



Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Jølstra

Turid-Anne Drageset

6
2000

D
O
K
U
M
E
N
T



Flomberegning for Jølstra (084.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2000

Dokument nr

Flomberegning for Jølstra (084.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Turid-Anne Drageset

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 50

Forsidefoto: Flom i Jølstravassdraget i 1983. Foto: Firda (lokalavis)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekatlegging utført flomberegning for flomutsatt elvestrekning i Jølstra, fra utløpet i Førdefjorden opp til Brulandsfoss i Jølstra og Prestfosen i Anga. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for til sammen ni punkter.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Jølstra

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

Mars 2000

Innhold

Tabeller og figurer	4
Forord	5
Sammendrag	6
1. Beskrivelse av oppgaven	7
1.1 Avgrensning av delprosjektene som skal kartlegges	7
2. Beskrivelse av vassdraget	9
3. Hydrometriske stasjoner	10
3.1. Hydrometriske stasjoner i Jølstravassdraget.....	10
3.2. Hydrometriske stasjoner i nærliggende vassdrag	10
3.3. Karakteristiske vannføringsverdier og observerte flommer	11
4. Flomfrekvensanalyser	16
4.1 Flomfrekvensanalyser for Jølstravassdraget.....	16
4.2 Regional analyse.....	21
5. Beregnede flomvannføringer	23
5.1 Døgnmiddelflommer i Jølstravassdraget.....	23
5.2 Kulminasjonsvannføringer i Jølstravassdraget.....	24
5.3 Samløpsproblematikk	26
6. Observerte flommer	29
7. Usikkerhet	30
Referanser	31

Tabeller

Tabell 1	Stasjonsopplysninger for målestasjoner i Jølstravassdraget	s.10
Tabell 2	Stasjonsopplysninger for benyttede målestasjoner i nærliggende vassdrag	s.10
Tabell 3	De fem største flommene for målestasjonene Jølstervatn, Holsenvatn og Prestfossen	s.15
Tabell 4	Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jølstravassdraget og i nærliggende vassdrag, Q_T/Q_M	s.16
Tabell 5	Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jølstravassdraget og i nærliggende vassdrag, m^3/s	s.18
Tabell 6	Regional flomfrekvensanalyse på årsflommer, Q_T/Q_M	s.21
Tabell 7	Grunnlag for beregning av døgnmiddelflom i Jølstravassdraget	s.24
Tabell 8	Flomvannføringer ved ulike punkter i Jølstravassdraget, døgnmiddel i m^3/s	s.24
Tabell 9	Flomvannføringer i Jølstravassdraget, kulminasjonsvannføringer i m^3/s	s.26
Tabell 10	Samhørende verdier for vannføring i hovedelva ved kulminasjon i sideelvene (døgnmiddelverdier)	s.27
Tabell 11	Samhørende verdier for kulminasjonsvannføring i hovedelva ved kulminasjon i sideelvene og omvendt	s.28

Figurer

Figur 1	Kartskisse over Jølstravassdraget	s.8
Figur 2	Hypsografisk kurve for Jølstravassdraget	s.9
Figur 3	Karakteristiske hydrologiske data for Jølstervatn ved utløpet av Jølstervatn	s.11
Figur 4	Karakteristiske hydrologiske data for Holsenvatn i Holsa	s.12
Figur 5	Karakteristiske hydrologiske data for Brulandsfoss i Jølstra	s.12
Figur 6	Karakteristiske hydrologiske data for Prestfossen i Anga	s.13
Figur 7	Vannføring ved utløpet av Jølstervatn i 1956	s.13
Figur 8	Vannføringen ved Holsenvatn i 1993	s.14
Figur 9	Vannføringen ved Brulandsfoss i 1998	s.14
Figur 10	Vannføringen ved Prestfossen i 1976	s.15
Figur 11	Flomfrekvensanalyse for målestasjon Jølstervatn	s.18
Figur 12	Flomfrekvensanalyse for målestasjon Holsenvatn	s.19
Figur 13	Flomfrekvensanalyse for målestasjon Nautsundvatn i Guddalsvassdraget	s.19
Figur 14	Flomfrekvensanalyse for målestasjon Viksvatn i Gaularvassdraget	s.20
Figur 15	Flomfrekvensanalyse for målestasjon Hovefoss i Naustavassdraget	s.20
Figur 16	Flomfrekvensanalyse for målestasjon Blåmannsvatn i Oselvassdraget	s.21

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. 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 Jølstra fra utløpet i fjorden opp til Bruland i Jølstra og opp til Prestfossen i Anga. Rapporten er utarbeidet av Turid-Anne Drageset og kvalitetskontrollert av Lars Evan Pettersson.

Oslo, mars 2000

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Jølstra omfatter to delprosjekter i Flomsonekartprosjektet i NVE. Disse dekker en sammenhengende strekning fra utløpet i fjorden, gjennom Førde sentrum opp til Prestfossen i Anga og opp til Bruland i Jølstra. Flomberegningen for disse delprosjektene er basert på flomfrekvensanalyse av vannføringsobservasjoner fra målestasjonene Jølstervatn, Holsenvatn, Brulandsfoss og Prestfossen i Jølstravassdraget. I tillegg inngår observasjoner og sammenligninger fra målestasjoner i nærliggende vassdrag; Viksvatn og Yndestad i Gaularvassdraget, Blåmannsvatn i Oselvassdraget, Hovefoss i Nausta og Nautsundvatn i Guddalsvassdraget. Det er beregnet kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentakintervall på flommer ved til sammen 9 punkter i Jølstra/Anga. Resultatet av beregningene ble:

Del-prosjekt nr.		Q_M 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 084_1	Jølstra ved Bruland	194	254	276	303	322	341	366
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Anga	197	257	279	307	326	345	370
fs 084_2	Anga ved Prestfossen	136	192	214	242	263	284	311
fs 084_2	Anga før samløpet med Jølstra	140	198	221	250	272	293	321
fs 084_1	Jølstra nedstrøms samløpet med Anga	257	337	366	401	427	452	484
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Sagelva	258	338	367	402	428	453	486
fs 084_1	I Sagelva	35	49	54	62	67	72	79
fs 084_1	Jølstra nedstrøms tilløpet fra Sagelva	272	355	386	423	450	477	511
fs 084_1	Jølstra ved utløpet i fjorden	273	357	388	426	454	480	514

Sideelvene Anga og Sagelva kulminerer i forkant av kulminasjonen i hovedelva Jølstra. Dette har betydning for beregning av flomvannføringer i hovedelva nedstrøms tilløp fra sideelvene. Beregning av vannføringen i hovedelva under kulminasjonen i de forskjellige sideelvene ga følgende resultat:

Del-prosjekt nr.		Q_M 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 084_1/2	I Anga (Q_T)	140	198	221	250	272	293	321
	Jølstra nedstrøms samløpet med Anga	193	272	304	344	374	403	441
	Jølstra oppstrøms samløpet med Anga	53	74	83	94	102	110	120
	Jølstra oppstrøms Anga (Q_T)	197	257	279	307	326	345	370
	Jølstra nedstrøms Anga (Q_T)	257	337	366	401	427	452	484
	I Anga	61	79	86	95	101	107	114
fs 084_1	I Sagelva (Q_T)	35	49	54	62	67	72	79
	Jølstra nedstrøms Sagelva	203	287	321	363	394	425	465
	Jølstra oppstrøms samløpet med Sagelva	169	238	266	301	327	353	386
	Jølstra oppstrøms Sagelva (Q_T)	258	338	367	402	428	453	486
	Jølstra nedstrøms Sagelva (Q_T)	272	355	386	423	450	477	511
	I Sagelva	13	17	19	21	22	23	25

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatt elvestrekning langs Jølstra. I Jølstra er det to delprosjekter. Disse er sammenhengende og strekker seg fra Førdefjorden, gjennom Førde sentrum opp til Prestfossen i Anga og opp til Bruland i Jølstra. Strekningen er tegnet inn på figur 1. Nærmere beskrivelse av avgrensning av elvestrekningene i de ulike delprosjektene er gitt under.

Som grunnlag for denne konstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for de aktuelle elvestrekningene.

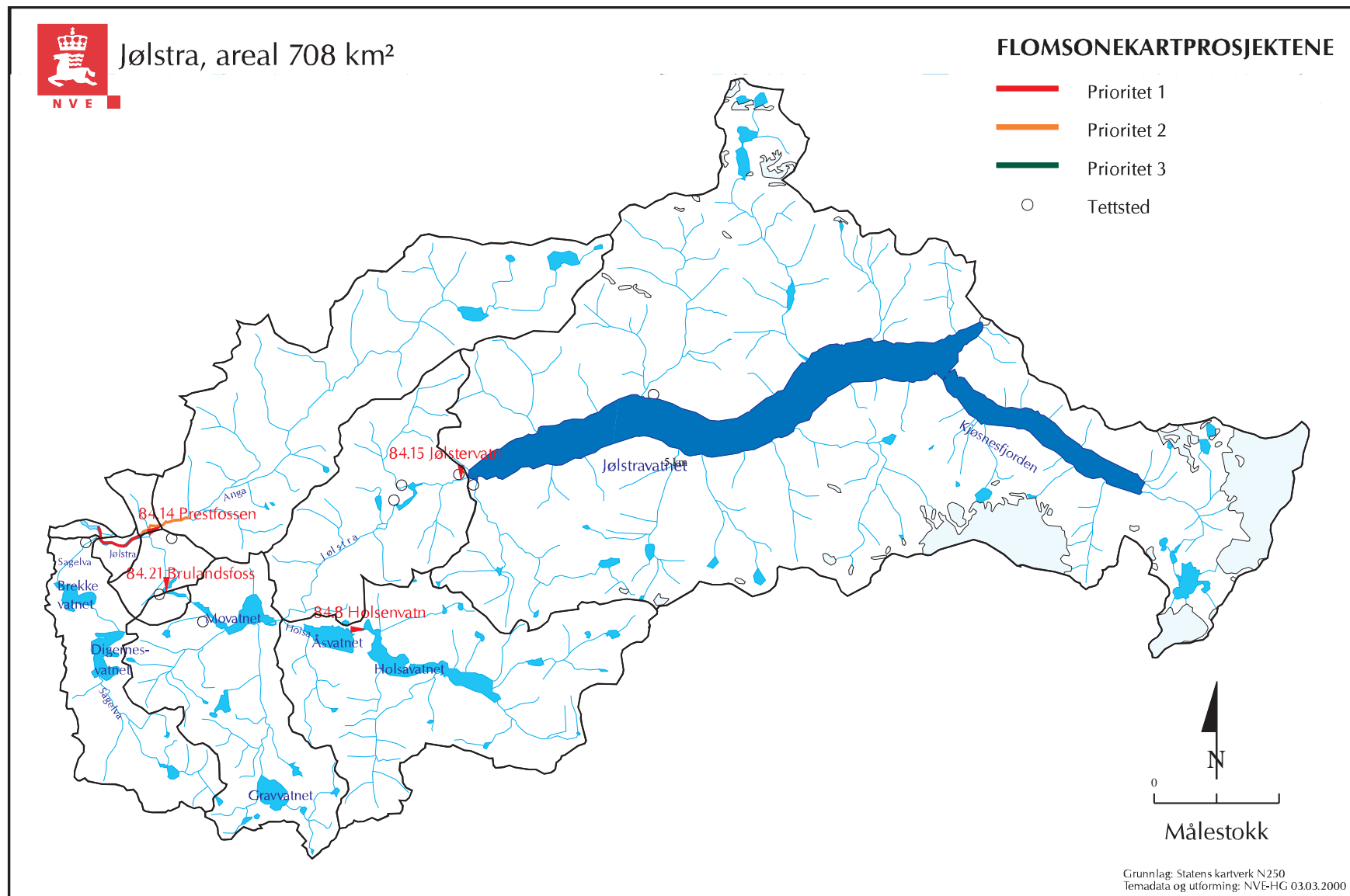
1.1. Avgrensning av delprosjektene som skal kartlegges

Jølstra

Delprosjekt 1. **Førde.** Jølstra fra utløpet i Førdefjorden gjennom Førde sentrum, (fs 084_1) forbi samløpet med Anga opp til Bruland.

