



Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Vefsna og Skjerva

Lars-Evan Pettersson

4
2004



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Vefsna (151.Z) og Skjerva (151.3Z)

Dokument nr 4 - 2004

Flomberegning for Vefsna (151.Z) og Skjerva (151.3Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Laksforsen i Vefsna (Foto: Knut Ove Hillestad, NVE)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for tre delprosjekt i Vefsna og Skjerva i Nordland. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for elleve steder i disse vassdragene.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Vefsna, Skjerva

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

Juni 2004

Innhold

Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven.....	6
2. Beskrivelse av vassdraget.....	6
3. Hydrometriske stasjoner.....	9
4. Flomdata	11
5. Flomfrekvensanalyser.....	12
6. Beregning av flomverdier.....	16
6.1 Hattfjelldal.....	16
6.2 Trofors-Grane	18
6.3 Mosjøen.....	20
7. Usikkerhet	21
Referanser	22

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 strekninger i Vefsna og Skjerva i Nordland. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, juni 2004


for Kjell Repp
avdelingsdirektør


Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Vefsna og Skjerva gjelder tre delprosjekt i NVEs Flomsonekartprosjekt: fs 151_1 Mosjøen, fs 151_2 Trofors-Grane og fs 151_3 Hattfjelldal. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentakintervall er beregnet for elleve steder i vassdragene. Beregningen er basert på data fra de mange vannføringsstasjonene som er eller har vært i drift i Vefsnvassdraget og nærliggende vassdrag. Resultatet av flomberegningen ble:

	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
fs 151_3 Hattfjelldal									
Vefsna ovf. Elsvass.	1648	413	496	558	611	678	727	777	839
Vefsna ndf. Elsvass.	1822	432	524	593	653	727	782	838	907
Elsvasselva	174	28	42	52	61	73	82	90	102
<i>Samtidig vannføring i Vefsna ovf. samløp</i>	<i>1648</i>	<i>394</i>	<i>472</i>	<i>531</i>	<i>582</i>	<i>645</i>	<i>693</i>	<i>740</i>	<i>799</i>
fs 151_2 Trofors-Grane									
Vefsna ovf. Svenningdalselva	2630	726	849	951	1053	1176	1271	1365	1496
Vefsna ndf. Svenningdalselva	3304	894	1045	1171	1296	1448	1564	1680	1841
Vefsna ovf. Gluggvasselva	3360	894	1045	1171	1296	1448	1564	1680	1841
Svenningdalselva	674	473	615	743	866	1031	1159	1287	1467
fs 151_1 Mosjøen									
Vefsna ovf. Tverråga	4015	1096	1282	1436	1589	1776	1918	2061	2258
Vefsna ndf. Tverråga	4069	1111	1300	1455	1611	1800	1944	2088	2288
Vefsna ved fjorden	4119	1124	1316	1473	1631	1822	1968	2114	2316
Skjerva ved fjorden	104	50	63	73	82	94	103	112	125

Ved beregningen forutsettes det at overføringene mot Røssvatnet er åpne. Størst betydning har dette for flomverdiene i Elsvasselva, som er reduserte med 30 m³/s i forhold til de naturlige flommene.

Flomverdiene er oppgitt med en nøyaktighet av 1 m³/s av praktiske årsaker.

Flomberegningen kan klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for flere strekninger i Vefsnvassdraget og Skjerva i Nordland. Delprosjekt fs 151_1 Mosjøen i NVEs Flomsonekartprosjekt omfatter en ca. fem km lang strekning nederst i Vefsna og en ca. to km lang strekning nederst i Skjerva. Delprosjekt fs 151_2 Trofors-Grane omfatter en ca. åtte km lang strekning av Vefsna fra Trofors og nedover vassdraget, inklusive den nedre delen av Svenningdalselva. Delprosjekt fs 151_3 Hattfjelldal omfatter strekninger i nedre del av Elsvasselva og i Vefsna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Elsvasselva. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentakintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for ti steder i Vefsnvassdraget og ett sted i Skjerva. Tabell 1 viser stedene som det skal beregnes vannføringer for, med tilhørende naturlige nedbørfeltareal. Alle feltarealer er hentet fra NVEs Vassdragsregister.

Tabell 1. Beregningssteder i Vefsna/Skjerva.

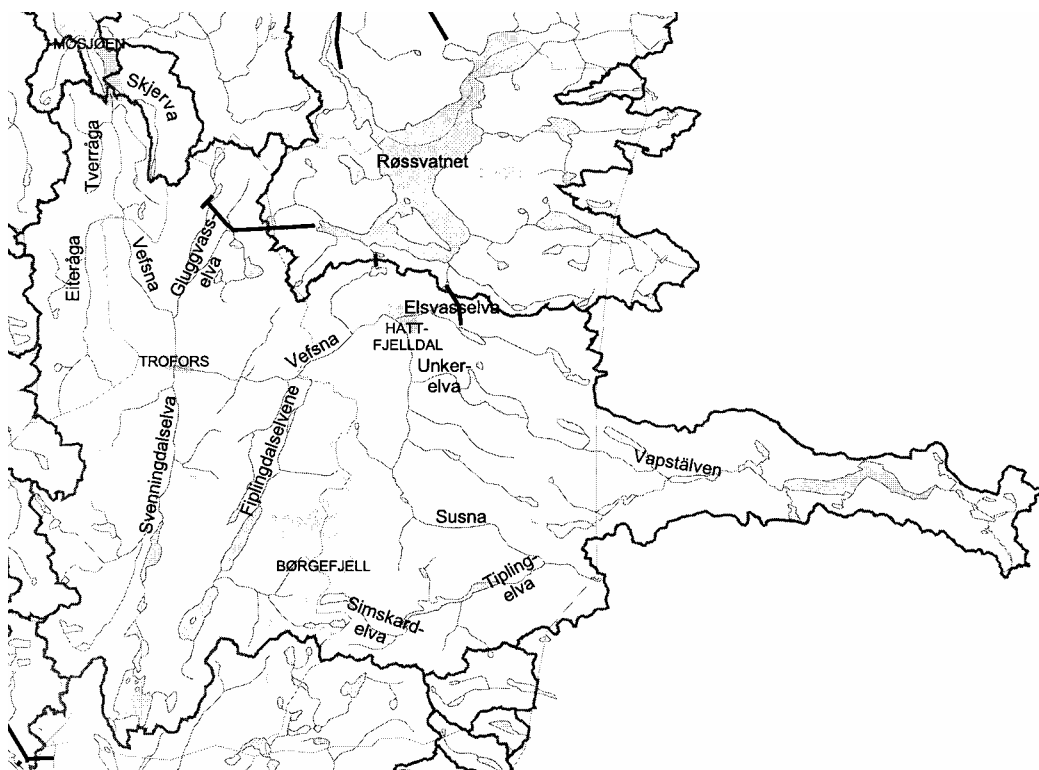
Delprosjekt	Sted	Feltareal, km ²
fs 151_3	Elsvasselva ved samløpet med Vefsna	174
	Vefsna oppstrøms samløpet med Elsvasselva	1648
	Vefsna nedstrøms samløpet med Elsvasselva	1822
fs 151_2	Svenningdalselva ved samløpet med Vefsna	674
	Vefsna oppstrøms samløpet med Svenningdalselva	2630
	Vefsna nedstrøms samløpet med Svenningdalselva	3304
	Vefsna oppstrøms samløpet med Gluggvasselva	3360
fs 151_1	Vefsna oppstrøms samløpet med Tverråga	4015
	Vefsna nedstrøms samløpet med Tverråga	4069
	Vefsna ved utløpet i fjorden	4119
	Skjerva ved utløpet i fjorden	104

2. Beskrivelse av vassdraget

Vefsnvassdraget i den sørlige delen av Nordland har et areal på 4119 km². Høyeste punkt i nedbørfeltet er Kvigtingen i Børgefjellområdet på 1699 moh., mens feltets midlere høyde er 600 moh.

