.0.1001.1 Skollenborg  | 0.9939      |
| 01.04.2006 | 09.05.2014 | 15.171.0.1001.99 Kongsberg   | 1,0         |
| 10.05.2014 | 02.09.2014 | 15.61.0.1001.1 Holmsfoss     | 0,808       |
| 03.09.2014 |            | 15.171.0.1001.99 Kongsberg   | 1,0         |

For Kongsberg-serien må en være spesielt oppmerksom på at i perioden med data fra Skollenborg (1984 – 2006), kan flere av flomtoppene være underestimert. Tidligere analyser, hvor samtidige flomdata fra Skollenborg og Kongsberg ble undersøkt, viser at data fra Skollenborg underestimerer flommer over ca. 500 m<sup>3</sup>/s (Pettersson, 201106217-2). For eksempel viste Skollenborg en vannføring på 717 m<sup>3</sup>/s under flommen i juli 2007, mens det ved Kongsberg ble observert 910 m<sup>3</sup>/s, som antas å være mest korrekt. Flomverdiene for tre år i perioden 1984-2006 er derfor foreslått korrigert som følger:

- 17.10.1987 ble det observert 578.5 m<sup>3</sup>/s ved Skollenborg. Riktig verdi anslås til 650 m<sup>3</sup>/s.
- 12.10.2000 ble det observert 576.5 m<sup>3</sup>/s ved Skollenborg. Riktig verdi anslås til 640 m<sup>3</sup>/s.
- 06.05.2004 ble det observert 508.9 m<sup>3</sup>/s ved Skollenborg. Riktig verdi anslås til 550 m<sup>3</sup>/s.

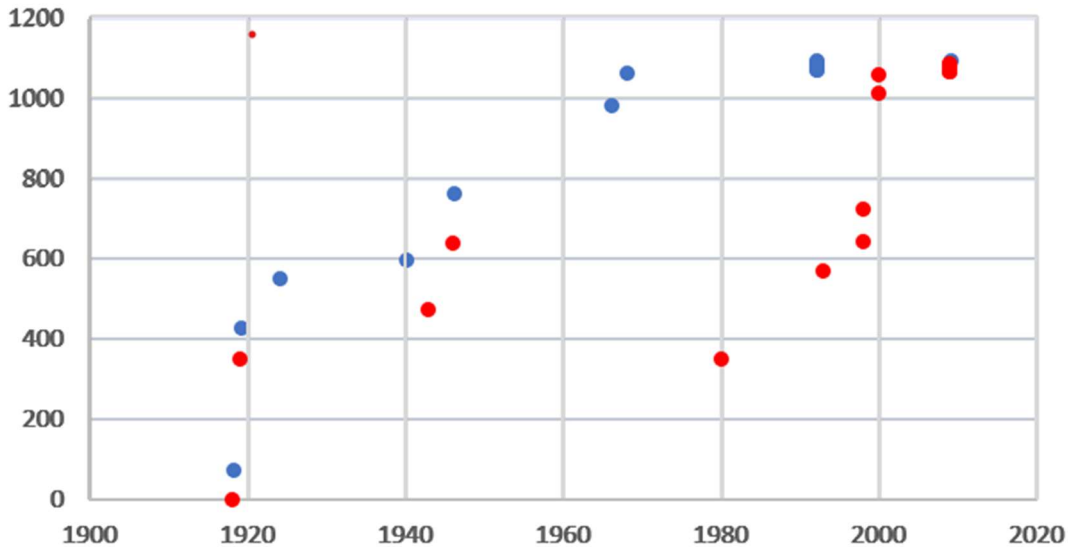
Disse anslagene er basert på sammenligning med data fra Holmfoss.