Delprosjekt 2. **Angedalen.** Anga fra rett oppstrøms samløpet med Jølstra til (fs 084_2) Prestfossen.

Prosjektnummer i parentes refererer til delprosjektnummer i Flomsonekartprosjektet.



Figur 1. Kart over Jølstravassdraget. Strekningen som skal flomsonekartlegges, og som det er gjort flomberegninger for, er inntegnet.

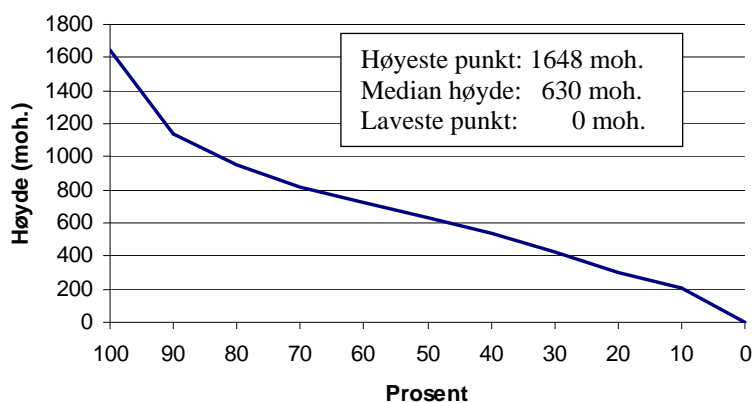
2. Beskrivelse av vassdraget

Jølstravassdraget er lokalisert mellom Nordfjord og Sognefjorden, og har utløp i Førdefjorden. Ved utløpet i fjorden har Jølstra et nedbørfelt på 717 km², og en elvelengde på 58,4 km. I øst har vassdraget utspring i Grovabreen og de sørlige deler av Jostedalsbreen. Det er store høydeforskjeller i vassdraget, se figur 2. Høyeste punkt i vassdraget er et punkt på Jostedalsbreen med 1648 moh.

54% av vassdraget drenerer til Jølstervatn før videre avrenning mot fjorden i vest. Omkring Jølstervatn er det mange større og mindre dalfører med drenering ut i vannet. Lengst øst i vassdraget har elvene karakter av breelver siden de har sitt utspring i bremassiv og snørike høyfjell. Ellers er elvene rundt Jølstervatn bratte, og kan ha store lokale flomvannføringer. Jølstervatn demper og regulerer vannføringen i stor grad. Ut av Jølstervatn renner elva Jølstra. Oppstrøms Førde sentrum har denne elva samløp med to større elver, Hulda fra Holsavassdraget tilløper ved Mo, og lenger ned ved Hafstad tilløper Anga fra Angerdalen. Vannføringen fra Holsavassdraget blir naturlig regulert idet vannet drenerer gjennom de to lavereliggende vannene Åsvatn og Movatn. Elva Anga har lite sjøareal og har rask respons i flomsituasjoner. Videre renner Jølstra gjennom Førde sentrum, der den har samløp med Sagelva rett oppstrøms utløpet i Førdefjorden. Jølstravassdraget har en effektiv sjøprosent på 3,2 %.

Nedbørfeltet til Jølstra ligger i et svært nedbørrikt område der nedbøren kan ha stor lokale forskjeller. Dersom det er nysnø i fjellet og det samtidig inntreffer mildvær og sterk nedbør kan avrenningen bli stor. Ofte er det stor vannføring i Anga og/eller Sagelva uten at det er tilsvarende flom i Jølstra. Årlig middelavrenning i vassdraget er ca. 70 l/s*km², men variasjonene i årlig middelavrenning er store innenfor feltet. Den varierer fra omkring 60 l/s*km² i de laveste områdene til ca.120 l/s*km² i de høytliggende områdene. Vannføringen i Jølstra er normalt størst i sommermånedene mai-juli og om høsten i perioden sept-okt./nov. Siden store deler av feltet ligger over tregrensen og har stabile vinterforhold vil avrenningen øke kraftig om våren og sommeren i forbindelse med snøsmeltingen. Kraftige nedbørepisoder i form av regn både høst og vinter kan gi flomforhold til alle årstider.

Jølstra er regulert. Det er ett reguleringsmagasin i vassdraget, Jølstervatn, med et magasinivolum på nærmere 50 mill. m³. Reguleringen i Jølstervatn virker flomdempende, i tillegg til at vannene i vassdraget gir naturlig flomdemping. Reguleringsprosenten i Jølstra ved Brulandsfoss er 3,4 %



Figur 2.
Hypsografisk kurve for
Jølstravassdraget.
Areal 717 km².

3. Hydrometriske stasjoner

3.1. Hydrometriske stasjoner i Jølstravassdraget

De viktigste hydrometriske stasjonene i Jølstravassdraget er 84.1 Jølstervatn, 84.15 Jølstervatn, 84.8 Holsenvatn, 84.20 Holsenvatn, 84.21 Brulandsfoss og 84.14 Prestfossen. Se figur 1 for lokalisering av målestasjonene. Se tabell 1 for stasjonsopplysninger.

Tabell. 1. Stasjonsopplysninger for målestasjoner i Jølstravassdraget.

Stasjon	Felt-areal (km ²)	Målestart	Reg. (%)	QM (m ³ /s)	Qmax målt (m ³ /s)	Qmax i % av QM	Stasjonskommentarer:
84.1 Jølstervatn	384,0	1901	0	123	100	81	1901-1951, deretter magasin
84.15 Jølstervatn	384,0	1951	5,4	109	92	84	Bra vannføringskurve
84.8 Holsenvatn	70,3	1963	0	38,1	22,2	58	I drift til 1983.
84.20 Holsenvatn	70,3	1984	0	38,1	22,4	59	Nå i drift.
84.21 Brulandsfoss	573,0	1993	3,4	174	104 (153)	60 (88)	Vannføringskurven er forlenget med overløpsdata fra kraftverket (Qmax: 153 m ³ /s).
84.14 Prestfossen	92,0	1975	0	109	24,3	22	Dårlig vannmerke pga. meget raske vannstandsvariasjoner ved høye vannføringer og overkritisk strømning. Overkritisk strømning kan gi underestimerte flomvannføringer. Dårlig oppmålt vannføringskurve.

Reg. (%): Reguleringsprosent, **QM**: Spesifikk middelflom, **Qmax målt**: Høyeste målte vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven, **Qmax i % av QM**: Største vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven i % av middelflom.

3.2. Hydrometriske stasjoner i nærliggende vassdrag

Viktige målestasjoner i nærliggende vassdrag er også benyttet i analysen. Disse er 83.2 Viksvatn og 83.8 Yndestad, begge i Gaularvassdraget, 85.2 Blåmannsvatn i Oselvassdraget, 84.11 Hovefoss i Nausta og 82.4 Nautsundvatn i Guddalsvassdraget. Se figur 1 for lokalisering av målestasjonene. Se tabell 2 for stasjonsopplysninger.

Tabell. 2. Stasjonsopplysninger for benyttede målestasjoner i nærliggende vassdrag.

Stasjon	Felt-areal (km ²)	Målestart	Reg. (%)	QM (m ³ /s)	Qmax målt (m ³ /s)	Qmax i % av QM	Stasjonskommentarer:
82.4 Nautsundvatn	220,0	1908	0	215	160	75	Meget bra vannføringskurve
83.2 Viksvatn	505,0	1902	0	166	162	98	Meget bra vannføringskurve
83.8 Yndestad	30,1	1962	0	27,0	12	44	
84.11 Hovefoss	232,0	1963	0	214	172	80	Bra vannføringskurve
85.2 Blåmannsvatn	225,0	1929	0	95,8	47,0	49	Bra vannføringskurve

Reg. (%): Reguleringsprosent, **QM**: Spesifikk middelflom, **Qmax målt**: Høyeste målte vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven, **Qmax i % av QM**: Største vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven i % av middelflom.

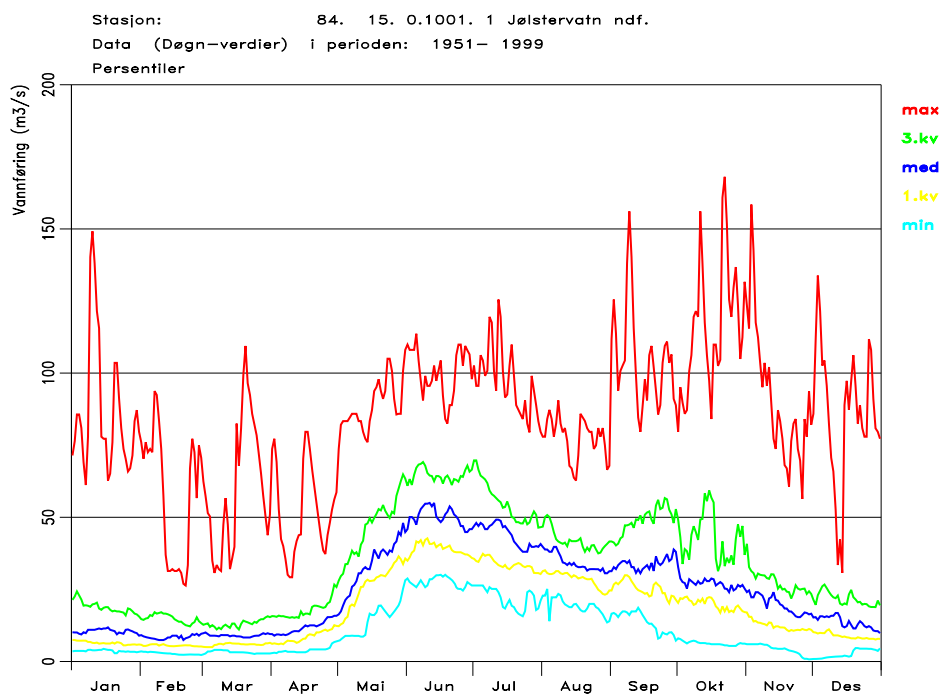
Benyttede feltareal er fastlagt ved nye beregninger av Seksjon for geoinformasjon (HG), og kan avvike noe fra de arealer som er oppgitt i Hydrologisk avdelings database, Hydra II.

