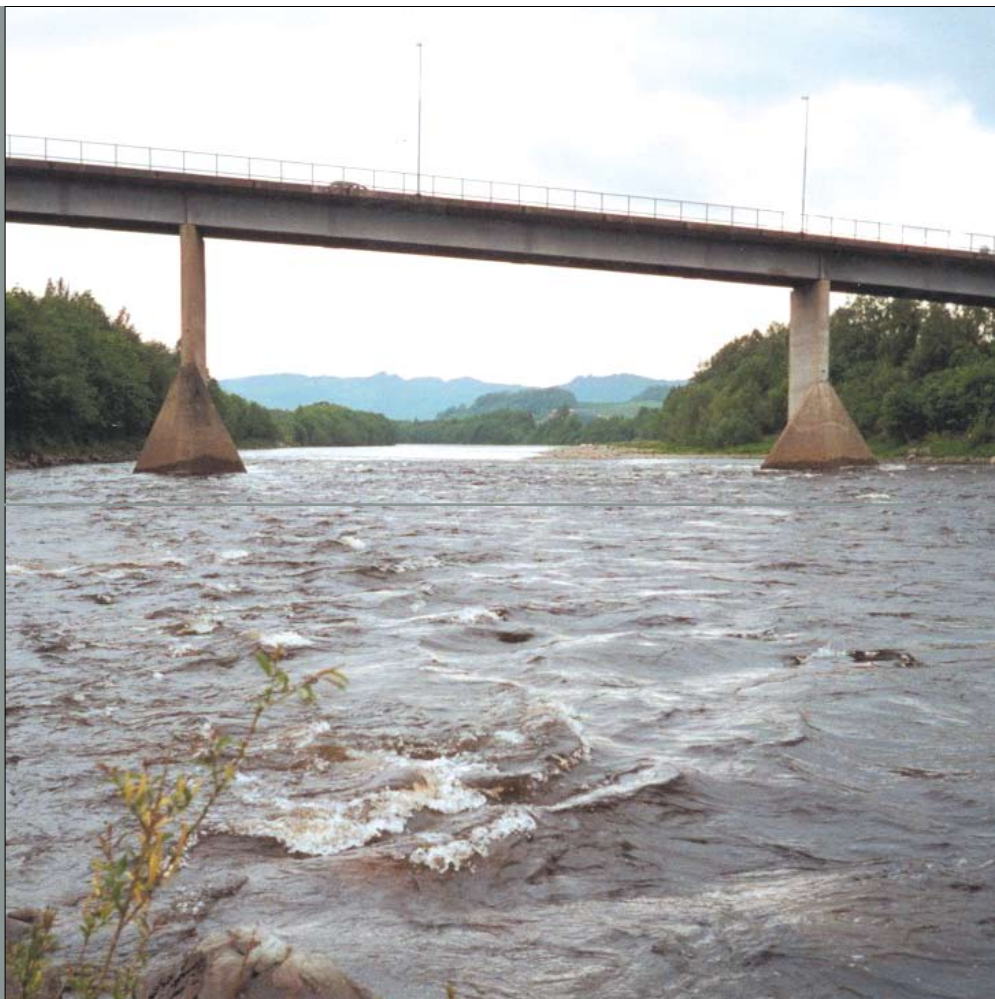




Flomsonekartprosjektet  
**Flomberegning  
for Stjørdalselva**

*Lars-Evan Pettersson*

13  
2003



D  
O  
K  
U  
M  
E  
N  
T

# **Flomberegning for Stjørdalselva (124.Z)**

Norges vassdrags- og energidirektorat

2003

**Dokument nr 13 - 2003**

**Flomberegning for Stjørdalselva (124.Z)**

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Stjørdalselva ved Hegra bru (Foto: Beate Sæther, NVE-RM)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Stjørdalselva i Nord-Trøndelag. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tre steder i elven.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Stjørdalselva.

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

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

Oktober 2003

# Innhold

<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Beskrivelse av oppgaven</b>	<b>6</b>
<b>2. Beskrivelse av vassdraget</b>	<b>6</b>
<b>3. Hydrometriske stasjoner</b>	<b>9</b>
<b>4. Flomdata</b>	<b>10</b>
<b>5. Beregning av flomverdier</b>	<b>12</b>
<b>6. Usikkerhet</b>	<b>16</b>
<b>Referanser</b>	<b>17</b>

# Forord

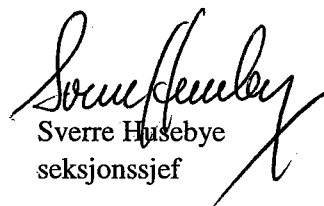
Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer og flomvannstander beregnes. Grunnlaget for flomberegninger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

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av den nederste delen av Stjørdalselva. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, oktober 2003



Kjell Repp  
avdelingsdirektør



Sverre Husebye  
seksjonssjef

# Sammendrag

Flomberegningen for Stjørdalselva gjelder et delprosjekt i NVEs Flomsonekart-prosjekt: fs 124\_1 Hell. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall er beregnet for tre steder i nedre delen av elven. Det foreligger relativt lange observasjonsserier for vannføring i Stjørdalsvassdraget. Beregningen er basert på flomdata fra målestasjonen ved Hegra bru, hvor dataserien er forlenget ved summasjon av observerte vannføringer ved målestasjoner i øvre delen av vassdraget.