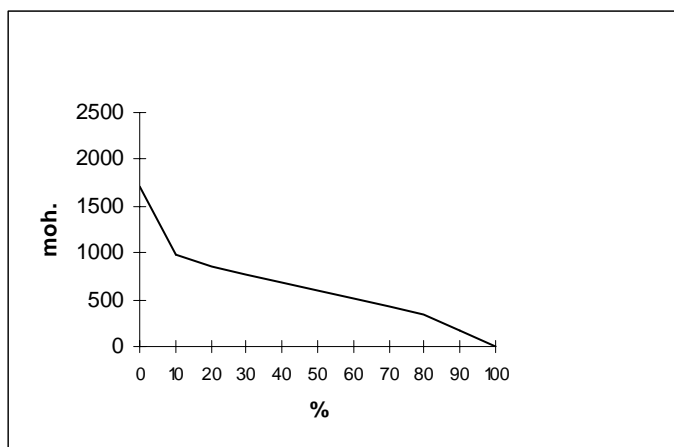
Vefsna kommer fra Børgefjell, hvor Simskardvatnet på 877 moh. kan regnes som kilden. Herfra renner Simskardelva først mot sørøst, deretter mot nordøst gjennom Tiplingensjøene. Elven skifter navn først til Tiplingelva og etter at den har snudd mot nordvest til Susna. Elven renner etter hvert mot nord og ca. åtte km sør for Hattfjelldal

møter den Unkerelva. Unkerelva har sine kilder langt inne i Sverige og renner som Vapstälven mot vest og danner etter hvert innsjøen Unkervatn. Herfra faller Unkerelva ca. 100 m på en syv km lang strekning før den løper sammen med Susna. Unkerelvas og Susnas arealer ved samløpet er hhv. 782 og 820 km². Elvens høyde over havet ved samløpet er ca. 225 m. Herfra heter elven Vefsna og renner med lite fall nordover til Hattfjelldal tettsted, hvor den møter Elsvasselva, som kommer fra øst. Ved Hattfjelldal tettsted snur Vefsna mot sørvest og renner ca. 15 km til samløpet med Fiplingdalselvene. På denne strekningen kommer elven fra Østre Fiskelausvatn ut i hovedelven fra nord. Store Fiplingdalselva, med et nedbørfelt på 426 km², kommer fra sør fra de store Fiplingvatna, mens Litle Fiplingdalselva kommer gjennom en parallell dal noe lenger vest. Vefsnas retning er nå vestlig og den løper sammen med Svenningdalselva ved tettstedet Trofors. Svenningdalselva kommer fra sør, fra Store Majavatnet og er en av de største sideelvene i vassdraget.



Figur 1. Kart over Vefsnvassdraget.

Fra Trofors renner Vefsna i nordlig retning ca. åtte km før den møter Gluggvasselva, som kommer fra nord og som sammen med sideelven Svartvasselva i Haustreisdalen har et nedbørfelt på 240 km². Seks km nord for samløpet med Gluggvasselva danner Vefsna den ca. 17 m høye Laksforsen. I den nedre delen av vassdraget får elven tilløp fra sideelvene Eiteråga, 274 km², og Tverråga, 54 km², fra vest og Bjørnåga, 40 km², fra øst. Vefsna faller ut i Vefsnfjorden ved Mosjøen. Her faller også elven Skjerva ut i fjorden. Det er et lite vassdrag som kommer fra terrenget nærmest øst for Mosjøen, med høyeste punkt drøyt 850 moh.



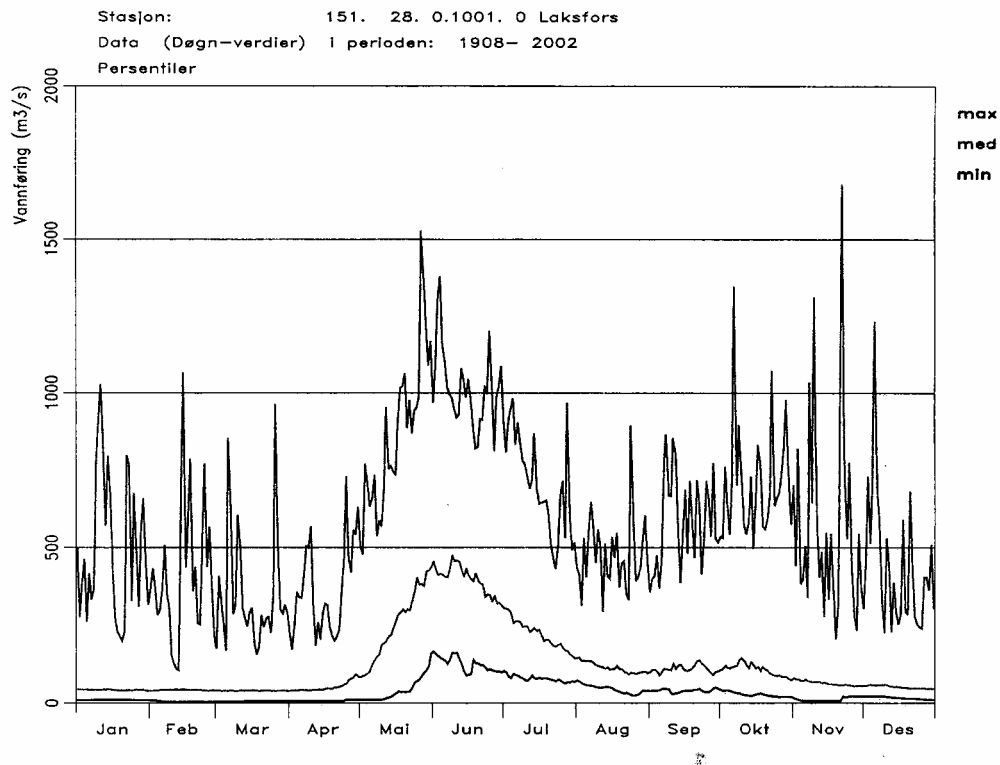
Figur 2. Hypsografisk kurve for Vefsnvassdraget. Kurven viser hvor stor prosent av det totale feltarealet som ligger over en gitt høyde.

Vefsnvassdraget er regulert ved at vann fra noen felt er overført til Røssvatnet, som ligger like nord for vassdraget. I 1962 begynte man å overføre vann fra Østre Fiskelausvatn, fra et felt på ca. 16 km². I 1964 ble overføringen fra Elsvasselva satt i drift. Det er inntak for overføringen både i Elsvatn og i Elsvasselvas sideelv Storbekken (Sirijordselva). Overført areal er ca. 130 km². Siden 1965 har man overført vann fra øvre delene av Gluggvasselva og Svartvasselva, fra et felt på ca. 166 km². Totalt overført areal til Røssvatnet er drøyt 310 km², hvilket tilsvarer ca. 7.6 % av Vefsnvassdragets totale areal. Det meste av avløpet fra disse feltene overføres til Røssvatnet, men det forekommer en del flomtap til Vefsna.