3.3. Karakteristiske vannføringsverdier og observerte flommer

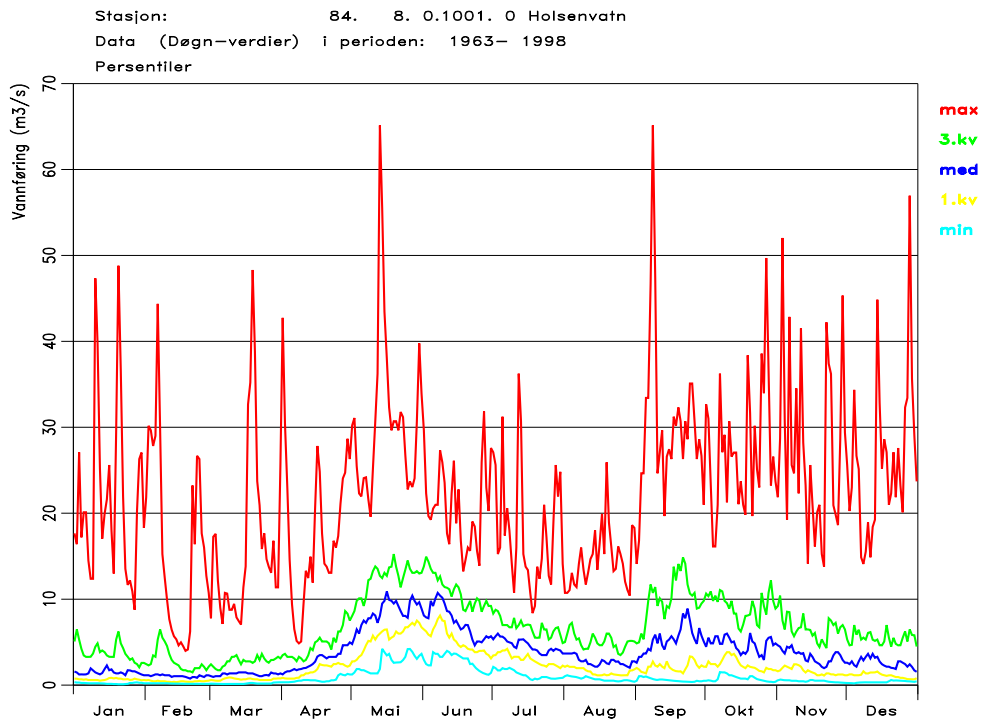
Figur 3-6 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året for de viktigste målestasjonene i vassdraget som skal kartlegges, målestasjonen Jølstervatn i Jølstra ved utløpet av Jølstervatn, Holsenvatn i Holsa ved enden av Holsenvatn, Brulandsfoss et stykke oppstrøms samløpet med Anga og Prestfossen i Anga. Øverste kurve (max) viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne. De øvrige kurvene (1.kv og 3.kv) viser henholdsvis 25- og 75-persentilen for observasjonene. Med 25-persentilen forstås at 25 % av observasjonene ligger under den vannføringen, og tilsvarende med 75-persentilen, 75 % av observasjonene ligger under.

Mediankurvene i figur 3-6 viser midlere vannføringsforhold over en lang årrekke, men illustrerer dårlig hvordan vannføringen faktisk varierer i et enkelt år. I figur 7-10 er vannføringen vist for de samme målestasjonene for år med omtrent normal årsvannføring.

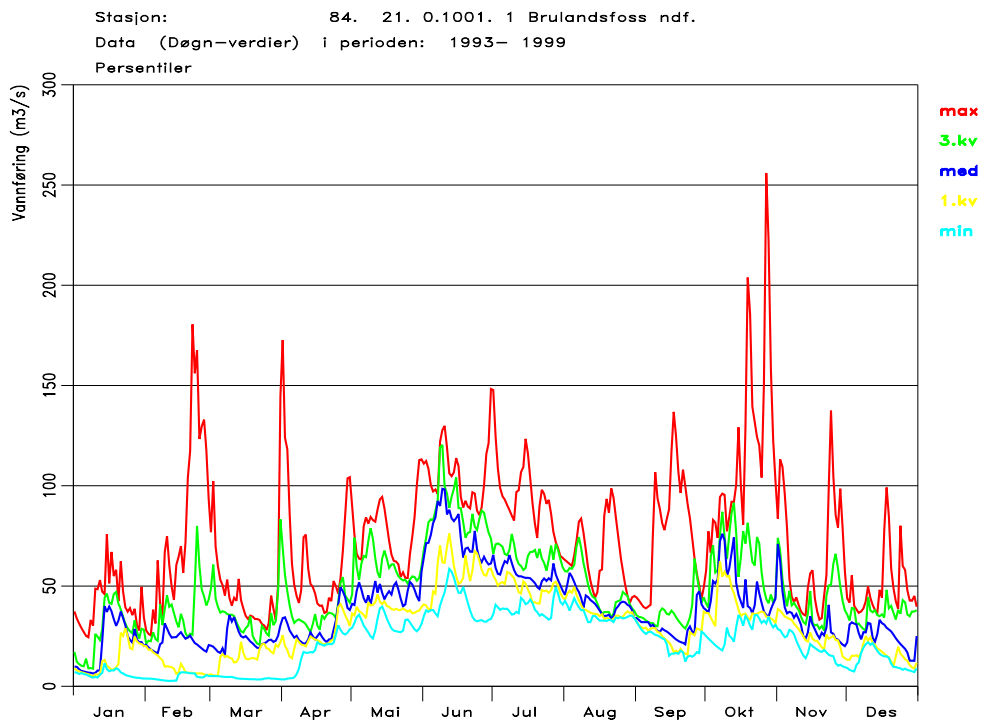
Tabell 3 gir en oversikt over døgnmiddelvannføringen ved de største flommene i observasjonsperioden for målestasjoner i Jølstravassdraget. Mer om store observerte flommer i Jølstra i kap. 6.



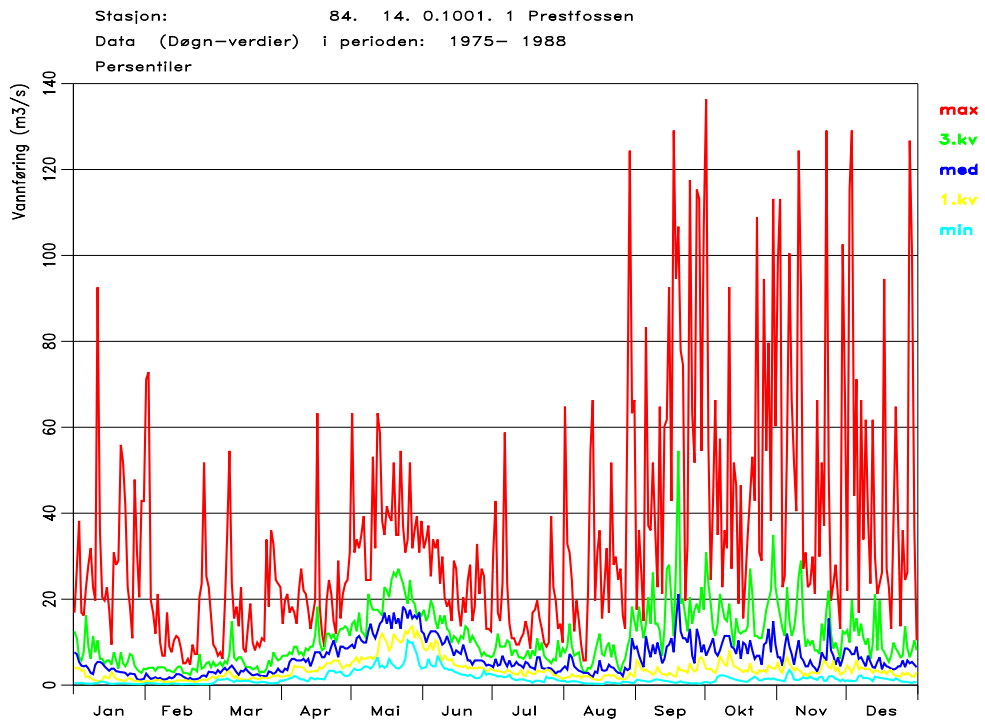
Figur 3. Karakteristiske hydrologiske data for Jølstervatn ved utløpet av Jølstravassdraget.



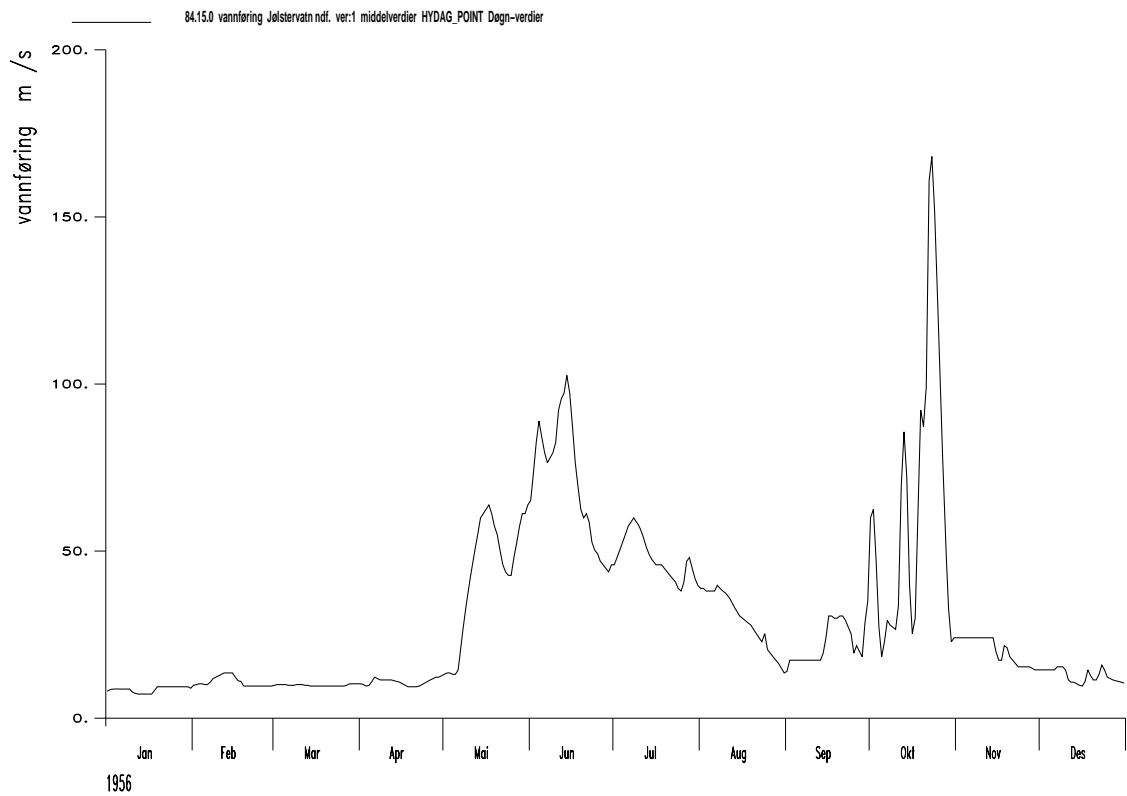
Figur 4. Karakteristiske hydrologiske data for Holsenvatn i Holsa.