**Magasiner og overføringer**

|                 |               | Mag.volum<br>(mill. m <sup>3</sup> ) | Første<br>år | Døgndata              | Kommentar<br>(døgndata)  |
|-----------------|---------------|--------------------------------------|--------------|-----------------------|--|
| 15.56.0.1004.0  | Sønstevatn    | 220                                  | 1966         | 1993-                 | Enkelte korte brudd  |
| 15.9.0.1004.0   | Tunhovdfjord  | 352                                  | 1919         | 1919-dd               | Korte brudd 2008-2015  |
| 15.8.0.1004.0   | Pålsbufjord   | 290                                  | 1924         | 1948-1980,<br>2000-dd | Observasjonsbrudd januar – mai 2017 (141 døgn). Enkelte andre brudd, opp mot 2-4 uker. |
| 15.35.0.1004.0  | Halnefjord    | 45                                   | 1940         | 2000-dd               | To lange brudd (ca. 3 uker) i 2003 (jan og mai/juni)                                   |
| 15.29.0.1004.11 | Rødungen      | 154                                  | 1918         |                       | Overført ut 1968, lengste brudd des. 1927 – august 1928)                               |
| 15.28.0.1004.50 | Kjørkjevatt   | 6.7                                  | 1992         | 2009-dd               | Enkelte brudd 2 uker.  |
| 15.30.0.1004.50 | Fiskeløysvatn | 1                                    | 1992         | 2009-dd               | Enkelte brudd 2 uker.  |
| 15.26.0.1004.50 | Hanavatn      | 2.3                                  | 1992         | 2009-dd               | Enkelte brudd 2 uker.  |
| 15.16.0.1004.50 | Hoppestadvatn | 11.5                                 | 1992         | 2009-dd               | Enkelte brudd 2-3 uker   |
| 15.17.0.1004.50 | Mjåvatn       | 0.4                                  | 1992         | 2009-dd               | Enkelte brudd 2 uker.  |
| 15.24.0.1004.50 | Våtvatn       | 5.2                                  | 1992         | 2009-dd               | Enkelte brudd 2 uker.  |
| 15.27.0.1004.50 | Sandvatn      | 2.1                                  | 1992         | 2009-dd               | Enkelte brudd 2 uker.  |

## Akk. magasinivolum



**Figur 3. Magasinutvikling i Numedalslågen oppstrøms Kongsberg. De blå punktene viser akkumulert magasinivolum fra 1900 – 2020. Det første magasinet kom i 1918 med reguleringen av Rødungen. De røde punktene viser magasinivolum hvor det er vannstandsdata med døgnoopløsning. Tunnhovd-fjorden, som ble regulert i 1919, har hatt døgnoopløsning siden målestart. Vannstandsdata fra Pålbufjorden har døgnoopløsning fra 1924 og fram til 1980, deretter er det 20 år med ukedata. Det forklarer det «lave» røde punktet i 1980.**

I årene fra 1919 til 1965 er det døgnoopløsning på magasindata fra de største magasinene i vassdraget (figur 3). Fra 1966 kom Sønstevatn, et nytt stort magasin, men som ikke har komplette døgndata før i 1993. Pålbufjorden, hvor det fins døgndata tilbake til 1924, har i hovedsak ukedata i årene 1980 – 1999. I mange flomperioder er det imidlertid daglige vannstandsregistreringer i både Sønstevatn og Pålbufjorden. Det betyr at beregna tilsigsflommer også i årene 1966-1999 antas å være OK. Hvis en i flomperioder i hovedsak hadde hatt magasindata med ukedato, ville tilsigsflommene blitt systematisk underestimert.

Enkelte små magasiner er ikke inkludert i beregningene, som Tøddølvatnet, Damtjern, Fønnebufjord, inntaksdam Nore II og Mykstufoss. Disse har liten innflytelse på flomverdiene ved Kongsberg.

### Overføringer

Det er tre overføringer inn/ ut av Numedalslågens nedbørfelt. Viersla (15,2 km<sup>2</sup>) er overført siden 1952 fra Veig i Eidfjordvassdraget. Tindhølen (129 km<sup>2</sup>) ble overført i årene 1942 – 1980 fra Eidfjordvassdraget til Numedalslågens felt. Vann fra magasinet Rødungen (42,6 km<sup>2</sup>) er overført fra Numedalslågen til Hallingdalsvassdraget siden 1968.