Resultatet av beregningen, kulminasjonsvannføringer i m<sup>3</sup>/s utjevnet til nærmeste hele 10 m<sup>3</sup>/s, ble:

<b>Stjørdalselva</b>	<b>Q<sub>M</sub></b>	<b>Q<sub>5</sub></b>	<b>Q<sub>10</sub></b>	<b>Q<sub>20</sub></b>	<b>Q<sub>50</sub></b>	<b>Q<sub>100</sub></b>	<b>Q<sub>200</sub></b>	<b>Q<sub>500</sub></b>
Ved Hegra bru	690	840	990	1130	1330	1500	1670	1910
Nedenfor samløp med Gråelva	710	870	1020	1170	1380	1550	1730	1970
Ved utløp i fjorden	770	940	1100	1260	1490	1670	1860	2130

Usikkerheten i beregningen er knyttet til usikkerhet ved de eldre vannføringskurvene for målestasjonene Hegra bru og Høggås bru, til hvor stor kulminasjonsvannføringen er i forhold til døgnmiddelvannføringen, og til om reguleringene i vassdraget har noen avgjørende betydning for flomforholdene. På grunn av disse usikkerhetskilder klassifiseres beregningen i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

## 1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for den nederste delen av Stjørdalselva i Nord-Trøndelag, delprosjekt fs 124\_1 Hell i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for tre steder i elven; ved målestasjonen 124.12 Hegra bru, etter samløpet med Gråelva og ved utløpet i Trondheimsfjorden.

## 2. Beskrivelse av vassdraget

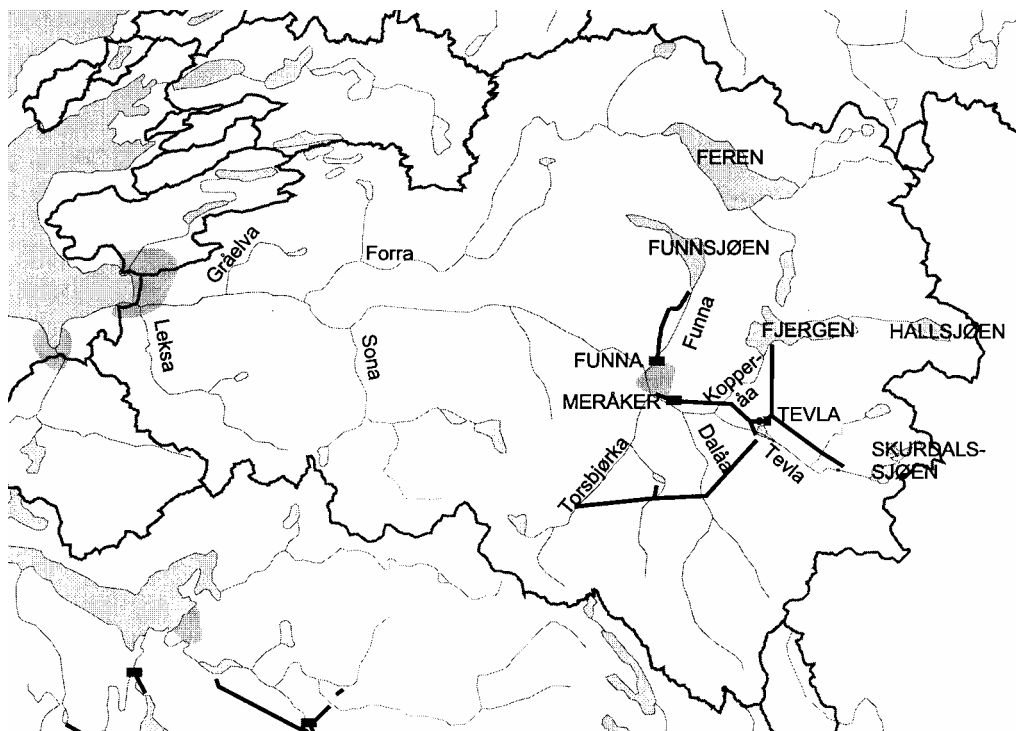
Stjørdalsvassdraget ligger i Nord-Trøndelag med noen meget små deler av nedbørfeltet i Sør-Trøndelag og i Sverige. Nedbørfeltets areal er 2112 km<sup>2</sup>. Høyeste punkt er Kjølhaugan nordøst i feltet på 1249 moh., mens feltets midlere høyde er 505 moh. Figur 1 viser et kart over vassdraget og figur 2 den hypsografiske kurven for feltet.

I den østre delen av vassdraget, ved tettstedet Kopperå, løper tre elver sammen. Fra sør kommer Dalåa, fra øst kommer Tevla og fra nord kommer Kopperåa. Hovedelven får litt lenger vest, ved tettstedet Meråker, tilløp ved Torsbjørka fra sør og ved Funna fra nord. Etter samløpet med Funna er Stjørdalselvas feltareal 815 km<sup>2</sup>.