Skjerva er litt regulert med dammer, delvis i forbindelse med tidligere virksomhet i vassdraget. Disse reguleringer har ikke noen betydning i forbindelse med flommer.

Den naturlige middelvannføringen ved Vefsnas utløp i fjorden er 217 m³/s i følge "Avrenningskart for Norge". Overføringen til Røssvatnet tilsvarer 12 – 15 m³/s. Avrenningen i Vefsnvassdraget er i gjennomsnitt ca. 53 l/s·km², og varierer fra over 140 l/s·km² enkelte steder i de vestligste delene av nedbørfeltet til rundt 20 l/s·km² i dalbunnen i Hattfjelldal.

Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året ved målestasjonen 151.28 Laksfors. Øverste kurve (max) viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne. Vi ser at det vinterstid vanligvis er liten vannføring i Vefsna, men at relativt store vinterflommer kan forekomme. Størst vannføring er det i forbindelse med snøsmeltingen, som vanligvis kulminerer i juni. På sensommeren og høsten er det relativt liten vannføring, men hyppige tilfeller med regnflommer forekommer.



Figur 3. Karakteristiske vannføringer i Vefsna ved målestasjonen 151.28 Laksfors (3650 km²) i perioden 1908-1930 og 1952-2002 (opphold i observasjonene i nesten 22 år).

3. Hydrometriske stasjoner

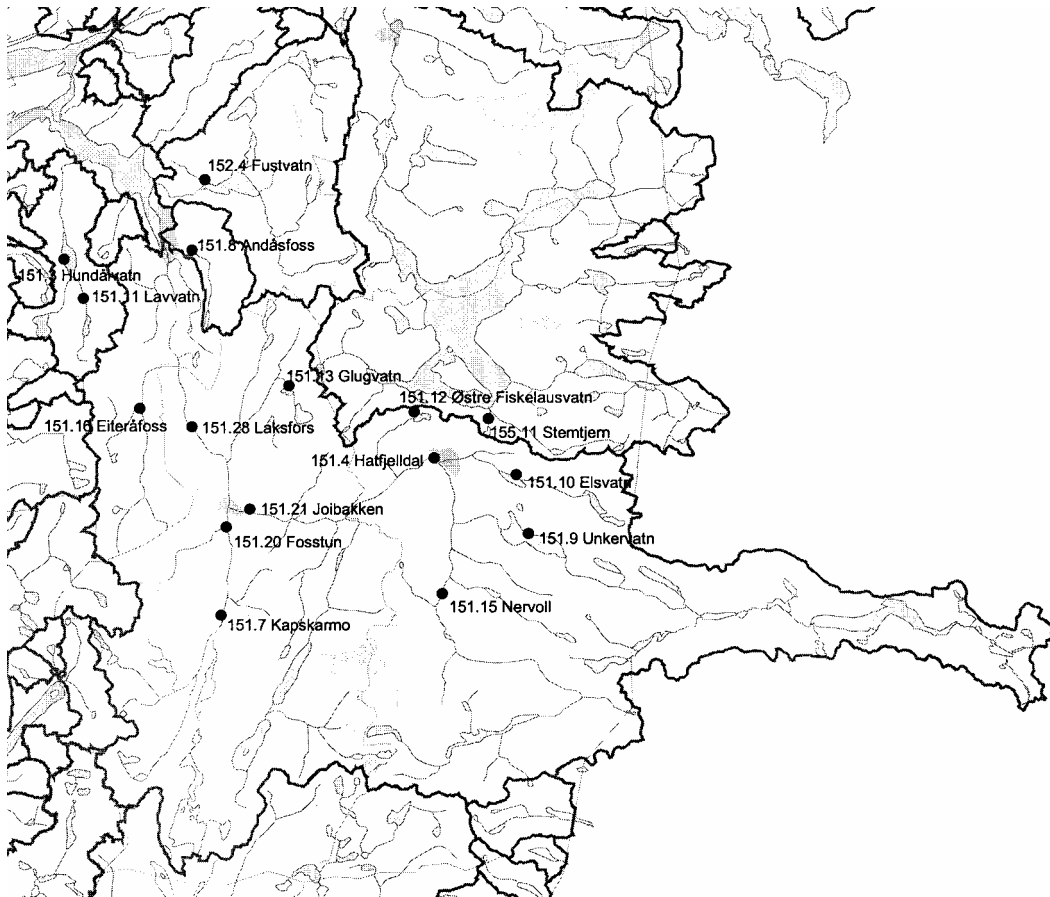
Flere hydrometriske stasjoner i og nært Vefsnvassdraget er benyttet ved flomberegningen, se figur 4.

Øverst i vassdraget, i Susna, ligger 151.15 Nervoll. Målestasjonen, som er upåvirket av reguleringer, har vannføringsdata siden 1968, og har et nedbørfelt på 653 km².

I Unkervatn, i sideelven Unkerelva/Vapstälven, lå vannføringsstasjonen 151.9 i perioden 1929-1990. Vassdraget er uregulert, men inneholder mange innsjøer, slik at selvreguleringen er relativt stor. Feltarealet er 762 km².

I Vefsna ved Hattfjelldal sentrum, nedstrøms samløpet med Elsvasselva med et felt på 1825 km², lå vannføringsstasjonen 151.4 Hatfjelldal i perioden 1908-1924, før reguleringer fant sted i Elsvasselva.

I Elsvatn har det vært vannstandsregistreringer ved målestasjonen 151.10 i perioden 1962-1995. Fra de første årene finnes det vannføringsdata, men fra midten av januar 1964 finnes det bare vannstandsdata. Vannet ble regulert ved en dam og med et vanninntak som overfører vann mot Røssvatnet. Ved vannstander over 2.8 m ved målestasjonen er det overløp over damkronen på en lengde av drøyt 60 meter. I 12 av 31 år har det vært overløp.



Figur 4. Hydrometriske stasjoner.

Målestasjonen 155.11 Stemtjern lå i en elv som faller ut i Røssvatnet. Det naturlige feltet ved målestasjonen er bare 11 km², men ved stasjonen ble også vannføringen målt fra det overførte Elsvatnfeltet, inklusive Storbekken, i Vefsnvassdraget. Målestasjonen kan, hvis man regner med flomtapet over Elsvatndammen, derfor betraktes som en uregulert stasjon med et nedbørfelt på 141 km². En ser da bort fra eventuelt flomtap ved inntaket i Storbekken, som har et relativt lite felt. Observasjonsperioden var 1968-1990.

Målestasjonen 151.12 registrerte den overførte vannføringen fra Østre Fiskelausvatn til Røssvatnet i perioden 1968-1989. Eventuelt flomtap mot Vefsna ble ikke registrert. Feltarealet er 15.7 km².

I Vefsna før samløpet med Svenningdalselva ved Trofors ligger målestasjonen 151.21 Joibakken. Vannføringsdata finnes siden 1972. Det naturlige feltarealet er 2621 km², men på grunn av overføringene til Røssvatnet kan feltet regnes for å være 2475 km². Dog har det forekommet flomtap fra det overførte feltet, spesielt fra Elsvatn, mot Joibakken.

I Svenningdalselva lå målestasjonen 151.7 Kapskarmo med vannføringsdata i perioden 1915-1986. Nedbørfeltet, som er 473 km², er uregulert.