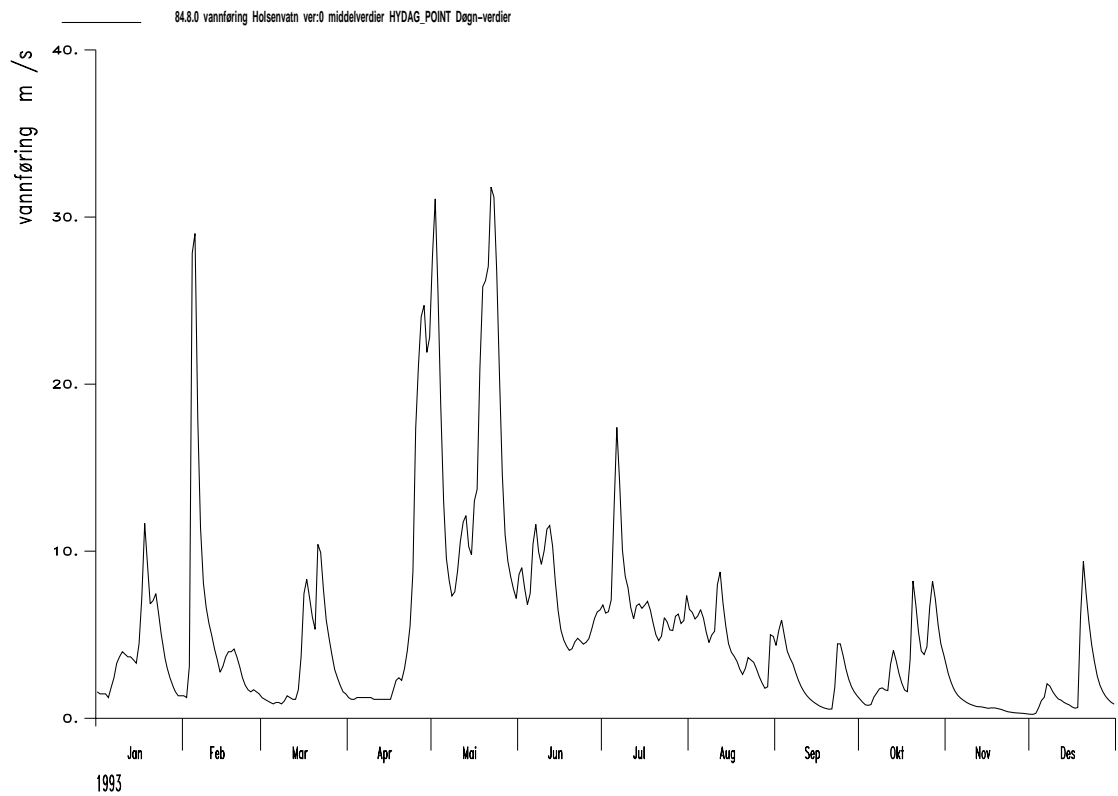
Figur 5. Karakteristiske hydrologiske data for Brulandsfoss i Jølstra.



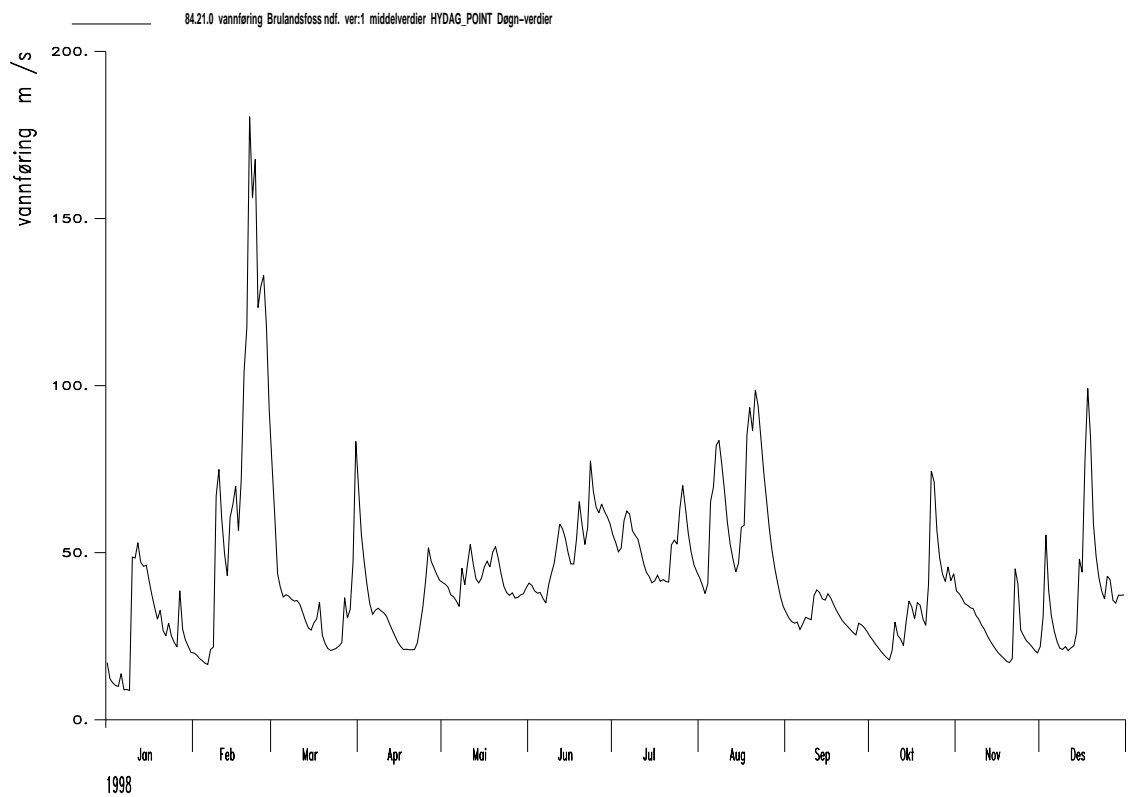
Figur 6. Karakteristiske hydrologiske data for Prestfossen i Anga.



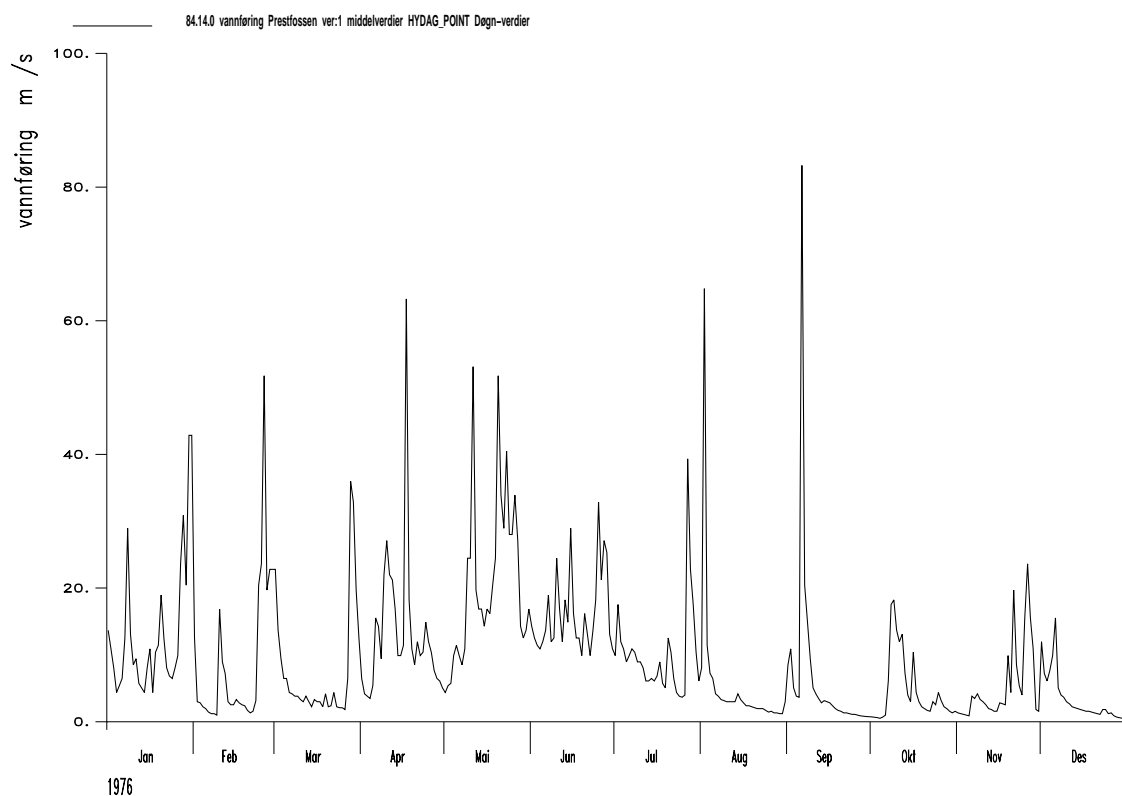
Figur 7. Vannføringen ved utløpet av Jølstervatn i 1956.



Figur 8. Vannføringen ved Holsenvatn i 1993.



Figur 9. Vannføringen ved Brulandsfoss i 1998.



Figur 10. Vannføringen ved Prestfossen i 1976.

Tabell 3. De fem største flommene i løpet av observasjonsperioden for målestasjonene Jølstervatn, Holsenvatn og Prestfossen.

Stasjon	Observasjonsperiode	År	Dato	Døgnmiddel-vannføring, m ³ /s
84.15 Jølstervatn	1951-1999	1956	23.10	168
		1971	03.11	158
		1973	09.09	156
		1953	11.10	156
		1957	10.01	149
84.8 Holsenvatn	1963-1998	1981	13.05	65
		1966	08.09	65
		1975	28.12	57
		1971	03.11	52
		1995	27.10	50
84.14 Prestfossen	1975-1988	1985	01.10	136
		1986	03.12	129
		1980	23.11	129
		1978	17.09	129
		1988	29.12	127

4. Flomfrekvensanalyser

4.1. Flomfrekvensanalyse for Jølstravassdraget

Flommer generert av snøsmelting og flommer som er resultat av nedbørepisoder tilhører to forskjellige populasjoner. Vårflommene er årvisse, men stiger moderat mot høyere gjentaksintervall. Høstflommene kan være små eller mangle mange år, men stiger ofte raskere mot høye gjentaksintervall. I vassdrag med hyppighet av både høst- og vårflommer er det vanlig å utføre separate analyser av vår- og høstflommene, og ekstrapolere hver for seg (Sælthun 1997). I kystnære områder som Jølstravassdraget opptrer flomepisoder til alle årstider, og det er vanskelig å skille mellom vår- og høstflomsesong. De fleste store flommer ved de hydrometriske stasjonene i Jølstravassdraget opptrer høst og vinter, og er primært forårsaket av nedbørepisoder. Store flomepisoder forekommer også om våren og sommeren i forbindelse med snøsmelting og nedbør. Analyse på høst- og vårsesong for Jølstravassdraget ga gjennomgående noe lavere middelflom for alle målestasjonene enn ved analyse på årsflommer. Benyttet flomfrekvensanalyse for Jølstravassdraget er derfor utført på årsflommer, dvs. at frekvensanalysene er basert på de høyeste observerte døgnmiddelvannføringene hvert år.