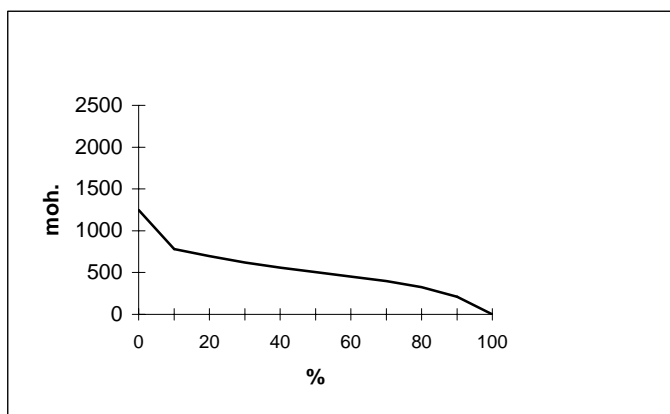
Denne øvre delen av vassdraget er sterkt regulert. Allerede i 1888-89 var det elektrisitetsproduksjon i et lite anlegg ved den 20 meter høye Nustadfossen, som ligger i Meråker like nedstrøms Torsbjørkas samløp med hovedelven. Men det var 10 år senere som man begynte med mer omfattende kraftutbygging. Etter hvert ble det bygget to kraftverk i Kopperåa, Kopperå I og II, og to i hovedelven, Turifoss og Nustadfoss kraftverker. I 1917 sto dammen ferdig foran Fjergen, det største reguleringsmagasinet i Stjørdalsvassdraget. De andre reguleringsmagasinene i denne delen av vassdraget er Hallsjøen i Kopperåa og Skurdalssjøen, som ligger i Sverige, i Tevla. De gamle kraftverkene er siden 1994 erstattet med nye anlegg. Pumpekraftverket Tevla har erstattet de gamle Kopperåkraftverkene. Det har inntak i Fjergen, men kan også pumpe opp vann til Fjergen fra inntak i sidebekker til Tevla, og fra inntak i Dalåa og Torsbjørka. Nedstrøms Tevla pumpekraftverk går tunnelen videre til Meråker kraftverk, som erstatter de gamle kraftverkene i hovedelven. Et lite inntaksmagasin for Meråker kraftverk er anlagt i Tevla.

I sideelven Funna ble det i 1937 satt i gang med en kraftutbygging som omfattet oppdemning av Funnsjøen, anlegg av tunnel og rørledning, samt en kraftstasjon i Meråker. Funna kraftverk ble tatt i bruk i 1939.

Fra Meråker renner Stjørdalselva i vestlig retning drøyt fire mil og med et totalt fall på litt over 80 meter til utløpet i Trondheimsfjorden ved det lille tettstedet Hell. På denne strekningen får elven tilløp ved fire større uregulerte sideelver; Sona og Leksa fra sør og Forra og Gråelva fra nord. Forra er den største sideelven med et nedbørfelt på drøyt 600 km<sup>2</sup>. Den kommer fra Feren, vassdragets største innsjø.



Figur 1. Kart over Stjørdalsvassdraget.

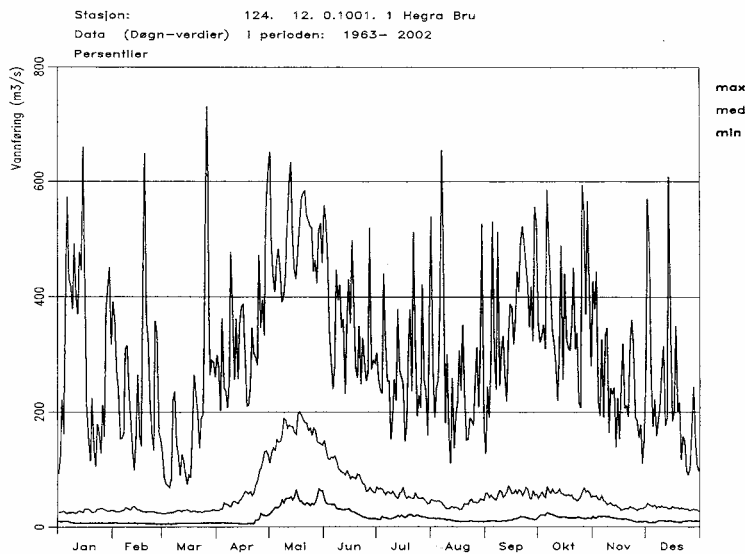


Figur 2. Hypsografisk kurve for Stjørdalsvassdraget. Kurven viser hvor stor prosent av det totale feltarealet som ligger over en gitt høyde.

Ifølge NVEs avrenningskart for Norge fra 2002 er avrenningen i vassdraget  $37.4 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  som årsmiddel i perioden 1961-1990. Dette tilsvarer en middelvannføring i Stjørdalselva ved utløpet i fjorden på  $79 \text{ m}^3/\text{s}$ . Avrenningen varierer fra under  $20 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  i områdene ved Meråker og nært fjorden til over  $80 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  i de høyere liggende områdene mellom Sona og Torsbjørka, samt ved Kjølhaugan øst for Feren.

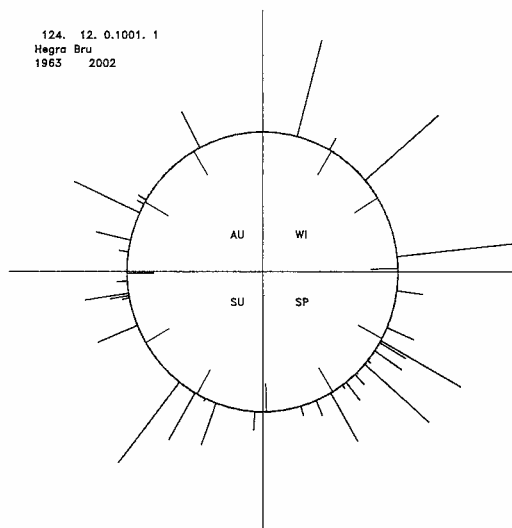
Data fra målestasjonen 124.12 Hegra bru illustrerer de hydrologiske forholdene i vassdraget. Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året ved Hegra bru. Øverste kurve (max) i figuren viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne.





Figur 3. Karakteristiske vannføringer ved 124.12 Hegra bru, perioden 1963-2002.