Litt nedstrøms Kapskarmo ble vannføringsstasjonen 151.20 Fosstun etablert i 1972 og er fortsatt i drift. Nedbørfeltet er 588 km².

Vannføringsstasjonen 151.13 Glugvatn ligger i Gluggvasselva oppstrøms inntaket for overføringen til Røssvatnet. Observasjonene begynte i 1968 og nedbørfeltet er 60.8 km².

Ved Laksforsen i Vefsna ble det etablert en vannføringsstasjon i 1908. Målestasjonen 151.5 Laksfors var i drift til 1930. Etter å ha vært nedlagt i drøyt 20 år, ble den gjenopprettet som 151.28 Laksfors i 1952 og er fortsatt i drift. Det naturlige feltarealet er 3650 km², men på grunn av overføringene til Røssvatnet, som begynte i 1962, kan feltet regnes for å være ca. 3338 km². Det kan dog forekomme flomtap ved de forskjellige inntakene i Gluggvasselva/Svartvasselva, og som nevnt ved inntakene i Elsvatn/Storbekken, slik at målestasjonens areal i praksis varierer med noen prosent.

I den uregulerte sideelven Eiteråga lå målestasjonen 151.16 Eiteråfoss med et nedbørfelt på 140 km². Vannføringsdata finnes i perioden 1968-1987.

I Skjerva lå målestasjonen 151.8 Andåsfoss med vannføringsdata i perioden 1919-1950. Selv om vassdraget har vært regulert i hele observasjonsperioden, antas det å ha hatt liten betydning for flomforholdene. Nedbørfeltets areal er 96.4 km².

Tre vannføringsstasjoner i nærliggende vassdrag benyttes også ved flomberegningen.

151.3 Hundålvatn lå i Hundåla, et lite vassdrag som ligger nordvest for Vefsna. Vannføringsdata finnes i perioden 1908-1963. Nedbørfeltet, som var uregulert under observasjonsperioden, er 170 km².

Da Hundålavassdraget ble regulert i 1963 ble 151.3 nedlagt og en ny målestasjon, 151.11 Lavvatn, ble etablert oppstrøms reguleringene i vassdraget. Nedbørfeltet er 73.7 km².

152.4 Fustvatn ligger i Fusta like nordøst for Vefsnas utløp i fjorden. Vannføringsdata finnes siden 1908. Nedbørfeltet, som er uregulert, er 526 km².

4. Flomdata

I Vefsnvassdraget forekommer det flommer til alle årstider. I de østligste delene av vassdraget er vårflommene de dominerende. Ved 151.9 Unkervatn, med 61 år lang observasjonsserie, har årets største flom funnet sted i mai eller juni i alle år unntatt i 1931, da det var flom i oktober som var større enn vårflommen det året. 1931-flommen er imidlertid en av de aller minste i den lange flomserien. Ved 151.15 Nervoll, som har nedbørfeltet opp mot Børgefjellområdet og ligger lenger vest enn Unkervatn, er årets største flom i mai, juni eller juli i 32 av 34 år. I to år er det oktoberflommer som er de største, og oktoberflommen i 1971 er til og med den aller største observerte ved målestasjonen.

Ved 151.21 Joibakken er de seks største observerte flommene også vårflommer, men i flere år har både høst- og vinterflommer vært årets største. Målestasjonen var ikke etablert 1971 da den store høstflommen fant sted. Ved 151.28 Laksfors, og altså da også i hele nedre del av Vefsna, er det i løpet av den 71 år lange observasjonsperioden bare i månedene april og august som årets største flom aldri har opptrått. De aller største flommene har vært sent på høsten eller i mai-juni. Ved 151.16 Eiteråfoss i de vestligste delene av Vefsnvassdraget, er den største observerte flommen en januarflom. Ved 152.4 Fustvatn, som ligger nært Skjerva og de nedre delene av Vefsna og har meget lang observasjonsserie, er flommen i januar 2001 den største som har blitt observert.

I tabell 2 er de største observerte flommene ved noen av målestasjonene i og nært vassdraget presentert.

Tabell 2. De største observerte flommene ved noen målestasjoner (døgnmidler).

151.28 Laksfors (1908-30, 1952-2003)		152.4 Fustvatn (1908-2003)	
Dato	m³/s	Dato	m³/s
22.11.1961	1678	12.01.2001	293
28.05.1984	1527	17.10.1931	240
04.06.1995	1380	30.12.1932	234
07.10.1971	1345	04.06.1995	231
10.11.1978	1312	07.12.1962	226
151.21 Joibakken (1972-2003)		151.7 Kapskarmo (1915-1991)	
Dato	m³/s	Dato	m³/s
04.06.1995	1441	17.10.1931	910
02.06.1973	946	17.02.1961	496
28.05.1984	917	10.05.1934	483
14.06.1997	862	29.09.1932	483
26.05.1981	850	07.10.1971	451
151.9 Unkervatn (1929-1990)		151.15 Nervoll (1968-2003)	
Dato	m³/s	Dato	m³/s
15.06.1943	246	07.10.1971	295
03.06.1973	213	04.06.1995	284
09.06.1938	212	16.06.1997	267
03.06.1967	208	29.06.1989	265
29.05.1949	192	02.06.1979	262

Flomverdien for Joibakken i 1995 er mistenkelig stor sammenlignet med flomverdien for Laksfors samme dag.

Ved 151.8 Andåsfoss i Skjerva var det store flommer i oktober 1931, januar 1932 og desember 1932, som ved Fustvatn. Flomverdiene som er lagret på databasen er imidlertid urimelig store og benyttes ikke ved beregningene.

5. Flomfrekvensanalyser

Det er utført flomfrekvensanalyse for en rekke målestasjoner i og nært Vefsnvassdraget, og for noen konstruerte dataserier. Resultatene er presentert i tabell 3.

For målestasjonen 155.11 Stemtjern er det konstruert en dataserie som kan antas å representere de uregulerte flommene fra et 141 km² stort nedbørfelt omfattende felt i Elsvasselve i tillegg til Stemtjerns naturlige felt. De observerte flommene i Stemtjern er tillagt (korrigert for) den vannføringen som har gått i overløp over Elsvatndammen. Dette overløpet er beregnet fra vannstandsdata fra 151.10 Elsvatn og overløpsformelen $q = 1.4 \cdot 62.5 \cdot (H_{151.10} - 2.80)^{1.5}$, hvor 1.4 er overløpskoeffisienten, 62.5 er overløpets lengde i meter og 2.8 er overløpets terskelnivå på vannstandsskalaen ved 151.10 Elsvatn. Beregningen har gitt en 22 år lang flomserie, 1969-1990. Den største observerte flommen ved 155.11 Stemtjern var 2. juni 1971 på 45.8 m³/s. Da var vannstanden ved 151.10 Elsvatn 3.05 m, hvilket antas å tilsvare et overløp over dammen på 10.9 m³/s, som gir en total flom i feltet på 56.7 m³/s. Den absolutt største flommen i feltet fant sted 2. juni 1973 da det gikk 42.2 m³/s ved 155.11 Stemtjern og 19.7 m³/s over Elsvatndammen, basert på observert vannstand 3.17 m, dvs. til sammen 61.9 m³/s.

