

Flomberegning for Batnfjordelva (108.3Z)

Flomsonekartprosjektet

Dokument nr 5 - 2003

Flomberegning for Batnfjordelva (108.3Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Turid-Anne Drageset

ISSN: 1501-2840

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 25

Forsidefoto: Batnfjordelva ved Batnfjordøra ca 1,5 km oppstrøms utløpet i fjorden. Bildet er tatt 7. mai 2001. Foto: Siss-May Edvardsen, NVE.

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for ett delprosjekt, Batnfjordelva ved Batnfjordsøra i Møre og Romsdal. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for ett punkt i vassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Batnfjordelva

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

Januar 2003

Innhold

Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven.....	6
2. Beskrivelse av vassdraget.....	7
3. Hydrometriske stasjoner.....	12
4. Beregning av flomverdier.....	14
4.1. Flomfrekvensanalyser.....	14
4.2. Beregning av middelflom.....	18
4.3. Beregning av kulminasjonsvannføring.....	19
5. Observerte flommer.....	20
6. Usikkerhet.....	21
Referanser.....	22

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 som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av flomutsatt elvestrekning i Batnfjordelva i Gjemnes kommune på Nordmøre i Møre og Romsdal. Rapporten er utarbeidet av Turid-Anne Drageset og kvalitetskontrollert av Lars Evan Pettersson.

Oslo, januar 2003



Kjell Repp
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen i Batnfjordelva omfatter ett delprosjekt (fs 108_1) i Flomsonekartprosjektet i NVE. Batnfjordelva er et kystnært vassdrag på Nordmøre rett nordøst for Molde (figur 1 og 2). Vassdraget er uregulert. I Batnfjordelva forekommer store flommer i hovedsak sannsynligvis høst, vinter og vår. Flomepisoder er normalt forårsaket av intens nedbør i form av regn, gjerne i kombinasjon med snøsmelting, og avrenningen til elva antas normalt å være rask med spisst forløp.

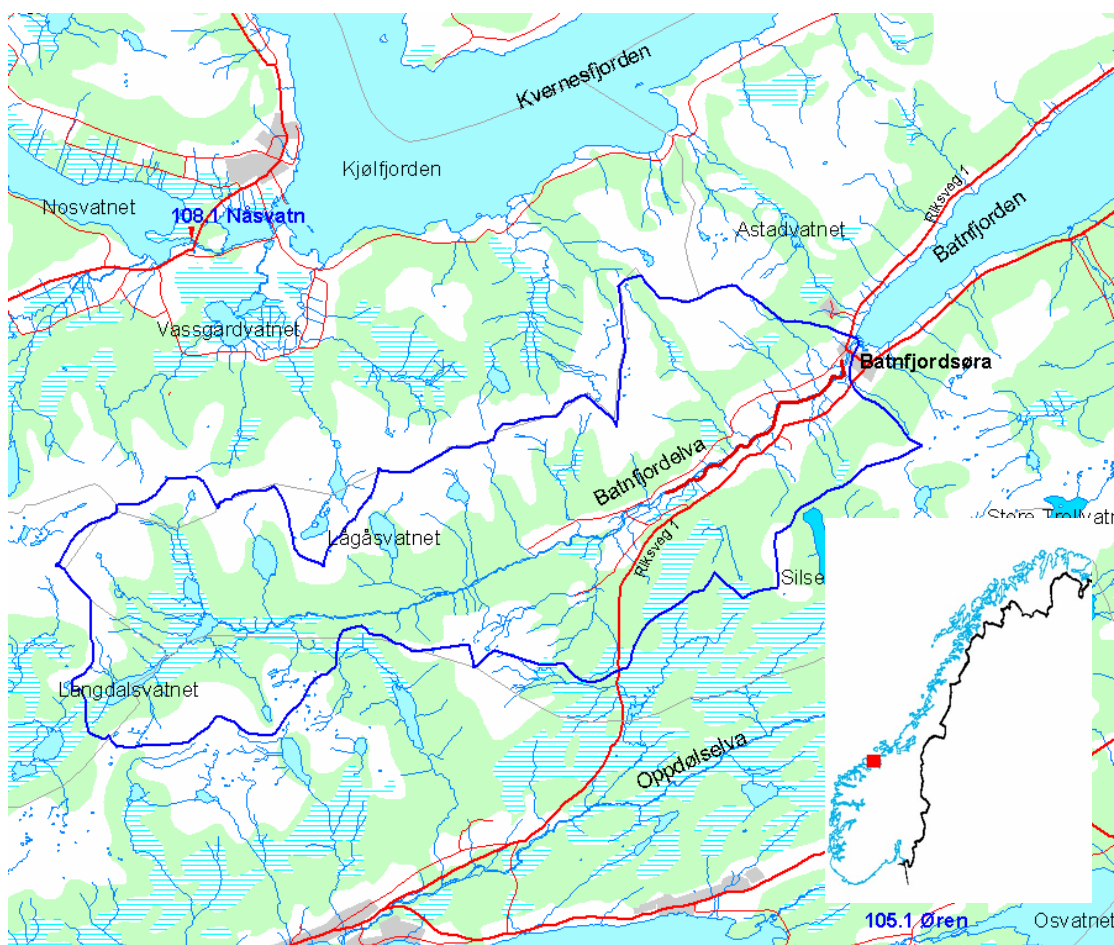
Det foreligger ingen vannføringsdata fra vassdraget. Flomberegningen er derfor i hovedsak basert på regionale flomformler og frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjoner i nærliggende vassdrag (figur 2). Det er beregnet kulminasjonsvannføring ved forskjellige gjentaksintervall ved utløpet i fjorden. Det er antatt at kulminasjonsvannføringen er 66 % større enn døgnmiddelvannføringen for alle gjentaksintervall. Resultatet av beregningene ble:

	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
Batnfjordelva ved utløpet i fjorden	70	90	110	130	160	180	200	230

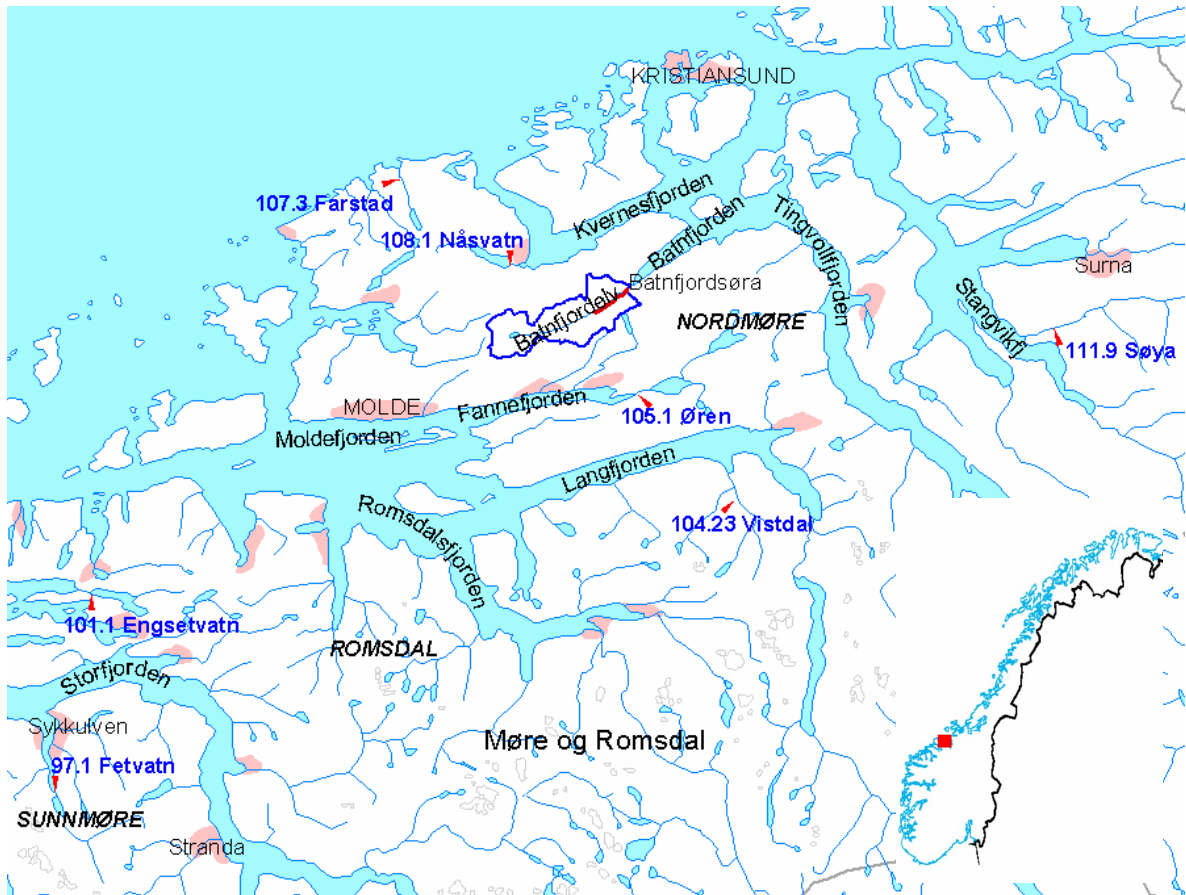
På grunn av mangelfullt datagrunnlag i flomberegningssammenheng i Batnfjordelvas nedbørfelt, klassifiseres denne beregningen i klasse 3, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatt elvestrekning i Batnfjordelva i Gjemnes kommune i Møre og Romsdal, delprosjekt fs 108_1 Batnfjordsøra i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentakintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes ved Batnfjordelvas utløp i Batnfjorden ved Batnfjordsøra. Strekningen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn på figur 1. Flomutsatt på strekningen er bl.a. tettbebyggelse, riksveg og dyrket mark. Figur 2 viser oversiktskart over området.