Figur 4 viser relativ størrelse og tidspunkt for flommer ved Hegra bru over en gitt terskelverdi, i dette tilfelle  $391 \text{ m}^3/\text{s}$ , hvilket tilsvarer 71 % av midlere flom. Figur 3 viser at vannføringen i gjennomsnitt er størst i forbindelse med den årlige snøsmeltingen i mai-juni. Figurene 3 og 4 viser at store flommer imidlertid kan opptre i alle årstider.



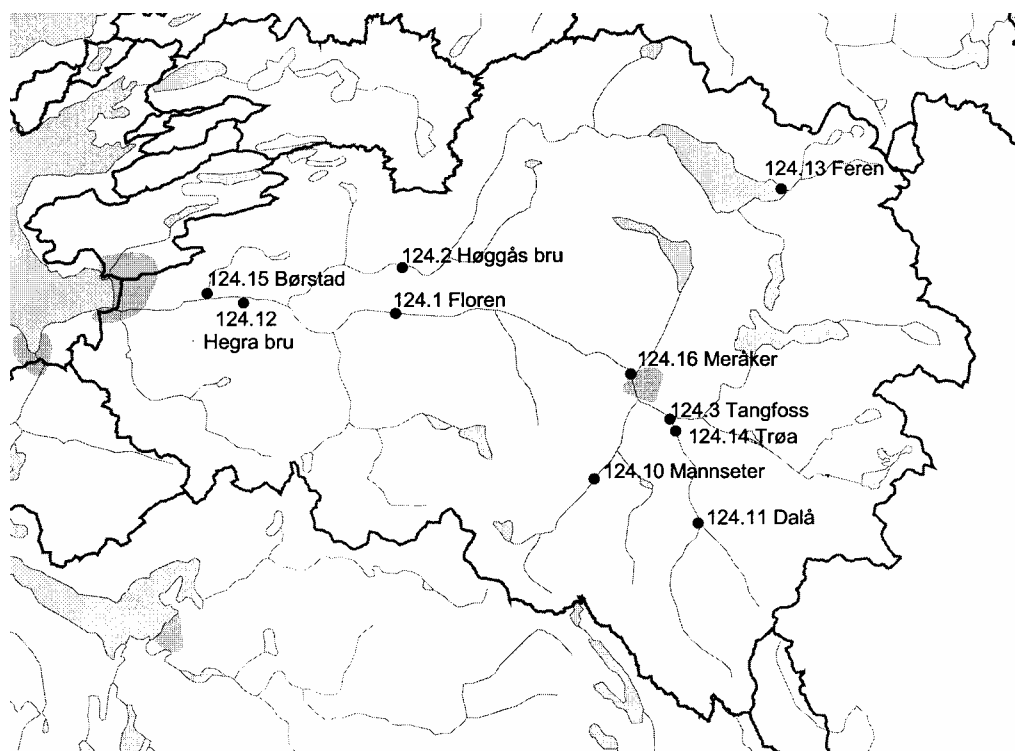
Figur 4. Flommer ved 124.12 Hegra bru, 1963-2002. Sirkelen representerer året med starten på året (1. januar) rett opp. Flommene er markert når på året de fant sted og med relativ størrelse. De 40 største årsflommene er markert.

### 3. Hydrometriske stasjoner

Målestasjoner for vannføring i Stjørdalsvassdraget er vist i tabell 1 og figur 5.

Tabell 1. Vannføringsstasjoner i Stjørdalsvassdraget.

Nr.	Navn	Feltareal, km <sup>2</sup>	Observasjonsperiode
124.1	Floren	976	1912-1932
124.2	Høggås bru	495	1912-
124.3	Tangfoss	528	1933-
124.10	Mannseter	97	1962-
124.11	Dalå	153	1962-1983
124.12	Hegra bru	1871	1963-
124.13	Feren	220	1968-1988
124.14	Trøa	182	1983-
124.15	Børstad	48	1991-
124.16	Meråker	815	1994-



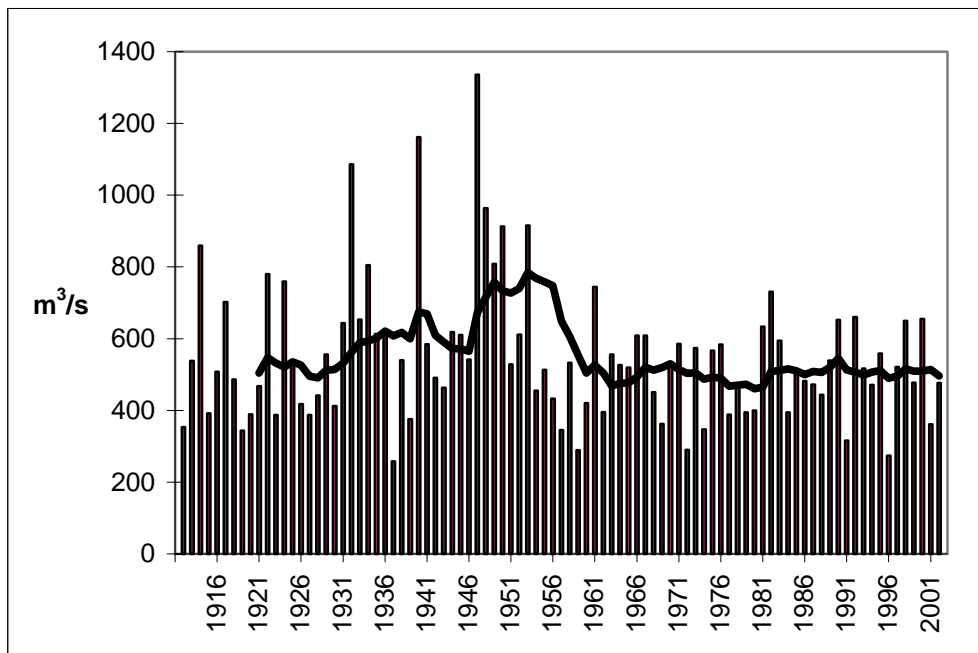
Figur 5. Vannføringsstasjoner i Stjørdalsvassdraget.