Det er konstruert dataserier som kan antas å representere flommene i Vefsna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Elsvasselva. Serien for Vefsna oppstrøms samløpet, 1648 km², er satt sammen av vannføringene ved 151.9 Unkervatn, 151.15 Nervoll og 155.11 Stemtjern. Unkervatn og Nervoll er delfelt i Vefsna, mens for lokalfeltet, 233 km², nedstrøms disse målestasjoner antas de korrigerte flomdata for 155.11 Stemtjern, skalert med 1.652, å være representative. Skaleringsfaktoren er lik forholdet mellom feltarealene 233 og 141 km². Beregningen har gitt en 22 år lang flomserie, 1969-1990. De største flommene er vårflommene i 1973, 1971 og 1984. Høstflommen 1971, som var meget stor ved Nervoll, var ikke spesielt stor i Vefsna oppstrøms Elsvasselva pga. at den var relativt liten ved Unkervatn.

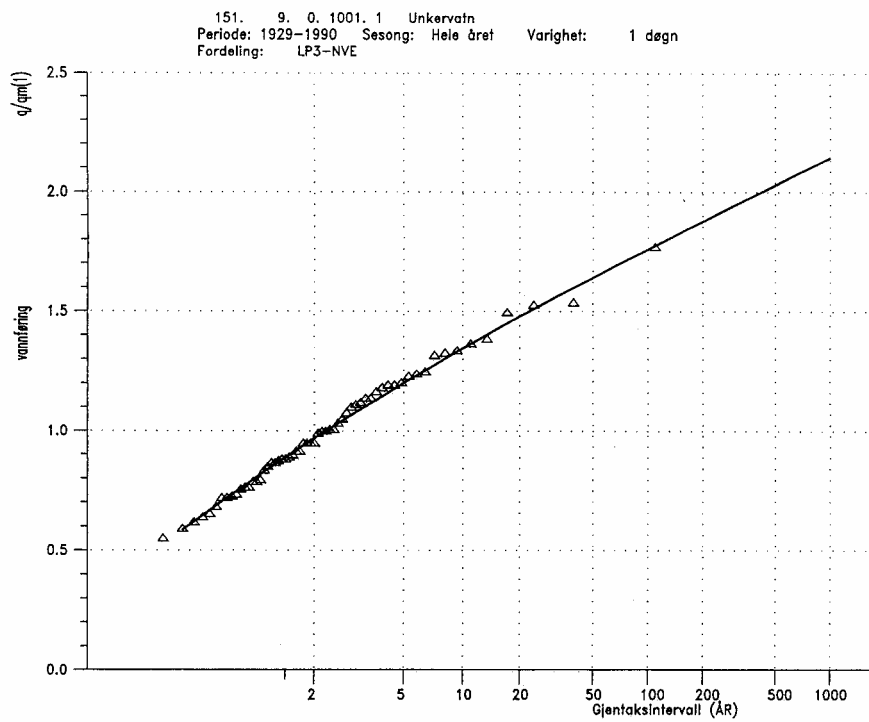
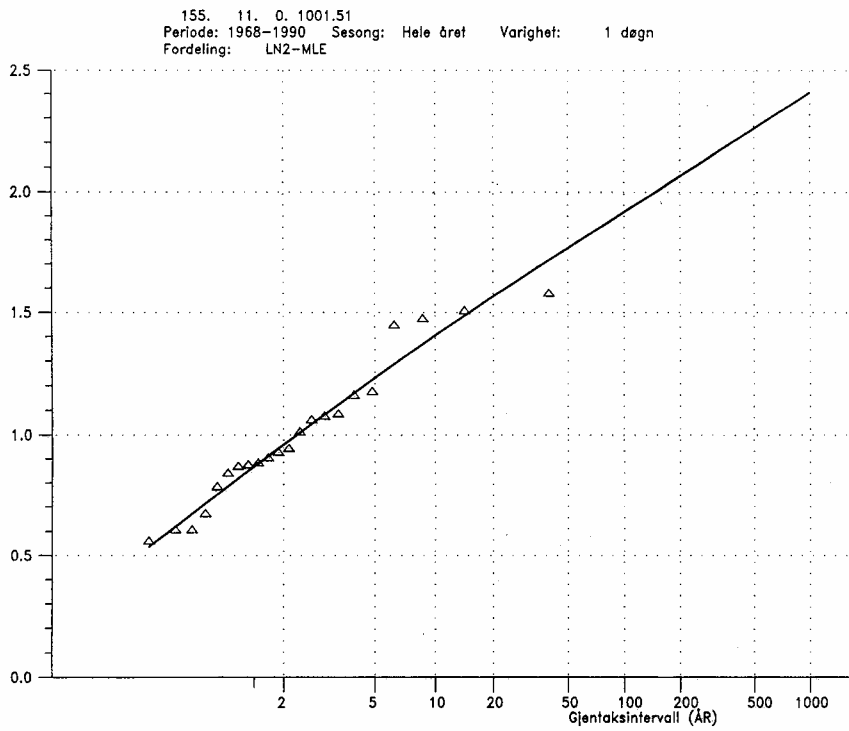
Serien for Vefsna nedstrøms samløpet med Elsvasselva, 1822 km², er satt sammen av serien for Vefsna oppstrøms samløpet og de korrigerte flomdata for 155.11 Stemtjern, skalert med 1.234. Skaleringsfaktoren er lik forholdet mellom feltarealene for Elsvasselva, 174 km², og for Stemtjern, 141 km². Serien antas derfor å representere de uregulerte forholdene.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.