Det er utført flomfrekvensanalyse på årsflommer for to målestasjoner i Jølstravassdraget og fire målestasjoner i nærliggende vassdrag, se kap. 3.1 og 3.2. Resultatet er vist i tabell 4, med midlere flom (Q_M) i spesifikke verdier og flommer med forskjellig gjentaksintervall (Q_T) som en faktor i forhold til midlere flom. For stasjoner som er påvirket av regulering er kun data etter siste større regulering benyttet. Disse dataene kan forutsettes å være representative for flomforholdene som kan ventes i fremtiden. Resultatet av frekvensanalysen for målestasjonene Jølstervatn, Holsenvatn, Viksvatn, Blåmannsvatn, Hovefoss og Nautsundvatn er illustrert i figur 11-16. I tabell 3 i kapittel 3.3 er de største flommene som inngår i analysen for de viktigste stasjonene presentert.

Tabell 4. Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jølstravassdraget og i nærliggende vassdrag, Q_T/Q_M

Stasjon	Antall år	Varighet døgn	Q_M l/s*km ²	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
Jølstravassdraget:									
84.15 Jølstervatn	43	1	285	1,28	1,39	1,51	1,60	1,69	1,81
84.8 Holsenvatn	33	1	542	1,38	1,53	1,72	1,86	2,00	2,18
Prestfossen*	33	1	931	1,48	1,69	1,96	2,17	2,37	2,63
Brulandsfoss*	30	1	308	1,31	1,43	1,57	1,68	1,78	1,92
Jølstra+Anga*	30	1	347	1,31	1,44	1,59	1,70	1,82	1,96
Midlet serie (1)				1,31	1,42	1,56	1,66	1,76	1,88
Midlet serie (2)				1,41	1,58	1,78	1,94	2,09	2,29
Nærliggende vassdrag:									
82.4 Nautsundvatn	89	1	979	1,56	1,80	2,11	2,35	2,58	2,90
83.2 Viksvatn	96	1	329	1,26	1,34	1,44	1,51	1,58	1,66
84.11 Hovefoss	33	1	923	1,48	1,70	1,97	2,18	2,38	2,66
85.2 Blåmannsvatn	61	1	426	1,34	1,46	1,60	1,70	1,80	1,92

* Konstruert serie

Målestasjonen Brulandsfoss i Jølstra oppstrøms samløpet med Anga viser totalavløpet fra 80 % av vassdraget, og er en viktig målestasjon i flomberegningssammenheng. Målestasjonen har seks år med observerte data. Dette er for få år til at serien kan benyttes i flomfrekvensanalyse. Det er derfor konstruert en forlenget serie for Brulandsfoss (se tabell 4) vha. regresjonsanalyse mot målestasjonene Jølstervatn og Holsenvatn, som har en felles målelengde på 30 år i perioden 1963-1998.

Målestasjonen Prestfossen gir bidraget fra Anga, og er også en viktig målestasjon i analysen. Observasjonsserien ved Prestfossen er på 13 år. Observert middelflom over disse årene er på 1189 l/skm^2 , men serien inneholder for få år til frekvensanalyse. Det er derfor konstruert en forlenget serie ved Prestfossen. Dette ble gjort på tre ulike måter; 1) Observasjonsserien ved Prestfossen ble forlenget vha. regresjonsanalyse mot Hovefoss, 2) Observasjonsserien ved Hovefoss er skalert ned for forskjell i både feltareal og årsmiddelavrenning (hentet fra isohydatkart). Grunnet liten stasjonstetthet i området i og omkring Anga, er isohydatkartet her noe usikkert. 3) Observasjonsserien ved Hovefoss ble derfor skalert ned kun for forskjell i feltareal. Disse tre metodene ga så og si like frekvensfaktorer for de ulike gjentaksintervallene. Estimert for middelflom ble noe forskjellige, se kap. 5.1 om middelflom. Metode 3) er antatt å gi best representativitet for forholdene ved Prestfossen. Denne involverer ikke på noen måte observasjonene ved Prestfossen, som regnes for å være dårlige. Siden nedbørfeltet til Anga på mange måter er likt nedbørfeltet til Hovefoss synes observasjonene ved Hovefoss å være representative for forholdene i Anga.

Midlet serie (1) (tabell 4) utgjør middelet av flomfrekvensfaktorene for målestasjonene Jølstervatn, Holsenvatn og Viksvatn. Midlet serie (2) (tabell 4) utgjør middelet av fordelingene for Hovefoss og Blåmannsvatn.

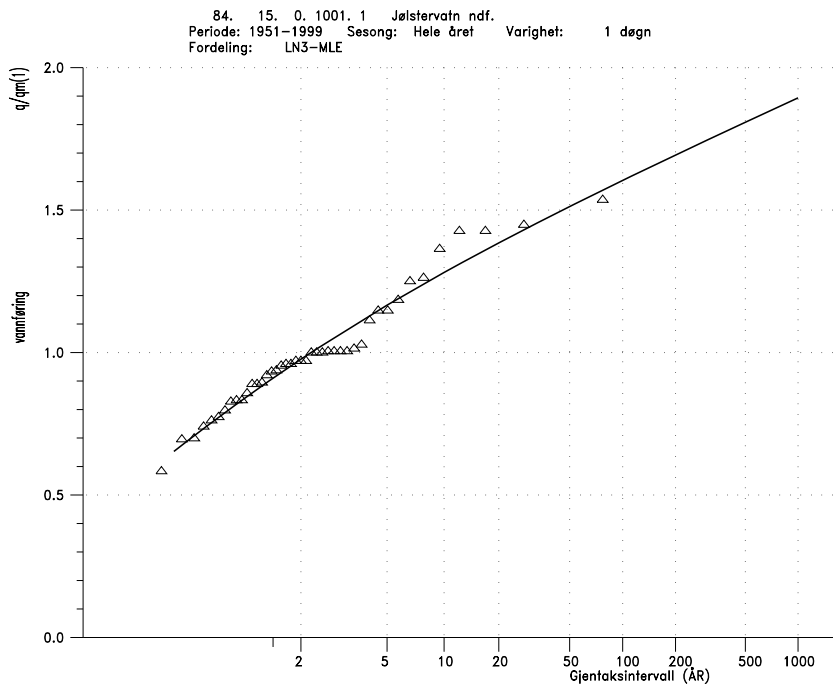
Store forskjeller i spesifikk midlere flom mellom enkelte av stasjonene skyldes store forskjeller i nedbørfeltens utstrekning. Spesifikke flomverdier er normalt adskillig lavere i store enn i små nedbørfelt. Dette skyldes at det i store vassdrag ofte inntreffer at bare deler av et stort vassdrag får nedbør samtidig, og at avløpet fra de forskjellige delene av feltet når hovedelva til forskjellige tidspunkt.

I tabell 5 er resultatene for de ulike målestasjonene presentert med midlere flom i absolutte verdier, Q_M , og flommer med forskjellige gjentaksintervall, Q_T , for varighet ett døgn.

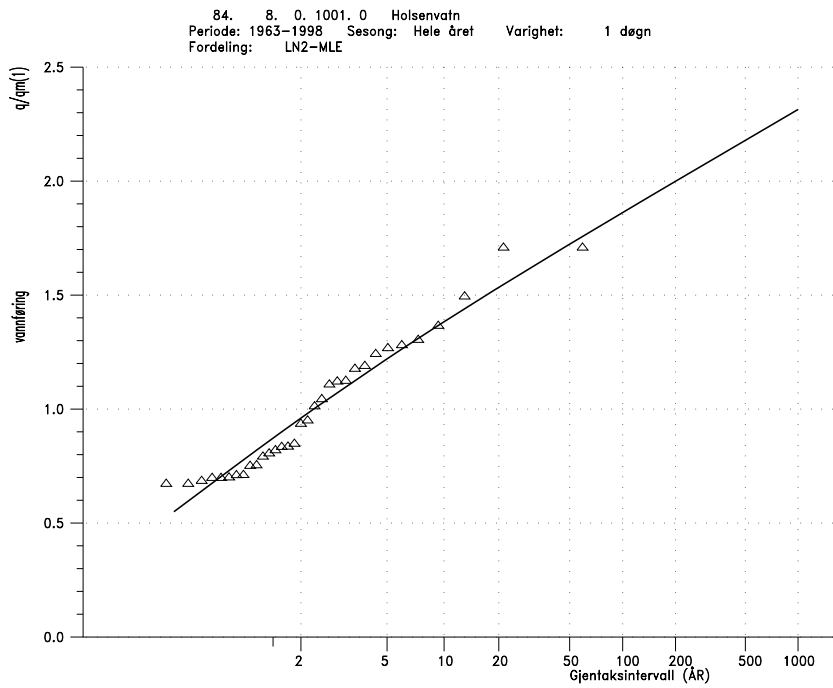
Tabell 5. Flomfrekvensanalyse på årsflommer for målestasjoner i Jølstravassdraget og i nærliggende vassdrag, m³/s.

Stasjon	Antall år	Varighet døgn	Q _M 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
Jølstravassdraget:									
84.15 Jølstervatn	43	1	109	140	152	165	176	185	198
84.8 Holsenvatn	33	1	38	53	58	66	71	76	83
Prestfossen*	33	1	86	127	145	169	186	204	228
Brulandsfoss*	30	1	177	231	252	278	297	315	339
Jølstra+Anga*	30	1	234	307	336	372	399	425	459
Nærliggende vassdrag:									
82.4 Nautsundvatn	89	1	215	336	387	455	505	556	625
83.2 Viksvatn	96	1	166	209	223	240	251	262	275
84.11 Hovefoss	33	1	214	318	363	422	466	510	569
85.2 Blåmannsvatn	61	1	96	128	139	153	163	172	184