Floren og Høggås bru er de eldste vannføringsstasjonene i vassdraget, begge etablert i april 1912. Floren, som lå i hovedelven og målte avrenning fra omtrent halve vassdraget, ble nedlagt i 1932, og observasjonene i den delen av vassdraget ble overtatt av Tangfoss. Høggås bru i sideelven Forra har gått i alle år og er uregulert. De fleste av stasjonene i vassdraget ligger i de øvre delene. I den nedre delen av hovedelven ligger Hegra bru, et stykke nedstrøms samløpet med Forra. Stasjonen ble etablert i 1963. Det er relativt ustabile forhold ved målestasjonen, men det kan antas at flomvannføringene er rimelig godt bestemt. I Gråelva, en sideelv nedstrøms Hegra bru, ligger målestasjonen Børstad, som kan antas å være representativ for avrenningsforholdene i de nedre delene av vassdraget.

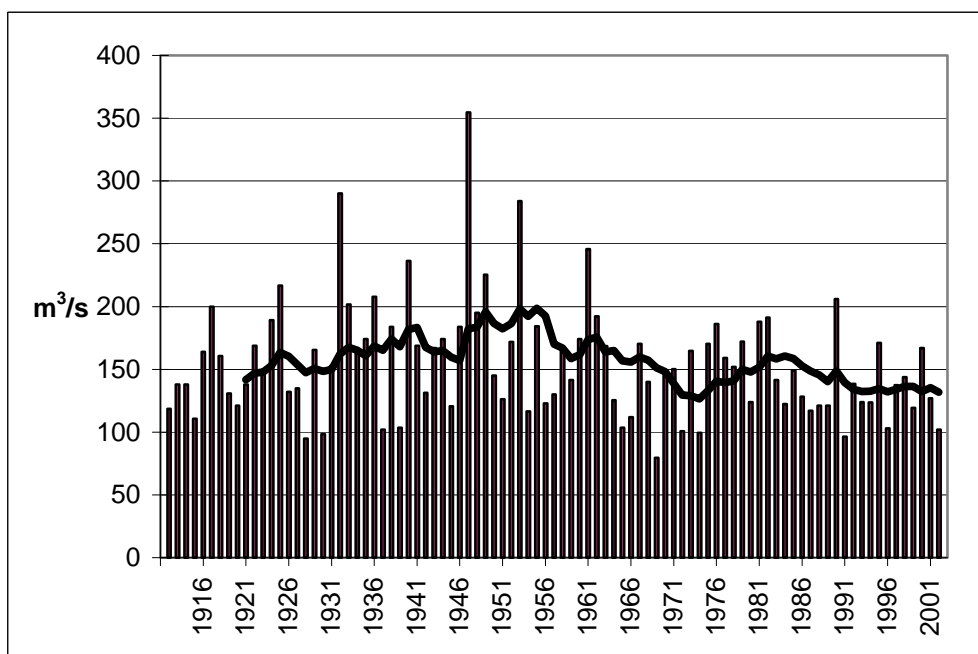
## 4. Flomdata

Dataserien ved 124.12 Hegra bru er forlenget med vannføringsdata fra 124.2 Høggås bru og henholdsvis 124.1 Floren og 124.3 Tangfoss. Beregningen for perioden 1912-1932 er basert på de daglige vannføringene ved Høggås bru og Floren. Summen av disse representerer vannføringen fra 1471 km<sup>2</sup> av det totale arealet 1871 km<sup>2</sup> ved Hegra bru. Bidraget fra restfeltet må beregnes. Den årlige spesifikke avrenningen er litt mindre fra restfeltet enn fra Høggås bru/Floren, men det er usikkert om også de spesifikke flomvannføringene er mindre. I Høggås bru/Floren er det tvert imot mer innsjøer, som vil virke flomdempende. Beregningen av vannføringene fra restfeltet utføres derfor bare som en skalering avhengig av nedbørfeltene arealer, og vannføringen ved Hegra bru beregnes som summen av vannføringene ved Høggås bru og Floren skalert med 1.27 ( $1871/1471 = 1.27$ ). Beregningen for perioden 1933-1962 baseres på de daglige vannføringene ved Høggås bru og Tangfoss. Summen av disse representerer vannføringen fra 1023 km<sup>2</sup> av det totale arealet ved Hegra bru. Også her beregnes vannføringene fra restfeltet bare som en skalering avhengig av nedbørfeltene arealer. Vannføringen ved Hegra bru beregnes derfor som summen av vannføringene ved Høggås bru og Tangfoss skalert med 1.83 ( $1871/1023 = 1.83$ ). Sammen med observasjonene ved 124.12 Hegra bru fra 1963 er det på denne måten fremkommet en 91 år lang dataserie for Stjørdalselva, selvfølgelig med en hel del usikkerhet i perioden før 1963.