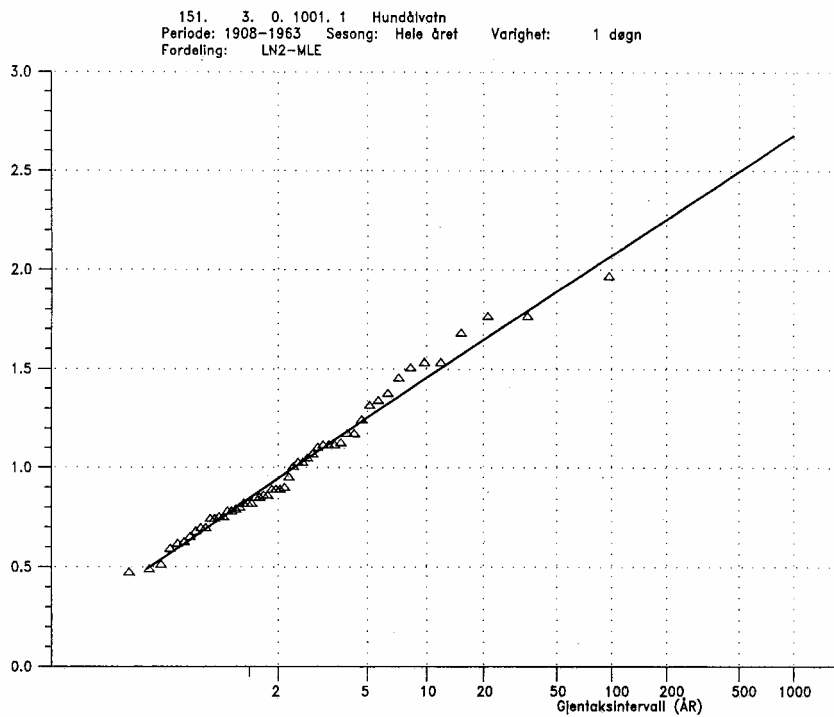
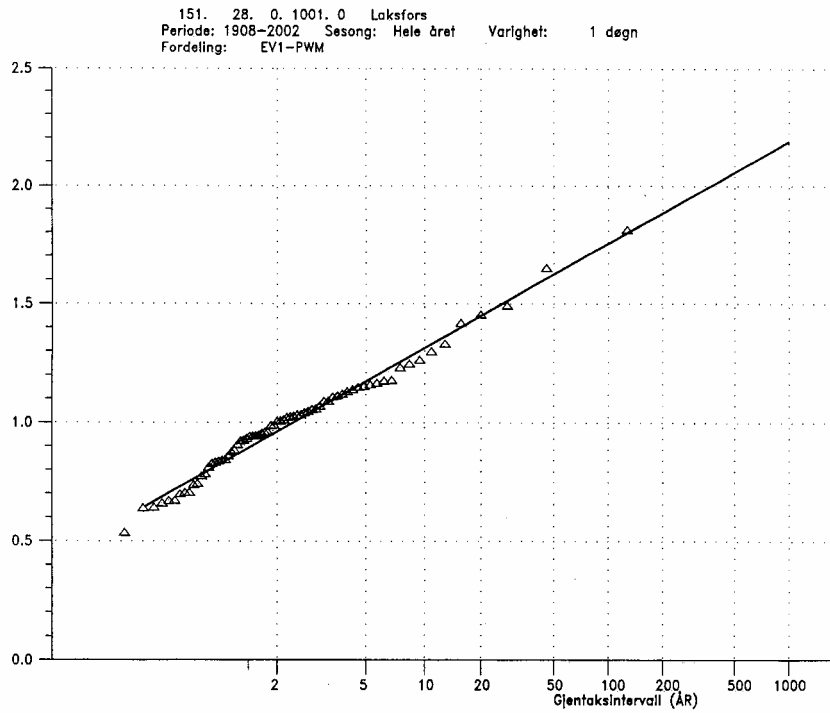
Nr.	Navn	Areal km ²	Antall år	Q _M m ³ /s	Q _M l/s·km ²	Q ₅ / Q _M	Q ₁₀ / Q _M	Q ₂₀ / Q _M	Q ₅₀ / Q _M	Q ₁₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₅₀₀ / Q _M
	Vefsna ovf. Elsvass.	1648	22	394	239	1.18	1.29	1.39	1.50	1.58	1.66	1.75
	Vefsna ndf. Elsvass.	1822	22	440	241							
155.11	Stemtjern (korrigert)	141	22	39.3	279	1.23	1.40	1.57	1.77	1.92	2.06	2.26
151.4	Hatfjelldal	1825	16	411	225							
151.15	Nervoll	653	34	201	308	1.17	1.29	1.41	1.55	1.65	1.76	1.89
151.9	Unkervatn	762	61	139	182	1.20	1.35	1.48	1.64	1.76	1.88	2.03
151.12	Østre Fiskelausvatn	15.7	22	4.89	312	1.17	1.31	1.44	1.60	1.72	1.84	1.99
151.21	Joibakken	(2475)	30	674	272	1.22	1.40	1.57	1.79	1.96	2.12	2.34
151.7	Kapskarmo	473	70	249	527	1.30	1.57	1.83	2.18	2.45	2.72	3.10
151.20	Fosstun	588	21	323	549							
151.28	Laksfors	3650	71	928	254	1.17	1.31	1.45	1.62	1.75	1.88	2.06
151.13	Glugvatn	60.8	34	23.5	387	1.18	1.31	1.43	1.57	1.67	1.77	1.89
151.16	Eiteråfoss	140	19	122	871	1.18	1.32	1.46	1.64	1.77	1.90	2.08
151.3	Hundålvatn	170	54	118	692	1.26	1.46	1.65	1.89	2.07	2.25	2.50
151.11	Lavvatn	73.7	25	57.6	782	1.22	1.39	1.56	1.77	1.92	2.08	2.29
151.8	Andås foss	96.4	28	28.3	293	1.34	1.58	1.81	2.08	2.26	2.43	2.62
152.4	Fustvatn	526	94	160	304	1.19	1.32	1.44	1.59	1.70	1.80	1.94

Ved Joibakken er arealet etter regulering oppført, dvs. naturlig areal fratrukket 146 km², som overføres mot Røssvatnet.

I figurene 5 og 6 er fire av flomfrekvensanalysene vist grafisk.



Figur 5. Flomfrekvensanalyse, Q_T/Q_M , for 155.11 Stemtjern (korrigert) og 151.9 Unkervatn, døgnmiddel av årsflommer.



Figur 6. Flomfrekvensanalyse, Q_7/Q_M , for 151.28 Laksfors og 151.3 Hundålvatn, døgnmiddel av årsflommer.

6. Beregning av flomverdier

6.1 Hattfjelldal

I Hattfjelldal skal det beregnes flomverdier for tre punkter: i Vefsna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Elsvasselva og i Elsvasselva ved samløpet med Vefsna.

Spesifikk midlere flom, Q_M , i Vefsna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Elsvasselva antas å være hhv. 239 og 241 l/s·km², som de konstruerte seriene gir, tabell 3. Disse verdier overensstemmer brukbart med observerte flomverdier fra den relativt korte serien for 151.4 Hattfjelldal. Spesifikk midlere flom i Elsvasselva antas å være 279 l/s·km², som den korrigererte serien for 155.11 Stemtjern gir, tabell 3. Som representativ frekvensfordeling for hovedelva antas fordelingen for den lange observasjonsserien for 151.9 Unkervatn å være. Den er av samme størrelsesorden som de lange observasjonsseriene ved 151.28 Laksfors og 152.4 Fustvatn. Selv om observasjonsserien for Stemtjern er relativt kort, antas frekvensfordelingen for stasjonen å være representativ for Elsvasselva, og gir litt større frekvensfaktorer enn den for Unkervatn. I tabell 4 er resulterende flomverdier vist som døgnmidler.

Tabell 4. Flomverdier for Hattfjelldal, døgnmiddelvanføring, uregulerte forhold.

	Areal km ²	Q_M l/s·km ²	Q_M m ³ /s	Q_5 m ³ /s	Q_{10} m ³ /s	Q_{20} m ³ /s	Q_{50} m ³ /s	Q_{100} m ³ /s	Q_{200} m ³ /s	Q_{500} m ³ /s
Q_T/Q_M				1.20	1.35	1.48	1.64	1.76	1.88	2.03
Vefsna ovf. Elsvass.	1648	239	394	472	531	582	645	693	740	799
Vefsna ndf. Elsvass.	1822	241	440	528	594	651	721	774	827	892
Q_T/Q_M				1.23	1.40	1.57	1.77	1.92	2.06	2.26
Elsvasselva	174	279	49	60	68	76	86	93	100	110

De beregnede verdiene i tabell 4 representerer uregulerte forhold. Det kan antas at det alltid er overføring mot Røssvatnet ved store flommer. Overføringen fra Elsvatn antas å være 30 m³/s. Dette anslag er basert på at midlere flom i Stemtjern er målt til 39 m³/s og det overførte feltet fra Elsvatn/Storbekken utgjør mer enn 90 % av totalfeltet. Sannsynligvis er derfor overføringskapasiteten enda noe større enn 30 m³/s.

Overført vann, 30 m³/s, trekkes derfor fra flomverdiene ved alle gjentakintervall for Elsvasselva ved samløpet med Vefsna og for Vefsna nedstrøms samløpet. Resulterende flomverdier er vist i tabell 5.