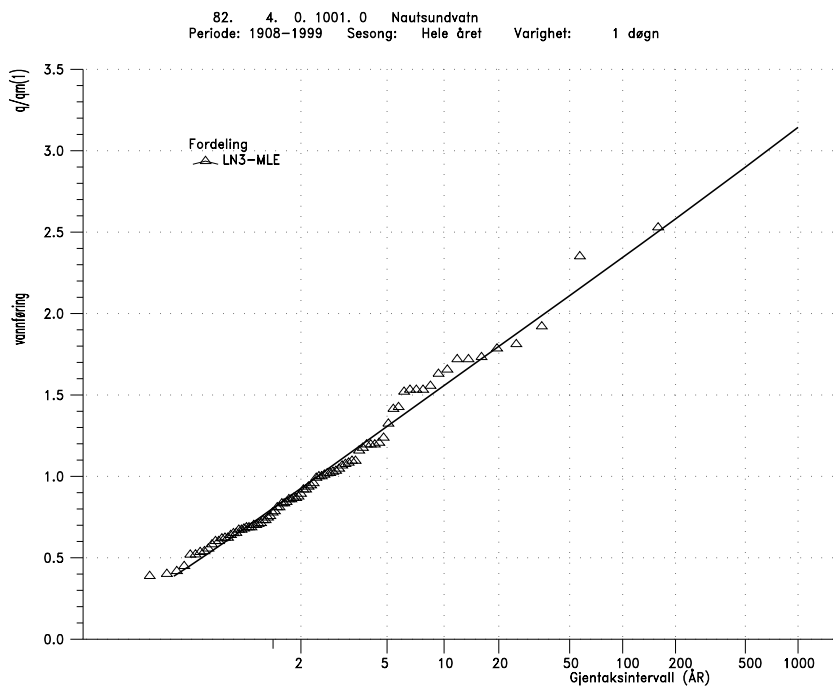
* Konstruert serie



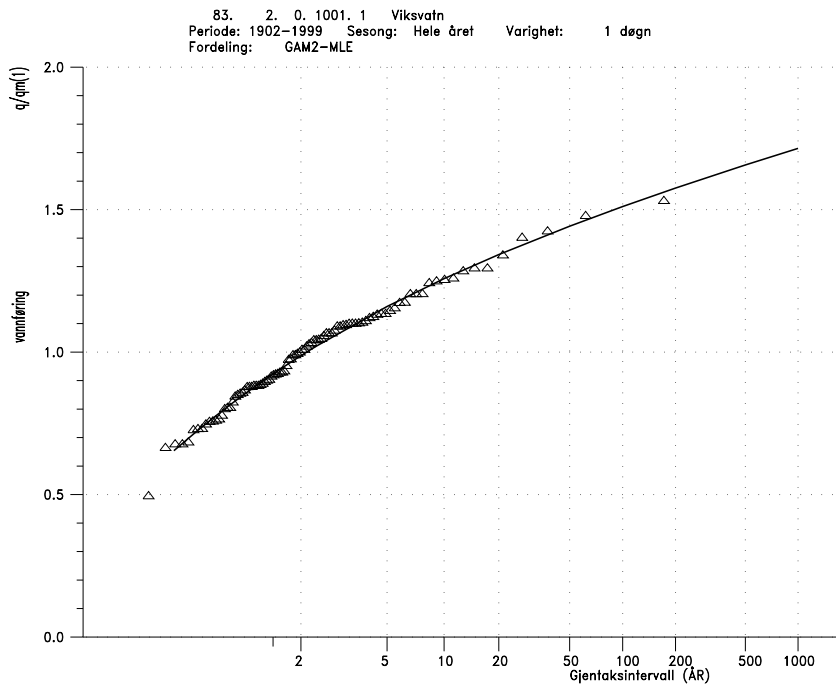
Figur 11. Flomfrekvensanalyse for målestasjon Jølstervatn.



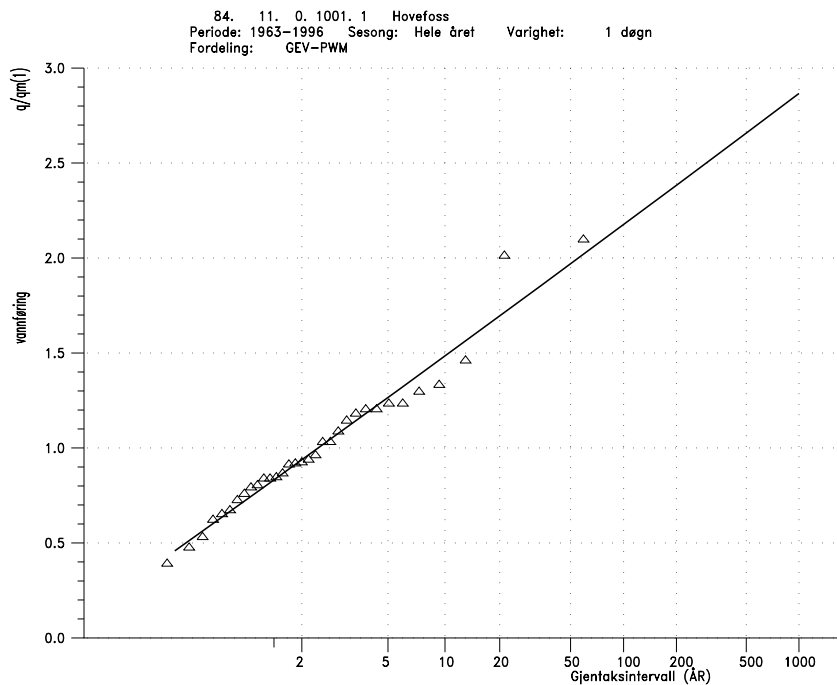
Figur 12. Flomfrekvensanalyse for målestasjon Holsenvatn.



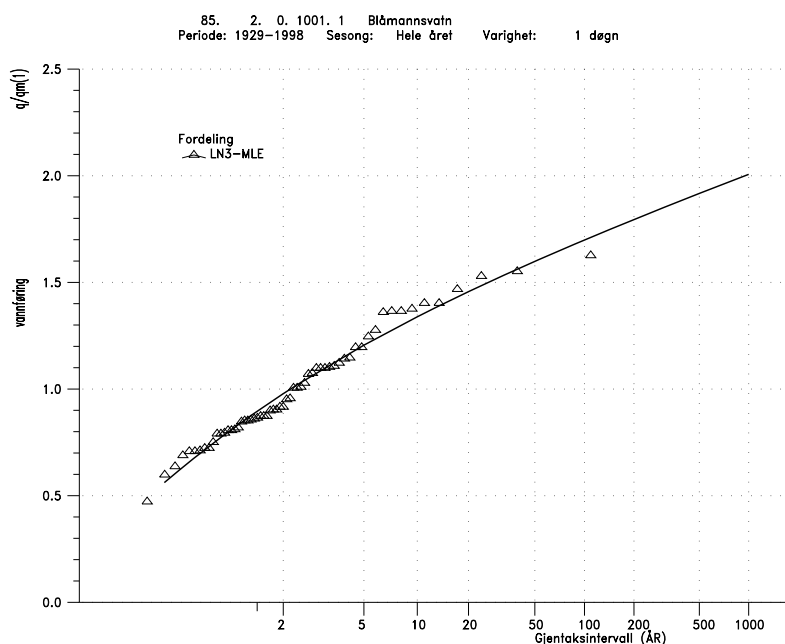
Figur 13. Flomfrekvensanalyse for målestasjon Nautsundvatn i Guddalsvassdraget.



Figur 14. Flomfrekvensanalyse for målestasjon Viksvatn i Gaularvassdraget .



Figur 15. Flomfrekvensanalyse for målestasjonen Hovefoss i Naustavassdraget.



Figur 16. Flomfrekvensanalyse for målestasjonen Blåmannsvatn i Oselvassdraget.

4.2. Regional analyse

Som et sammenligningsgrunnlag er det utført regional flomfrekvensanalyse for Jølstravassdraget. Dette er en frekvensanalyse som utføres for grupper av serier i en region. Analysen ble utført slik at både de to målestasjonene i feltet med lange observasjonsserier, Jølstervatn og Holsenvatn, og målestasjonene fra nærliggende vassdrag presentert i tabell 2, ble analysert som tilhørende samme region. Analysen er kjørt på hele observasjonsperioden for stasjonene. Det er kun data etter siste regulering i Jølstervatn som inngår i analysen. Frekvensfordelingen fra denne analysen er vist som Reg.1 i tabell 6. Analyseresultatene viste at Nautsundvatn og Viksvatn hadde relativt store avvik fra den genererte gruppefordelingen, og at disse stasjonene antaglig ikke bør inngå i en regional analyse for Jølstra. Avviket fremgår også til dels av tabell 4. Tilsvarende regionale analyse ble derfor utført på den samme gruppen av stasjoner, men der Viksvatn og Nautsundvatn ble utelatt, se Reg.2 i tabell 6. Dette ga ikke store utslag i frekvensfaktorene. Tross ovennevnte analyseresultat anses Viksvatn for å være en viktig målestasjon i regionen. Reg.3 er frekvensanalyse der Viksvatn inngår i analysen, mens Nautsundvatn er utelatt. Dette ga større utslag i frekvensfaktorene.

Tabell 6. Regional flomfrekvensanalyse, årsflommer, Q_r/Q_r

	Varighet døgn	$Q_{10}/$ Q_M	$Q_{20}/$ Q_M	$Q_{50}/$ Q_M	$Q_{100}/$ Q_M	$Q_{200}/$ Q_M	$Q_{500}/$ Q_M
Reg.1	1	1,39	1,56	1,79	1,96	2,14	2,38
Reg.2	1	1,38	1,55	1,77	1,93	2,10	2,32
Reg.3	1	1,36	1,51	1,70	1,84	1,98	2,17

De tre lokalfeltene i Jølstravassdraget, Jølstra, Holsa, og Sagelva, har en annen karakter enn Anga. Jølstra, Holsa og Sagelva, som utgjør hoveddelen av vassdraget har stor andel sjø. Anga derimot er et så å si sjøfritt felt. Samme regionale fordeling er dermed ikke nødvendigvis egnet for hele feltet. Siden det også er betydelige forskjeller i frekvensfaktorene for de ulike målestasjonene både innenfor vassdraget og i nærliggende vassdrag synes det mer korrekt å variere frekvensfordelingene i ulike deler av feltet, slik det vil fremgå av kap. 5.1. En regional analyse er dermed ikke benyttet i flomberegningene for Jølstravassdraget, siden det synes mer korrekt å variere frekvensfordelingene i ulike deler av feltet.

5. Beregnede flomvannføringer

5.1 Døgnmiddelflommer i Jølstravassdraget

Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år er beregnet for ni punkter langs Jølstra. Punktene er valgt på bakgrunn av strekningene som skal flomsonekartlegges, beskrevet i kap. 1.1. Resultatene er vist i tabell 7 og 8. Feltarealene er beregnet av Seksjonen for Geoinformasjon (HG).

Frekvensfaktorer

Grunnlaget for beregning av døgnmiddelet for flommer med forskjellige gjentaksintervall for hvert punkt er presentert i tabell 7. Som det fremgår av tabellen er ulike kombinasjoner av frekvensfaktorer, Q_T/Q_M , benyttet i forskjellige deler av vassdraget. I Jølstra fra Brulandsfoss til utløpet er det valgt en frekvensfordeling som utgjør et middel av fordelingene for Jølstervatn, Holsenvatn og Viksvatn. Frekvensfaktorene for denne midlede serien, se Midlet serie (1) i tabell 4, er veldig lik faktorene for den konstruerte serien ved Brulandsfoss. Det er dermed grunn til å anta at den midlede frekvensfordelingen er representativ i Jølstra. I kap. 4.2 ble det ut fra den regionale analysen konkludert med at Viksvatn ikke bør inngå i en frekvensanalyse for Jølstra. Gaula er imidlertid nærmeste nabo til Jølstra i sør og feltet er i likhet med Jølstra preget av stor andel sjø. Viksvatn har lang observasjonsserie, regnes for å være en målestasjon av meget god kvalitet og har omtrent samme årsmiddelavrenning som Jølstra. Da frekvensanalysen for Jølstra må estimeres på bakgrunn av målestasjoner i nærliggende vassdrag, vurderes det derfor som naturlig at Viksvatn inngår i analysen.

Anga har som nevnt en litt annen karakter enn Jølstra med lite sjøareal. Frekvensfordelingen er her valgt som et middel av Hovefoss og Blåmannsvatn, se Midlet serie (2) i tabell 4. Hovefoss i Nausta er nabovassdrag til Anga med liten sjøandel og omtrent samme årsmiddelavrenning som Anga. Blåmannsvatn har lang observasjonsserie og også omtrent samme årsmiddelavrenning. Midlet serie (2) er regnet for å være representativ for både Anga og Sagelva.