Figurene 6 og 7 viser største flomvannføring hvert år siden 1912 ved henholdsvis Hegra bru og Høggås bru. Selv om størrelsen på flommene er noe usikre, er det flommene i 1947, 1940 og 1932 som er de største ved Hegra bru. Flommene i vassdraget kan komme på hvilken årstid som helst, men selv om de fleste årsflommene kommer i mai-juni er det ikke da som de største flommene opptrer. Av de ti største flommene har tre kommet i oktober og en i henholdsvis januar, mars, mai, juli, august, september og desember. Det typiske for de største flommene i vassdraget er at de kommer meget raskt, forårsaket av intens nedbør og med varierende bidrag fra snøsmelting. Tabell 2 viser de seks største flommene ved Hegra bru og ved Høggås bru.



Figur 6. Flommer ved 124.12 Hegra bru, døgnmiddelvanføringer. Streken viser glidende tiårsmiddel av flomvanføringene.



Figur 7. Flommer ved 124.2 Høggås bru, døgnmiddelvanføringer. Streken viser glidende tiårsmiddel av flomvanføringene.

**Tabell 2. Store flommer i Stjørdalsvassdraget, døgnmiddelvanføringer.**

124.12 Hegra bru		124.2 Høggås bru	
Dato	m <sup>3</sup> /s	Dato	m <sup>3</sup> /s
20.10.1947	1336	20.10.1947	355
24.08.1940	1162	29.09.1932	290
28.01.1932	1086	28.01.1932	285
29.09.1932	1007	25.03.1953	284
01.12.1948	964	21.11.1961	246
25.03.1953	916	24.08.1940	236

Under flommen i 1947 er vannføringen anslått å ha kulminert på nesten 2000 m<sup>3</sup>/s, ut fra hydrauliske beregninger basert på vannstandsregistreringer ved Hegra bru. I mars 1982 var det en stor flom ved Hegra bru, hvor døgnmiddelvanføringen var 731 m<sup>3</sup>/s mens flommen kulminerte på 1295 m<sup>3</sup>/s. Den store kulminasjonsvannføringen skyldtes at en isdam oppstrøms løsnet og sendte en flombølge nedover vassdraget.

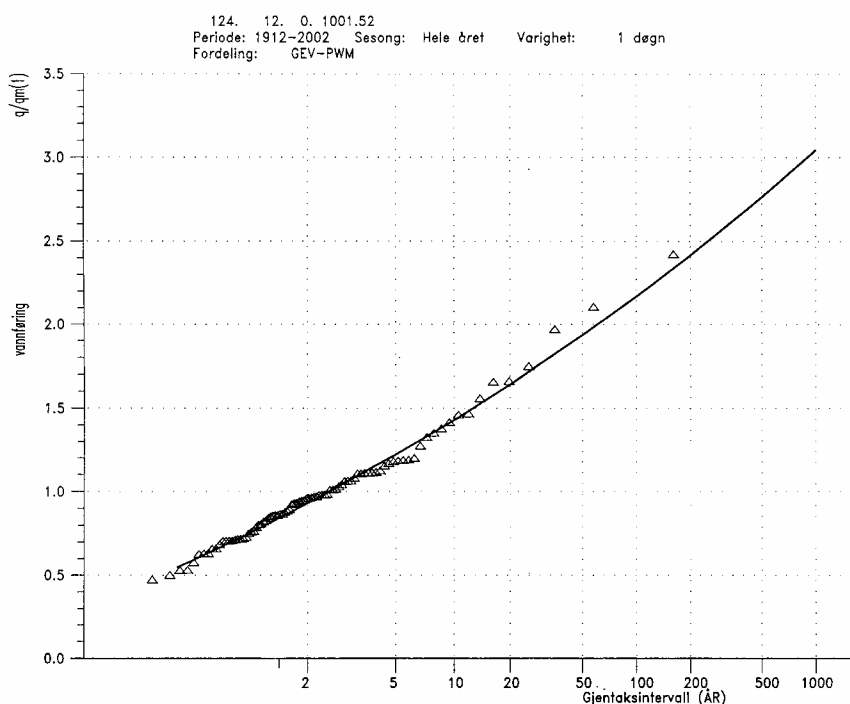
Figur 6 viser at det var fler store flommer ved Hegra bru før ca. 1950 enn etter den tid. Figuren viser også at det glidende tiårsmidlet av flomvannføringer hadde en oppgang i 30- og 40-årene, men at det nå er tilbake på omtrent samme nivå som i 10- og 20-årene. Samme mønster når det gjelder flommer finner man ved Høggås bru, figur 7, selv om de tidlige flommene dominerer noe mer ved Hegra bru enn ved Høggås bru. Midlere flom ved Hegra bru i perioden 1963-2002, da målestasjonen har vært i drift, er 504 m<sup>3</sup>/s, mens den i perioden 1912-1962 er beregnet til 592 m<sup>3</sup>/s. I den senere perioden er midlere flom 85 % av midlere flom i den tidligere perioden. For Høggås bru er tilsvarende tall 82 %. Variasjonene i de naturlige flomforholdene ved Høggås bru overensstemmer med de flomforhold som man finner i den delvis konstruerte serien for Hegra bru, og derfor antas den konstruerte serien å være representativ for Stjørdalselva ved Hegra bru. Av samme grunn kan det antas at reguleringene i vassdraget har relativt liten innvirkning på flomforholdene. De mindre flommene i senere år har tilsynelatende naturlige årsaker.