Tabell 5. Flomverdier for Hattfjelldal, døgnmiddelvanføring, regulerte forhold.

	Areal km ²	Q_M m ³ /s	Q_5 m ³ /s	Q_{10} m ³ /s	Q_{20} m ³ /s	Q_{50} m ³ /s	Q_{100} m ³ /s	Q_{200} m ³ /s	Q_{500} m ³ /s
Vefsna ovf. Elsvass.	1648	394	472	531	582	645	693	740	799
Vefsna ndf. Elsvass.	1822	410	498	564	621	691	744	797	862
Elsvasselva	174	19	30	38	46	56	63	70	80

Kulminasjonsvannføringen kan være atskillig større enn døgnmiddelvanføringen ved store flommer. Det er utarbeidet ligninger basert på feltparametere som kan benyttes for å

beregne forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring. 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_{SE} er effektiv sjøprosent. Effektiv sjøprosent er for Vefsna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Elsvassella hhv. 0.44 og 0.37 % og for Elsvassella 1.22 %. Forholdstallet ble ut fra ligningene beregnet til hhv. 1.09, 1.09 og 1.20 for vårflokker, som antas å være de mest sannsynlige for de tre stedene Vefsna oppstrøms og nedstrøms Elsvassella, og i Elsvassella.

Observasjoner ved noen flokker viser at forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring kan være mellom 1.02 og 1.08 ved 151.15 Nervoll, mens den ved 151.9 Unkervatn er så vidt over 1.00. Ved 151.21 Joibakken kan forholdstallet være rundt 1.10.

For Vefsna ved Hattfjelldal, oppstrøms og nedstrøms samløpet med Elsvassella, antas forholdstallet 1.05 å være representativt. Ved valget av forholdstall vektlegges den store dempingen som er registrert ved Unkervatn, med et innsjørikt felt som er en stor del av Vefsnas felt ved Hattfjelldal. For Elsvassella antas forholdstallet som er beregnet ut fra ligningen, 1.20, å være representativt.

Det er ikke sikkert at en sideelv har flom samtidig som hovedelven, i hvert fall kan det være forskjeller både på kulminasjonstidspunkt og på gjentakintervall for flommene i de to grenene. Det viser seg imidlertid, ut fra data fra Stemtjern og den konstruerte serien for Vefsna, at flommene i Elsvassella vanligvis kulminerer samme dag som flommene i Vefsna ved samløpet. Det finnes imidlertid eksempler på at flommen i Elsvassella har kulminert noen dag før flommen i Vefsna, hvilket er naturlig siden feltet er mye mindre, men det finnes eksempler også på det motsatte.

Ved denne beregningen antas det at flommene i Elsvassella og Vefsna har samme gjentakintervall samtidig, og at de kulminerer samme dag. Derimot antas de ikke å kulminere på samme tidspunkt på dagen. Når Elsvassella kulminerer antas vannføringen i Vefsna å tilsvare døgnmiddelvannføringen i kulminasjonsdøgnet, men ikke kulminasjonsvannføringen.

Resulterende vannføringer er vist i tabell 6 og tabell 7.

Tabell 6. Flomverdier for Vefsna ved Hattfjelldal, kulminasjonsvannføringer, regulerte forhold.

	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
Vefsna ovf. Elsvass.	1648	413	496	558	611	678	727	777	839
Vefsna ndf. Elsvass.	1822	432	524	593	653	727	782	838	907

Tabell 7. Flomverdier for Elsvasselva ved Hattfjelldal, kulminasjonsvannføringer, regulerte forhold.

	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
Elsvasselva	174	28	42	52	61	73	82	90	102
Samtidig vannføring i Vefsna ovf. samløp	1648	394	472	531	582	645	693	740	799

6.2 Trofors-Grane

I Trofors-Graneområdet skal det beregnes flomverdier for fire punkter: i Svenningdalselva ved samløpet med Vefsna, i Vefsna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Svenningdalselva, og i Vefsna oppstrøms samløpet med Gluggvasselva.

I Svenningdalselva er det regnflommer om høsten eller kombinerte regn- og snøsmelteflommer om vinteren som dominerer. De spesifikke flomverdiene er meget store og frekvensfordelingen for slike flommer er brattere, forholdstallet Q_T/Q_M øker mer med økende gjentakintervall, enn frekvensfordelingen for vårflommer. Spesifikk midlere flom er hhv. 549 og 527 l/s·km² ved 151.20 Fosstun og ved 151.7 Kapskarmo. Fosstun ligger nærmere Svenningdalselvas samløp med Vefsna, men har kortere observasjonsserie enn Kapskarmo. Ut fra dette velges 540 l/s·km² som representativ verdi for Svenningdalselva ved samløpet, dvs. midlere flom blir 364 m³/s. Som representativ frekvensfordeling for flommer i Svenningdalselva antas fordelingen for den lange observasjonsserien ved Kapskarmo å være.

I Vefsna nært samløpet med Svenningdalselva ligger målestasjonen 151.21 Joibakken, som har en midlere flom på 674 m³/s. Dette tilsvarer en spesifikk midlere flom et sted mellom 272 og 257 l/s·km², avhengig av hvordan man tar hensyn til det overførte arealet ved bestemmelse av feltareal. Det er imidlertid en mistanke om at de største flommene er beregnet for store. Se kommentar i slutten av kapittel 4. Midlere flom i Vefsna ved samløpet med Svenningdalselva anslås derfor til å være 660 m³/s. Som representativ frekvensfordeling antas fordelingen for den lange observasjonsserien for 151.28 Laksfors å være. Den er av samme størrelsesorden som de lange observasjonsseriene ved Unkervatn og i Fustvatn.

Overføringen mot Røssvatnet, maksimalt 30-40 m³/s fra og med 1960-årene, antas ikke å påvirke flomverdiene for Vefsna mer enn at den er tatt hensyn til ved at det er de faktisk observerte flomdata etter regulering som er grunnlag for beregningene.

På strekningen fra Trofors til Grane antas flomvannføringen i Vefsna å være like stor. Arealet mellom Vefsna nedstrøms samløpet med Svenningdalselva ved Trofors og Vefsna oppstrøms samløpet med Gluggvasselva ved Grane er bare 56 km², dvs. arealet øker bare enogenhalf prosent på strekningen. Midlere flom beregnes ut fra flomdata fra Laksfors fratrukket det som antas å være bidraget fra Gluggvasselva og resten av lokalfeltet ned til Laksfors. Observerte data fra målestasjonene 151.28 Laksfors og 151.13 Glugvatn viser at årets største flom ofte, men ikke alltid, har falt på samme dag ved de to målestasjonene. I gjennomsnitt i de 35 årene med felles observasjoner har vannføringen vært 21.4 m³/s i Glugvatn, som har et nedbørfelt på 60.8 km², på den dagen som årets største flom har funnet sted ved Laksfors. Det antas at den tilsvarende

spesifikke vannføringen er representativ for hele lokalfeltet ned til Laksfors, som er på 290 km². Maksimal overføringskapasitet fra denne del av vassdraget mot Røssvatnet er i størrelsesorden 20-25 m³/s. (Personlig opplysning: E. Bakken, Statkraft, Korgen). Ut fra dette kan bidraget fra dette lokalfeltet ved midlere flom ved Laksfors være $(290 / 60.8 \cdot 21.4) - 25 = 77$ m³/s. Midlere flom i Vefsna på strekningen mellom Trofors og Grane blir da $928 - 77 = 851$ m³/s. Som representativ frekvensfordeling antas fordelingen for den lange observasjonsserien for Laksfors å være. Den er av samme størrelsesorden som de lange observasjonsseriene ved Unkervatn og i Fustvatn.