Middelflom

I Jølstra oppstrøms samløpet med Anga er spesifikk middelflom beregnet på bakgrunn av den konstruerte serien for Brulandsfoss. I Anga ved Prestfossen er spesifikk middelflom beregnet fra observerte data (1189 l/skm^2) høy, sammenlignet med sammenlignbare nærliggende vassdrag. Som nevnt i tabell 1 har vannmerket ved Prestfossen dårlig kvalitet. Spesifikk middelflom ved Prestfossen, beregnet for hver av de tre metodene beskrevet i kap. 4.1, gir hhv. 1) 1016 l/skm^2 , 2) 814 l/skm^2 og 3) 931 l/skm^2 . Spesifikk middelflom som ved Hovefoss, tilnærmet alternativ 3), regnes å være representativ i Anga. For Jølstra nedstrøms samløpet med Anga er det konstruert en serie på bakgrunn av den konstruerte serien for Brulandsfoss og den konstruerte serien for Prestfossen (Prestfossen beregnet ved alternativ 3 beskrevet i kap. 4.1, som ga omtrent lik spesifikk middelflom som ved Hovefoss). Døgnverdiene i disse seriene ble addert, og gir en estimert vannføringsserie nedstrøms samløpet, se Jølstra+Anga i tabell 4 og 5. Spesifikk middelflom beregnet ved denne

estimerte serien, 347 l/skm², regnes som representativ i Jølstra på strekningen fra nedstrøms samløpet med Anga til utløpet i fjorden. I Sagelva er spesifikk middelflom antatt å være lik spesifikk middelflom som ved målestasjonen 83.8 Yndestad i Fauskelva, rett vest for Sagelva, med utløp i Dalsfjorden. Disse har omtrent likt feltareal og har begge sjøer i nedbørfeltet.

Tabell 7. Grunnlag for beregning av døgnmiddelflom i Jølstravassdraget. Delprosjekt nr. angir i hvilket delprosjekt i Flomsonekartprosjektet de ulike punktene på elvestrekningen inngår.

Del-prosjekt nr.		Felt-areal km ²	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
			l/s*km ²	m ³ /s						
fs 084_1	Jølstra ved Bruland	573	308	177	1,31	1,42	1,56	1,66	1,76	1,88
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Anga	580	308	179	1,31	1,42	1,56	1,66	1,76	1,88
fs 084_2	Anga ved Prestfossen	92	923	85	1,41	1,58	1,78	1,94	2,09	2,29
fs 084_2	Anga før samløpet med Jølstra	95	923	88	1,41	1,58	1,78	1,94	2,09	2,29
fs 084_1	Jølstra nedstrøms samløpet med Anga	675	347	234	1,31	1,42	1,56	1,66	1,76	1,88
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Sagelva	677	347	235	1,31	1,42	1,56	1,66	1,76	1,88
fs 084_1	I Sagelva	35	898	31	1,41	1,58	1,78	1,94	2,09	2,29
fs 084_1	Jølstra nedstrøms tilløpet fra Sagelva	712	347	247	1,31	1,42	1,56	1,66	1,76	1,88
fs 084_1	Jølstra ved utløpet i fjorden	717	347	249	1,31	1,42	1,56	1,66	1,76	1,88

I tabell 8 er midlere flom, Q_M, og flommer med forskjellig gjentaksintervall, Q_T, for varighet ett døgn presentert.

Tabell 8. Flomvannføringer ved ulike punkter i Jølstravassdraget, døgnmiddel i m³/s.

Del-prosjekt nr.		Q _M 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 084_1	Jølstra ved Bruland	177	231	251	275	293	310	332
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Anga	179	234	254	279	297	314	336
fs 084_2	Anga ved Prestfossen	85	120	134	151	164	177	194
fs 084_2	Anga før samløpet med Jølstra	88	124	138	156	170	183	201
fs 084_1	Jølstra nedstrøms samløpet med Anga	234	306	332	365	388	411	440
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Sagelva	235	307	333	366	389	412	442
fs 084_1	I Sagelva	31	44	50	56	61	66	72
fs 084_1	Jølstra nedstrøms tilløpet fra Sagelva	247	323	351	385	409	433	464
fs 084_1	Jølstra ved utløpet i fjorden	249	325	353	388	412	436	468

5.2. Kulminasjonsvannføringer i Jølstravassdraget

Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk for små vassdrag med rask flomstigning og spisse flomforløp. I større vassdrag er situasjonen ofte slik at avløp fra forskjellige deler av feltet ankommer et og samme punkt i hovedvassdraget på forskjellige tidspunkt. Dermed er forholdstallet mellom

kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring ofte lave. Smelteflommer har relativt lang varighet og stort volum. Dette gir et dempet avløp, og svært ofte et moderat avvik mellom momentan- og døgnmiddelflommen. Andelen sjøareal i et vassdrag påvirker også i stor grad dette forholdet. I vassdrag med stor effektiv sjøprosent, som i Jølstravassdraget, er flomdempningen stor i forhold til i vassdrag med lite sjøareal. Forholdet mellom momentan- og døgnmiddelflom er derfor oftest adskillig mindre i slike vassdrag enn i felt med liten effektiv sjøprosent.

Kulminasjonsvannføringen anslås ved å analysere de største flommene i vassdraget. Forholdstallet ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$) mellom observert kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring er beregnet for én eller flere av de større flommene ved målestasjoner i Jølstravassdraget og i nærliggende vassdrag, avhengig av hvor og når det finnes data med fin tidsoppløsning (timesverdier). Resultatet av analysen viser at forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$, beregnet ut fra observerte data ved stasjoner der data med timesverdier er tilgjengelig, varierer i stor grad i området omkring Jølstra. Som beskrevet over er det spesielt store forskjeller mellom felt med stort og lite sjøareal oppstrøms målestasjonene. I Jølstravassdraget finnes data med tidsoppløsning på en time kun for enkelte flommer ved Holsenvatn, Jølstervatn og ved Brulandsfoss. Ved Holsenvatn og Brulandsfoss er Q_{mom} gjennomsnittlig ca. 110 % av Q_{mid} , ved Jølstervatn ca. 103 %. I Jølstra nedstrøms Brulandsfoss finnes ingen observasjoner som gjør det mulig å beregne tilsvarende forholdstall. Det antas imidlertid at forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ ikke endres i stor grad fra Brulandsfoss til utløpet i fjorden, siden flomepisoder i Anga og i Sagelva som oftest har kulminert og er på retur når flom ankommer fra hovedvassdraget. Sagelva er et lite vassdrag, noe mindre enn Holsa, og flomvannføringer dempes i to sjøer langt nede i vassdraget som i Holsa. I Sagelva antas det at $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ er i samme størrelsesorden som ved Holsenvatn, ca. 1,10. Som tidligere nevnt har Anga en litt annen karakter enn de andre lokale vassdragene i Jølstra, med liten effektiv sjøprosent. Ved målestasjonen Prestfossen finnes ikke observasjoner med fin tidsoppløsning. Det må derfor foretas en sammenligning med målestasjoner i nærliggende vassdrag av samme karakter der finoppløselige data eksisterer. Observasjoner ved Hovefoss i nabovassdraget Nausta viser store variasjoner i $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$, fra 1,08 til 1,96. Gjennomsnitt for fire store flommer er på 1,53. Målestasjonen 87.3 Teita bru i Breimselv, feltareal 218 km², har forholdstall som varierer fra 1,14 til 1,58 for fire flommer. Siden disse vassdragene har feltareal som er 2-3 ganger større enn Anga, antas det at forholdstallet er høyere i Anga. Kulminasjonsvannføringen i Anga regnes å være 160 % av døgnmiddelfvannføringen.

Tilsvarende forholdstall er også beregnet for de ulike punktene nedover i vassdraget vha. formler, som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) (Sælthun 1997). I Anga ga resultatet fra formlene godt samsvar med forholdstallet fremkommet ved resonnementet ovenfor. I Sagelva ble beregnet verdi noe høyere enn ved antagelsene ovenfor. I resten av feltet ga beregningene forholdstall på under 100 %. Dette viser at formelen kan gi urealistiske verdier for store nedbørfelt med stor effektiv sjøprosent. Benyttede $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ -faktorer og tilsvarende kulminasjonsvannføringer ved ulike gjentaksintervall er presentert i tabell 9.

Tabell 9. Flomvannføringer i Jølstravassdraget, kulminasjonsvannføring i m³/s.

Del-prosjekt nr.		$Q_{\text{mom}}/$ Q_{mid}	Q_M 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 084_1	Jølstra ved Bruland	1,1	194	254	276	303	322	341	366
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Anga	1,1	197	257	279	307	326	345	370
fs 084_2	Anga ved Prestfossen	1,6	136	192	214	242	263	284	311
fs 084_2	Anga før samløpet med Jølstra	1,6	140	198	221	250	272	293	321
fs 084_1	Jølstra nedstrøms samløpet med Anga	1,1	257	337	366	401	427	452	484
fs 084_1	Jølstra før samløpet med Sagelva	1,1	258	338	367	402	428	453	486
fs 084_1	I Sagelva	1,1	35	49	54	62	67	72	79
fs 084_1	Jølstra nedstrøms tilløpet fra Sagelva	1,1	272	355	386	423	450	477	511
fs 084_1	Jølstra ved utløpet i fjorden	1,1	273	357	388	426	454	480	514

5.3. Samløpsproblematikk

Ofte er det tilfellet at det er flom i ei sideelv i et vassdrag uten at det er flomvannføring i selve hovedelva, eller at flommer kulminerer tidligere i sideelver slik at hovedbidraget fra en sideelv under en flomepisode har passert hovedelva før flomvannføringen i selve hovedelva kulminerer. I hydrauliske modeller for vannlinjeberegninger er det nødvendig å beregne vannføringen i hovedelva når flomvannføringen kulminerer i sideelva. Generelt er det i slike tilfeller nødvendig å beregne vannføringen for hver av greinene i samløpet, som regel to elver inn og én ut.

Grunnet sidevassdragenes små nedbørfelt og lite sjøareal i Anga kulminerer flommer i sidevassdragene Anga og Sagelva stort sett tidligere enn kulminasjonen i hovedelva ved samme flomepisode, selv om kulminasjonen i sideelv og hovedelv normalt skjer innenfor samme døgn. Ved samme flomepisode er det ikke gitt at gjentaksintervallet for flommen i sideelva er det samme som for flommen i hovedelva. I hovedelva nedstrøms tilløpet fra sideelvene vil vannføringen avhenge både av flomvannføring i sideelva og vannføringen i hovedelva. I og med at det ikke finnes finoppløselige vannføringsdata i Anga og i Jølstra nedstrøms samløpet, og at flommene kulminerer innenfor samme døgn, lar det seg vanskelig gjøre å estimere vannføringen i Jølstra nedstrøms samløpet ved kulminasjonstidspunktet i Anga. Det beste estimatet som kan gis fremkommer ved sammenligning av døgnmiddelvannføringene for konstruert serie i Jølstra nedstrøms tilløpet fra Anga og i Anga ved Prestfossen, samme døgn som flommer kulminerer. Døgnmiddelvannføringen i Jølstra nedstrøms samløpet med Anga er i gjennomsnitt ca. 170 % av døgnmiddelvannføringen i Anga, beregnet ved fire av de største observerte flommene ved Prestfossen. Som nevnt i tabell 1 blir flomvannføringer antagelig feilestimert ved Prestfossen. Tilsvarende er derfor beregnet vha. den konstruerte serien for Prestfossen, med resultat ca. 200 %. Sistnevnte antas mest representativ, og resultatene fremgår av tabell 10. Døgnmiddelvannføringen som

på denne måten fremkommer i Jølstra vil i gjennomsnitt stige med 10 % (se tabell 9) før kulminasjonen nås.