## 5. Beregning av flomverdier

Det er utført flomfrekvensanalyser på årsflommer for den konstruerte serien for Hegra bru og for de andre lange observasjonsseriene i Stjørdalsvassdraget, Høggås bru og Tangfoss. I tillegg er flomfrekvensanalysen for målestasjonen 122.2 Haga bru i Gaulavassdraget tatt med. Resultatet av flomfrekvensanalysene er vist i tabell 3, hvor midlere flom,  $Q_M$ , og forholdstallene  $Q_T / Q_M$  presenteres. Flomfrekvensanalysen for Hegra bru er vist i figur 8.

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

	Areal km <sup>2</sup>	Periode	Antall år	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> l/s•km <sup>2</sup>	Q <sub>5</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>10</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>20</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>50</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>100</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>500</sub> / Q <sub>M</sub>
124.12 Hegra bru	1871	1913-2002	90	553.0	295.6	1.22	1.43	1.64	1.93	2.17	2.42	2.76
124.2 Høggås bru	495	1913-2002	90	154.9	312.9	1.20	1.38	1.55	1.78	1.97	2.15	2.41
124.3 Tangfoss	528	1933-1993	61	176.9	335.0	1.28	1.55	1.83	2.22	2.53	2.87	3.35
122.2 Haga bru	3053	1908-1998	91	773.6	253.4	1.26	1.49	1.73	2.06	2.31	2.58	2.95



**Figur 8. Flomfrekvensanalyse Q<sub>7</sub>/Q<sub>M</sub> for 124.12 Hegra bru, konstruert serie, døgnmiddel av årsflommer.**

Frekvenskurven for Hegra bru ligger mellom frekvenskurvene for de andre to lange seriene i området, Høggås bru i samme vassdrag og Haga bru i Gaulavassdraget. Det antas at både beregnet midlere flom og frekvenskurven som er fremkommet for Hegra bru er representative for nedre del av Stjørdalsvassdraget. Resulterende flomverdier ved Hegra bru, døgnmidler, er vist i tabell 4.

**Tabell 4. Flomverdier for Stjørdalsvassdraget ved Hegra bru, døgnmidler.**

Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>20</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>200</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>500</sub> m <sup>3</sup> /s
553	675	791	907	1067	1200	1338	1526

Flomverdier skal, i tillegg til ved målestasjonen Hegra bru, også beregnes for Stjørdalselva like etter samløpet med Gråelva og ved utløpet i fjorden. Nedbørfeltenes areal, beregnet av Seksjonen for Geoinformasjon, er for disse to steder hhv. 1937 og 2112 km<sup>2</sup>.

Det blir konstruert en vannføringsserie for Stjørdalselva nedenfor samløpet med Gråelva som summen av vannføringene ved 124.12 Hegra bru og 124.15 Børstad, hvor data fra Børstad skaleres til å representere vannføringen fra hele lokalfeltet til beregningspunktet nedenfor målestasjonene. Børstad, som ligger i Gråelva, antas å representere avrenningen i de lavere delene av Stjørdalsvassdraget godt, og ved skaleringen benyttes en faktor 1.38. Skaleringsfaktoren er fremkommet som 66/47.8, hvor lokalfeltets areal er 66 km<sup>2</sup> og Børstads areal er 47.8 km<sup>2</sup>. På tilsvarende måte er det konstruert en vannføringsserie for Stjørdalselva ved utløpet i fjorden. Skaleringsfaktoren da blir  $5.04 = 241/47.8$  ut fra lokalfeltets areal 241 km<sup>2</sup>.

Målestasjonene Hegra bru og Børstad har felles observasjonsperiode 1992-2001, dvs. de konstruerte vannføringsseriene for nedre del av Stjørdalsvassdraget har en lengde på 10 år. I denne perioden var midlere flom ved Hegra bru, nedenfor samløpet med Gråelva og ved utløpet i fjorden hhv. 514, 530 og 573 m<sup>3</sup>/s, eller uttrykt i spesifikke tall hhv. 274.9, 273.8 og 271.3 l/s·km<sup>2</sup>. I absolutte tall øker midlere flom med 3.1 % fra Hegra bru til nedenfor samløpet med Gråelva og med 11.4 % fra Hegra bru til utløpet i fjorden. Det antas at denne prosentuelle økningen gjelder ved alle gjentakintervall på flommer. Resulterende flomverdier, døgnmidler, i nedre del av Stjørdalsvassdraget er vist i tabell 5.

**Tabell 5. Flomverdier for nedre del av Stjørdalsvassdraget, døgnmidler i m<sup>3</sup>/s.**

	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>
Ved Hegra bru	553	675	791	907	1067	1200	1338	1526
Nedenfor samløp med Gråelva	570	696	815	935	1101	1238	1380	1574
Ved utløp i fjorden	616	752	881	1010	1189	1337	1491	1700

Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen i mange vassdrag. Tabell 6 viser kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ved noen store flommer i senere år hvor observasjoner med fin tidsoppløsning finnes ved Hegra bru. I tillegg viser tabellen forholdstallet mellom kulminasjonsvannføringen og døgnmidlet.

**Tabell 6. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 124.12 Hegra bru, m<sup>3</sup>/s.**

Dato	Kulminasjonsvannf.	Døgnmiddelvannf.	Kulm./døgnmiddel
22.07.1985	791	512	1.54
01.08.1989	665	539	1.23
01.05.1990	756	652	1.16
03.12.1990	809	502	1.61
15.01.1992	692	660	1.05
08.10.1992	776	440	1.76
22.09.1997	742	521	1.42
19.02.1998	753	649	1.16
09.04.1999	723	477	1.52
08.08.2000	923	655	1.41

Forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring kan også beregnes ut fra de ligninger basert på feltparametere som er utledet i "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" av 1997. Formelen for vårflokker er:

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

mens formelen for høstflokker er:

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

hvor A er feltareal og A<sub>SE</sub> er effektiv sjøprosent. For Stjørdalsvassdraget ved Hegra bru benyttes formelen for høstflokker, dvs. da nedbøren er den dominerende årsaken til flommene. Med feltareal 1871 km<sup>2</sup> og effektiv sjøprosent 0.25 % blir forholdstallet 1.21.