For å beskrive overføring av Viersla er det laget følgende serie (15.167.0.1015.2):

- 21.08.1952-07.08.1980:0,089 \* 15.6.0.1001.1 Tindhølen
- 08.08.1980-20.03.1985:0,034 \* 15.54.0.1001.1 Skrykken
- 21.03.1985 – dd: 0,015 \* 15.79.0.1001.0 Ossjøen

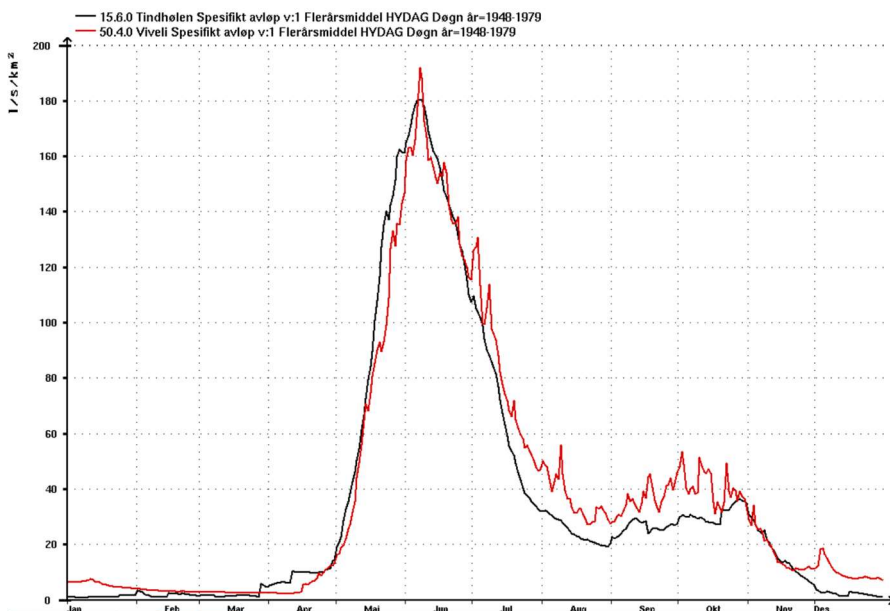
I tidligere tilsigsserier for Kongsberg er Borgåi og Halledalsvatn benyttet for å beskrive Viersla fra og med 1985. Nå benyttes 15.79 Ossjøen. Det medfører at under flom reduseres overførte

flomtopper fra opp mot ca. 10 m<sup>3</sup>/s til ca. 5 m<sup>3</sup>/s. Det harmonerer bedre med faktiske forhold, da det er en del flomtap på denne overføringen. Virkningen for flomvannføringene ved Kongsberg er liten.

Overføringen av Tindhølen er beskrevet med følgende serie (15.6.0.1015.2 Tindhølen):

- 1.1.1942 – 17.02.1947: 0,297 \* 50.4.0.1001.1 Viveli
- 18.02.1947-08.08.1980: 15.6.0.1001.1 Tindhølen

Ved konstruksjon av tidligere tilsigsserie for Kongsberg, ble skalering av en tidligere versjon av Kongsbergserien benyttet til å beskrive Tindhølen-serien, det betyr at en «beit seg selv i halen». En sammenligning av tidsserien for 15.6 Tindhølen og 50.4 Viveli (figur 4), viser at disse har relativt lik fordeling av årsavløp. Viveli har data fra 1915 – 2015. Denne er derfor benyttet for å lage en ny tidsserie for Tindhølen fra 1942- 1947. Som skaleringsfaktor benyttes forholdet mellom observert middel-vannføring ved de to stasjonene for fellesperioden 1948-1979 (4,5 m<sup>3</sup>/s og 15,1 m<sup>3</sup>/s). Det gir en skaleringsfaktor på 0,297.



Figur 4. Spesifikk årsmiddelvannføring (l/s km<sup>2</sup>) ved Tindhølen og Viveli fra 1948 – 1979.

Rødungen ble overført fra Numedalsvassdraget til Hallingdalsvassdraget i 1968. Denne overføringen er tidligere beskrevet ved skalering av 15.53 Borgåi i årene 1968-1997 og 2000 – dd, mens 15.49 Halledalsvatn ble benyttet i 1998-1999. Nå er data for Borgåi komplettert, slik at denne benyttes i hele perioden.

Fraføringen av Rødungen er nå beskrevet som:

- 0,338 \* 15.53.0.1001.0 Borgåi.

Skaleringsfaktoren er den samme som er benyttet i tidligere tilsigsserier. Dette gir et bidrag på 5 – 10 m<sup>3</sup>/s til flomverdiene for tilsigsserien ved Kongsberg, mens årsmiddelvannføringen øker med i underkant av 1 m<sup>3</sup>/s.



NVE

## Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo  
Telefon: (+47) 22 95 95 95