Observasjoner ved noen flommer viser at forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring kan være rundt 1.05 i Vefsna ved Laksfors og så høyt som ca. 1.50 i Svenningdalselva ved Fosstun. De tidligere nevnte ligningene for forholdstallet gir imidlertid en lavere verdi for høstflommer i Svenningdalselva, 1.23. Effektiv sjøprosent i Svenningdalselva er 0.80 %. Ved 151.21 Joibakken kan forholdstallet, som tidligere nevnt, være rundt 1.10.

Ut fra dette antas forholdstallene 1.10 og 1.05 å være representative for Vefsna ved Trofors, oppstrøms og nedstrøms samløpet med Svenningdalselva. For Svenningdalselva antas forholdstallet 1.30 å være representativt, selv om noen av de observerte flommene har gitt et større forholdstall.

Resulterende vannføringer i Trofors-Graneområdet, døgnmidler og kulminasjonsverdier, er vist i tabell 8 og 9.

Tabell 8. Flomverdier for Vefsna og Svenningdalselva ved Trofors-Grane, døgnmiddelvannføringer.

	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
Q_T/Q_M			1.17	1.31	1.45	1.62	1.75	1.88	2.06
Vefsna ovf. Svenningdalselva	2630	660	772	865	957	1069	1155	1241	1360
Vefsna ndf. Svenningdalselva	3304	851	996	1115	1234	1379	1489	1600	1753
Vefsna ovf. Gluggvasselva	3360	851	996	1115	1234	1379	1489	1600	1753
Q_T/Q_M			1.30	1.57	1.83	2.18	2.45	2.72	3.10
Svenningdalselva	674	364	473	571	666	793	892	990	1128

Tabell 9. Flomverdier for Vefsna og Svenningdalselva ved Trofors-Grane, kulminasjonsvannføringer.

	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
Vefsna ovf. Svenningdalselva	2630	726	849	951	1053	1176	1271	1365	1496
Vefsna ndf. Svenningdalselva	3304	894	1045	1171	1296	1448	1564	1680	1841
Vefsna ovf. Gluggvasselva	3360	894	1045	1171	1296	1448	1564	1680	1841
Svenningdalselva	674	473	615	743	866	1031	1159	1287	1467

6.3 Mosjøen

I Mosjøenområdet skal det beregnes flomverdier for fire punkter: i Vefsna oppstrøms og nedstrøms samløpet med Tverråga, og i Vefsna og i Skjerva ved utløpet i fjorden.

Det er konstruert en serie som summen av 151.28 Laksfors og 151.16 Eiteråfoss, som ligger i en vestlig sideelv til hovedelven. Den konstruerte dataserien viser at ved midlere flom i hovedelven bidrar Eiteråfoss med en spesifikk vannføring på 490 l/s·km². Eiteråfoss og målestasjonene i Hundåla, 151.3 Hundålvatn og 151.11 Lavvatn, har store spesifikke middelflommer, mellom 871 og 692 l/s·km², noe som gjelder generelt for de vestlige delene av nedre Vefsnvassdraget. På østsiden er imidlertid flomverdiene lavere, noe under 400 l/s·km² for Glugvatn, men sannsynligvis nærmere 300 l/s·km² for de lavere østlige delene av Vefsnvassdraget.

Bidraget fra Eiteråfoss medfører at spesifikk midlere flom i Vefsna øker med ca. 9 l/s·km² fra Laksfors. Lenger ned i elven kan man anta at bidraget fra sideelvene blir relativt lite, slik at økningen blir mindre enn 9 l/s·km². Det antas at spesifikk midlere flom i hele nedre delen av Vefsna er 260 l/s·km², altså en økning med ca. 6 l/s·km² fra Laksfors. Som representativ frekvensfordeling antas fordelingen for den lange observasjonsserien for Laksfors å være. Som representativ verdi for forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring antas 1.05 å være, som funnet ved Laksfors.

Spesifikk midlere flom for 151.8 Andåsfoss i Skjerva og 152.4 Fustvatn er hhv. 293 og 304 l/s·km². Som representativ verdi for Skjerva ved utløpet i fjorden velges 300 l/s·km².

Flomfrekvensanalysen for Andåsfoss er usikker. De tre største flommene i databasen er som nevnt utelatt på grunn av at de er meget ekstreme sammenlignet med de samtidige flommene ved Fustvatn. Hvorvidt årsaken til dette er en profilforandring i begynnelsen av 1930-årene, eller at vannføringskurven på meget høye vannstander er gal, er vanskelig å si. Frekvensanalysen på de øvrige flomverdiene antyder imidlertid at frekvenskurven for Andåsfoss er brattere enn den for den nærliggende målestasjonen Fustvatn, se tabell 3. Av denne grunn velges frekvensfordelingen for den lange observasjonsserien for Hundålvatn, som også ligger nært Skjerva men lenger vest, som representativ for Skjerva.

Ut fra tidligere nevnte ligninger blir forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring 1.60 for høstflommer i Skjerva, hvor effektiv sjøprosent er så lav som 0.15 %. Data fra Andåsfoss viser at høst- og vinterflommer er de største i Skjerva.

Resulterende vannføringer i Mosjøenområdet, døgnmidler og kulminasjonsverdier, er vist i tabell 10 og 11.

Tabell 10. Flomverdier for Vefsna og Skjerva ved Mosjøen, døgnmiddelvannføringer.

	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
Q_T/Q_M			1.17	1.31	1.45	1.62	1.75	1.88	2.06
Vefsna ovf. Tverråga	4015	1044	1221	1368	1514	1691	1827	1963	2150
Vefsna ndf. Tverråga	4069	1058	1238	1386	1534	1714	1851	1989	2179
Vefsna ved fjorden	4119	1071	1253	1403	1553	1735	1874	2013	2206
Q_T/Q_M			1.26	1.46	1.65	1.89	2.07	2.25	2.50
Skjerva ved fjorden	104	31	39	46	51	59	65	70	78

Tabell 11. Flomverdier for Vefsna og Skjerva ved Mosjøen, kulminasjonsvannføringer.

	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
Vefsna ovf. Tverråga	4015	1096	1282	1436	1589	1776	1918	2061	2258
Vefsna ndf. Tverråga	4069	1111	1300	1455	1611	1800	1944	2088	2288
Vefsna ved fjorden	4119	1124	1316	1473	1631	1822	1968	2114	2316
Skjerva ved fjorden	104	50	63	73	82	94	103	112	125

7. Usikkerhet

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

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

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

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

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

Flomverdiene er oppgitt med en nøyaktighet av 1 m³/s av praktiske årsaker.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregning er at datagrunnlaget er godt og at beregningen kan klassifiseres i klasse 1, 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.

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2004

- Nr. 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Ranelva. Flomsonekartprosjektet (17 s.)
- Nr. 2 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettene 2003 (52 s.)
- Nr. 3 Frode Trengereid: Leveringskvalitet i kraftsystemet. Forslag til forskrift (80 s)
- Nr. 4 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Vefsna og Skjerva. Flomsonekartprosjektet (22 s.)