Observasjonene ved Hegra bru viser stor sprik i forholdstallet. Ved de to største momentanflokkene i tabell 6, i desember 1990 og i august 2000, kulminerte flommen rundt midnatt, slik at døgnmiddelvannføringen for kalenderdøgnet ble en hel del mindre enn største 24-timersmiddel. Det var 665 m<sup>3</sup>/s 3. desember 1990, og 756 m<sup>3</sup>/s 8. august 2000. Forholdstallet mellom kulminasjon og døgnmiddel ved de to flommene ble derved redusert til 1.22 i begge tilfeller. Denne verdien overensstemmer godt med hva ligningen basert på feltparametere gir. Ved beregning av kulminasjonsvannføringer i nedre del av Stjørdalselva er det valgt å benytte forholdstallet 1.25. Resulterende kulminasjonsvannføringer ved flommer med forskjellige gjentakintervall i Stjørdalsvassdraget er vist i tabell 7. Flomverdiene er utjevnet til nærmest hele 10 m<sup>3</sup>/s.

**Tabell 7. Flomverdier for Stjørdalselva, kulminasjonsvannføring i m<sup>3</sup>/s.**

	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>
Ved Hegra bru	690	840	990	1130	1330	1500	1670	1910
Nedenfor samløp med Gråelva	710	870	1020	1170	1380	1550	1730	1970
Ved utløp i fjorden	770	940	1100	1260	1490	1670	1860	2130



## 6. USIKKERHET

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

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

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

Datagrunnlaget for flomberegning i Stjørdalsvassdraget kan i utgangspunktet karakteriseres som godt. Det foreligger lange dataserier fra vassdraget i NVEs hydrologiske database. Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til vannføringskurvene ved målestasjonene Hegra bru og Høggås bru. Begge stasjonene har vært utsatt for profilforandring og det er derved usikkert om vannføringskurven ved flomvannstander er korrekt under alle perioder.

Den lange dataserien for Hegra bru er fremkommet ved bruk av data fra Høggås bru i Forra og Floren alternativt Tangfoss i hovedelven. Den delvis konstruerte serien viser at alle store flommer i vassdraget fant sted før 1960-årene. Det er usikkert om dette er reelt eller om det er et misvisende resultat som beror på usikker vannføringskurve for Høggås bru i den tidlige delen av perioden. Se figurene 6 og 7. At alle de store flommene fant sted før 1960-årene kan i prinsippet også være et resultat av at reguleringene i vassdraget har ført til reduserte flommer i senere år. Dette er imidlertid ikke så åpenbart siden også flommene ved den uregulerte målestasjonen Høggås bru er tilsynelatende mindre i senere år.

I tillegg til usikkerhet knyttet til særlig de eldre vannføringskurvene for Hegra bru og Høggås bru og til om reguleringene i vassdraget har noen avgjørende betydning for flomforholdene, er det også en del usikkerhet knyttet til hvor stor kulminasjonsvannføringen er i forhold til døgnmiddelvannføringen.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregning er at datagrunnlaget i utgangspunktet er godt, men usikkerhet ved de eldre vannføringskurvene ved Høggås bru og konsekvensen det kan ha på konstruerte flomdata for Hegra bru medfører at beregningen klassifiseres i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

## Referanser

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

Hjulstad, O., 1986: Småkraftverk i Nord-Trøndelag. Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk.

NVE, 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE-Rapport nr. 14-1997.

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

Pettersson, L.-E., 2000: Flomberegning for Gaulavassdraget. Flomsonekartprosjektet. NVE-Dokument nr. 15-2000.

Solem, A., 1954: Norske kraftverker, bind I. Teknisk ukeblads forlag.



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

### **Utgitt i Dokumentserien i 2003**

- Nr. 1 Erik Holmqvist: Flomberegninger i Vosso (062.Z) Flomsonekartprosjektet. (37 s.)
- Nr. 2 Lars-Evan Pettersson: Flomberegninger for Lakselva i Misvær. Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 3 Eirik Traae, Anette Werkland: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred i Skienselva – forslag til tiltak (18 s.)
- Nr. 4 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i distribusjonsnettet 2003 (39 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Batnfjordelva (108.3Z). Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 6 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Sogndalselvi (077.3Z). Flomsonekartprosjektet (25 s)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft 2002 (16 s.)
- Nr. 8 Thomas Væringstad: Flomberegning for Sandvikselva (008.Z)Flomsonekartprosjektet. (21 s.)
- Nr. 9 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Gaula i Sogn og Fjordane (083.B) Flomsonekartprosjektet (25 s)
- Nr. 10 Tharan Fergus og Jan Henning L'Abée-Lund (red.): Vannforvaltning i Østerrike Fagtur for Seksjon for plan og miljø, 2003 (26 s.)
- Nr. 11 Arne T. Hamarsland, Knut Aune Hoseth, Jan Henning L'Abée-Lund: Program for miljøtiltak i vassdrag (33 s.)
- Nr. 12 Flomsonekartplan. Prioriterte strekninger for kartlegging i flomsonekartprosjektet. 25. september 2003
- Nr. 13 Lars-Evan Pettersson. Flomberegning for Stjørdalselva (17 s.)