I samløpet mellom Jølstra og Sagelva er tilsvarende beregninger i utgangspunktet mer kompliserte idet det ikke finnes observasjoner av vannføring i Sagelva. Beregningene er ganske enkelt løst på følgende måte: I samløpet mellom Anga og Jølstra er prosentandelen vann i Jølstra av vannføringen i Jølstra ved samme gjentaksintervall som kulminasjonsvannføringen i Anga beregnet. Samme prosentandel antas også i Jølstra nedstrøms Sagelva.

Tabell 10. Samhørende verdier for vannføring i hovedelva ved kulminasjon i sideelvene (døgnmiddelvannføringer). NB! Vannføringer som her er oppført langs hovedelva tilsvarer ikke nødvendigvis gjentaksintervallet angitt øverst i kolonnen.

Del-prosjekt nr.		Q_M 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 084_2	I Anga	88	124	138	156	170	183	201
	Jølstra nedstrøms Anga	175	247	276	313	340	366	401
	Prosentandelen vannføring i Jølstra nedstrøms Anga av vannføringen ved de ulike gjentaksintervall (tabell 8)	75	81	83	86	88	89	91
fs 084_1	I Sagelva	31	44	50	56	61	66	72
	Jølstra nedstrøms Sagelva	185	261	291	330	358	386	423
	Prosentandelen vannføring i Jølstra nedstrøms Anga av vannføringen ved de ulike gjentaksintervall (tabell 8)	75	81	83	86	88	89	91

Tabell 10 viser som nevnt døgnmiddelvannføringen i Jølstra nedstrøms samløpet med Anga når Anga kulminerer (døgnmiddel). Tilsvarende kulminasjonsvannføring kan kun beregnes ved antagelsen om at Anga og Jølstra kulminerer på samme tidspunkt, altså den mest ugunstige situasjonen ved en flomsituasjon. Årsaken til at en slik antagelse må gjøres er at kulminasjonene skjer innenfor samme døgn, og siden det ikke finnes finoppløselige data hverken i Jølstra eller Anga, lar det seg ikke gjøre å skille kulminasjonstidspunktene. Tabell 11 viser kulminasjonsvannføringen i hovedelva når sideelvene kulminerer og omvendt. Ved kulminasjon i sideelvene, Anga og Sagelva, ved de ulike gjentaksintervall er kulminasjonen i hovedelva nedstrøms samløpet beregnet som 110 % (tabell 9) av døgnmiddelet fra tabell 10. Kulminasjonsvannføringen i Jølstra oppstrøms samløpet er så beregnet som differansen mellom beregnet kulminasjonsvannføring nedstrøms samløpet og vannføringen i den flomførende sideelva ved gitt gjentaksintervall. Ved kulminasjon i hovedelva ved de ulike gjentaksintervall er kulminasjon i sideelva beregnet som differansen mellom kulminasjonsvannføringen oppstrøms og nedstrøms samløpet ved samme gjentaksintervall. I disse tilfellene er det dermed antatt at kulminasjonsvannføringen har samme gjentaksintervall i hovedelva oppstrøms og nedstrøms samløpet. Dette antas representativt i samløpet med Sagelva, fordi beregnet bidrag fra Sagelva ved kulminasjon i hovedelva (oppstrøms samløpet) kun utgjør 12 % (ved 500-års gjentaksintervall). Tilsvarende ved Anga er noe større, ca. 30 %. En slik antagelse er dermed noe mer usikker i samløpet mellom Jølstra og Anga.

Tabell 11. Samhørende verdier for kulminasjonsvannføring i hovedelva ved kulminasjon i sideelvene og omvendt. (Q_T) angir hvilke av vannføringsverdiene i tabellen som tilsvarer gjentaksintervallet øverst i kolonnene.

Del-prosjekt nr.		Q_M 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 084_1/2	I Anga (Q_T)	140	198	221	250	272	293	321
	Jølstra nedstrøms samløpet med Anga	193	272	304	344	374	403	441
	Jølstra oppstrøms samløpet med Anga	53	74	83	94	102	110	120
	Jølstra oppstrøms Anga (Q_T)	197	257	279	307	326	345	370
	Jølstra nedstrøms Anga (Q_T)	257	337	366	401	427	452	484
	I Anga	61	79	86	95	101	107	114
fs 084_1	I Sagelva (Q_T)	35	49	54	62	67	72	79
	Jølstra nedstrøms Sagelva	203	287	321	363	394	425	465
	Jølstra oppstrøms samløpet med Sagelva	169	238	266	301	327	353	386
	Jølstra oppstrøms Sagelva (Q_T)	258	338	367	402	428	453	486
	Jølstra nedstrøms Sagelva (Q_T)	272	355	386	423	450	477	511
	I Sagelva	13	17	19	21	22	23	25

6. Observerte flommer

De største observerte flommene i vassdraget er vist i tabell 3. Gjentakintervall på flommer er avhengig av hvilken varighet som betraktes. Ved en observert flom kan kulminasjonsvannføringen ha ett gjentakintervall mens døgnmiddelvannføringen kan ha et annet.

Den største observerte flommen ved Jølstervatn var den 23. oktober 1956 med en registrert døgnmiddelvannføring på $168 \text{ m}^3/\text{s}$ (438 l/skm^2). Ut fra foreliggende beregninger tilsvarer dette omtrent en 50-års flom ved Jølstervatn. På dette tidspunkt var ingen andre målestasjoner opprettet i Jølstravassdraget. Observasjoner i nærliggende vassdrag ved målestasjoner som var i drift på denne tida, viser at denne flomepisoden gjorde seg gjeldende i hele regionen. Ved Blåmannsvatn i Oselvassdraget er flommen i 1956 den største som er observert, og i Viksvatn i Gaularvassdraget og ved Nautsundvatn i Guddalsvassdraget var dette også blant de største observerte flommene. Den nest største flommen observert ved Jølstervatn var den 3. november 1971 med en døgnmiddelverdi på $158 \text{ m}^3/\text{s}$ (411 l/skm^2), som tilsvarer omtrent en 30-års flom ved Jølstervatn. Konstruert serie nedstrøms samløpet mellom Jølstra og Anga gir en beregnet vannføring på $326 \text{ m}^3/\text{s}$ (411 l/skm^2) samme dag, hvilket tilsvarer bortimot en 20-års flom. Denne flomepisoden berørte også store deler av området i og omkring Jølstra. Ved Holsenvatn i Holsa var dette den tredje største observerte flommen med døgnmiddelvannføring på $52 \text{ m}^3/\text{s}$ (740 l/skm^2) tilsvarende en 10-års flom.

13. mai 1981 og 8. september 1966 inntraff de største flommene som er observert ved Holsenvatn, begge med en døgnmiddelvannføring på $65 \text{ m}^3/\text{s}$ (925 l/skm^2), omtrentlig 50-års flommer. Samtidig ble det også registrert store flommer i andre nærliggende vassdrag, men ved Jølstervatn var denne flomepisoden ikke spesielt stor, omtrent middelflom ut fra foreliggende beregninger.

Målestasjonene ved Prestfossen i Anga og ved Brulandsfoss i Jølstra har langt kortere driftsperioder enn ovennevnte stasjoner. Ovennevnte flomepisoder gjorde seg også antaglig gjeldende i sideelva Anga. Største observerte flom i løpet av driftsperioden i Anga inntraff imidlertid 1.oktober 1985 med en døgnmiddelvannføring på $136 \text{ m}^3/\text{s}$ (148 l/skm^2), hvilket tilsvarer en 10-20 års flom. Ved målestasjonene Jølstervatn og Holsenvatn var denne flomepisoden ikke spesielt stor, oppunder middelflom ved Jølstervatn (6. oktober) og godt under middelflom ved Holsenvatn (1.oktober).

Ovennevnte flomverdier representerer døgnmidler, med gjentakintervall i forhold til døgnmiddelvannføringer. Kulminasjonsvannføringene er oftest adskillig større. Det finnes ikke observerte kulminasjonsvannstander for noen av de største observerte flommene i Jølstravassdraget beskrevet over.

7. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Jølstravassdraget kan karakteriseres som noe tynt. På selve strekningen som skal kartlegges finnes svært tynt med observerte data; seks år med observasjoner ved Brulandsfoss helt øverst på strekningen i Jølstra, og 13 år med observasjoner ved Prestfossen i Anga. Sistnevnte vannmerke har data med dårlig kvalitet. Det er dermed store usikkerheter i beregningene pga. få målestasjoner og usikkerhet i kvaliteten på de observerte dataene som finnes på selve strekningen. Begge disse målestasjonene har for korte observasjonsserier til at de egner seg til bruk i flomfrekvensanalyse. Beregningene er derfor gjort på grunnlag av sammenligninger og estimater mot målestasjoner med lange observasjonsserier av bedre kvalitet i andre deler av Jølstravassdraget og i nærliggende vassdrag. I tillegg til ovennevnte målestasjoner i Jølstravassdraget finnes to målestasjoner med lengre observasjonsserier i hver sin elvegrein lenger opp i vassdraget; Jølstervatn og Holsenvatn, med rimelig god datakvalitet. Det 40 km² store Jølstervatn regulerer og demper flomvannføringene i Jølstra i stor grad. Dette er også tilfellet i Holsa, der det skjer en naturlig dempning gjennom vannene Holsenvatnet og Åsvatnet. Stor usikkerhet ligger i de beregnede kulminasjonsvannføringene ved de ulike gjentakintervall, da det er sparsomt med data med fin tidsoppløsning (timesverdier) i de nedre deler av vassdraget som skulle flomberegnes. Dette gjorde det vanskelig å få sammenlignet døgnmiddelverdier med momentanverdier ved kulminasjon. Direkte sammenligning med ovennevnte vannmerker lenger opp i vassdraget er vanskelig, siden disse ligger ved utløp av sjøer.

I tillegg til den usikkerhet som ligger i at det i stor grad er benyttet målestasjoner som ligger utenfor selve vassdraget som skal flomberegnes, er det en hel del andre usikkerheter knyttet til slike flomberegninger. 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 målinger av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke 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 stor grad av usikkerhet.

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

I tillegg er de eldste dataene i databasen basert på en 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.

Dataene med fin tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin

tidsoppløsning på databasen lenger enn cirka 10 –15 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomberegninger direkte på kulminasjonsvannføringer.

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 kun den at datagrunnlaget er noe tynt, og beregningen kan ut fra dette kriterie klassifiseres i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

Sælthun, N. R. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14-97, NVE.

Wingård, B. 1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 2-78, NVE.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2000

- Nr. 1 Rune V. Engeset (red.): NOSIT - utvikling av NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste (77 s)
- Nr. 2 Inger Sætrang (red):Statistikk over overføringstariffer (nettleie) i Regional- og distribusjonsnettet 2000 (55 s.)
- Nr. 3 Bjarne Kjøllmoen, Hans Christian Olsen og Roger Sværd: Langfjordjøkelen i Vest-Finnmark
Glasiohydrologiske undersøkelser (56 s.)
- Nr. 4 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Otta og Gudbrandsdalslågen
-Flomsonekartprosjektet (40 s.)
- Nr. 5 Erik Holmqvist: Flomberegning for Trysilvassdraget, Nybergsund (311.Z)
- Flomsonekartprosjektet (20 s.)
- Nr. 6 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Jølstra - Flomsonekartprosjektet (30 s.)