Figur 1. Kart over Batnfjordelvas nedbørfelt. Strekningen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn med rødt.



Figur 2. Oversiktskart over deler av Møre og Romsdal, med Batnfjordelvas nedbørfelt og aktuelle målestasjoner inntegnet.

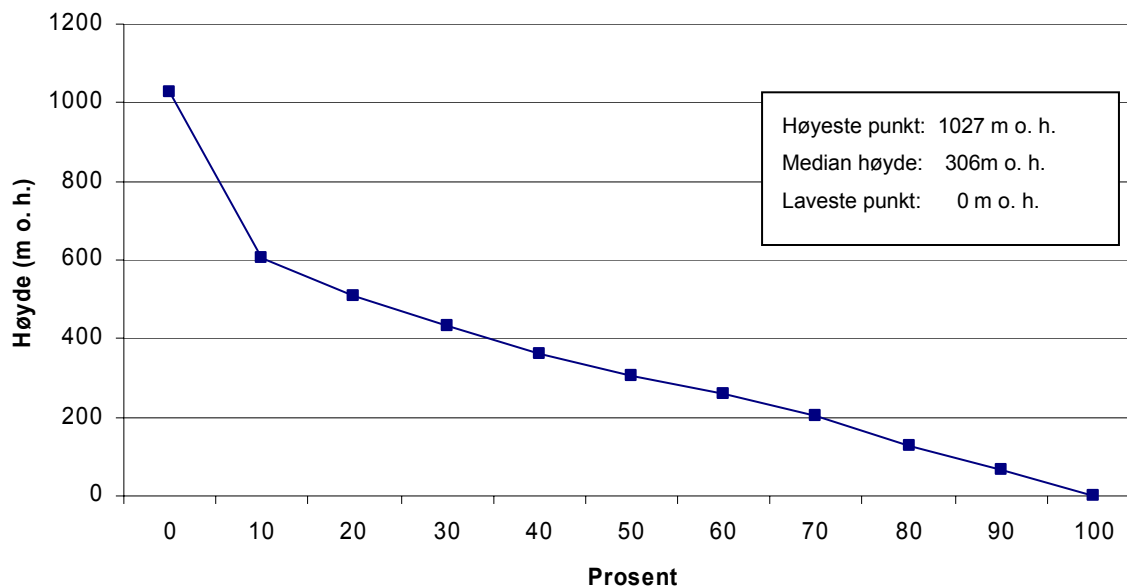
2. Beskrivelse av vassdraget

Batnfjordelva ligger på Nordmøre nordøst for Molde by mellom Kjølffjorden/ Kvernesfjorden i nord og Fannefjorden i sør. Området er kupert med daler og fjellområder mellom fjordarmene. Batnfjordelva drenerer i nordøstlig retning med utløp i Batnfjorden ved tettstedet Batnfjordsøra. Den er ei middels stor vestlandselv. Vassdraget består av en hovedgren, Batnfjordelva, med tilløp fra flere små sideelver. Det er ingen store innsjøer i vassdraget, men noen mindre i de øvre deler. Vassdraget er uregulert. Vassdragets totale areal er 69,2 km², og strekker seg fra havnivå til opp i vel 1000 moh. Median høyde er på 306 moh. Høyeste punkt i vassdraget er Snøtind på 1027 moh. Hypsografisk kurve for vassdraget er vist i figur 3. Feltparametre for Batnfjordelvas nedbørfelt er oppsummert i tabell 1.

Tabell 1. Feltparametre for Batnfjordelvas nedbørfelt. Feltparametre er beregnet av Vannressursavdelingen, Seksjon for geoinformasjon (jan. 03).

	Areal (km ²)	Eff. sjø (%)	Sjø (%)	Feltlengde (km)	Q _N (30-60)* (l/s·km ²)	Q _N (61-90)* (l/s·km ²)
Batnfjordelva	69,2	0,12	2,00	16,9	53,3	65,6

* Q_N (30-60) og Q_N (61-90) betegner årsmiddelavrenningen i periodene 1930-60 og 1961-90.



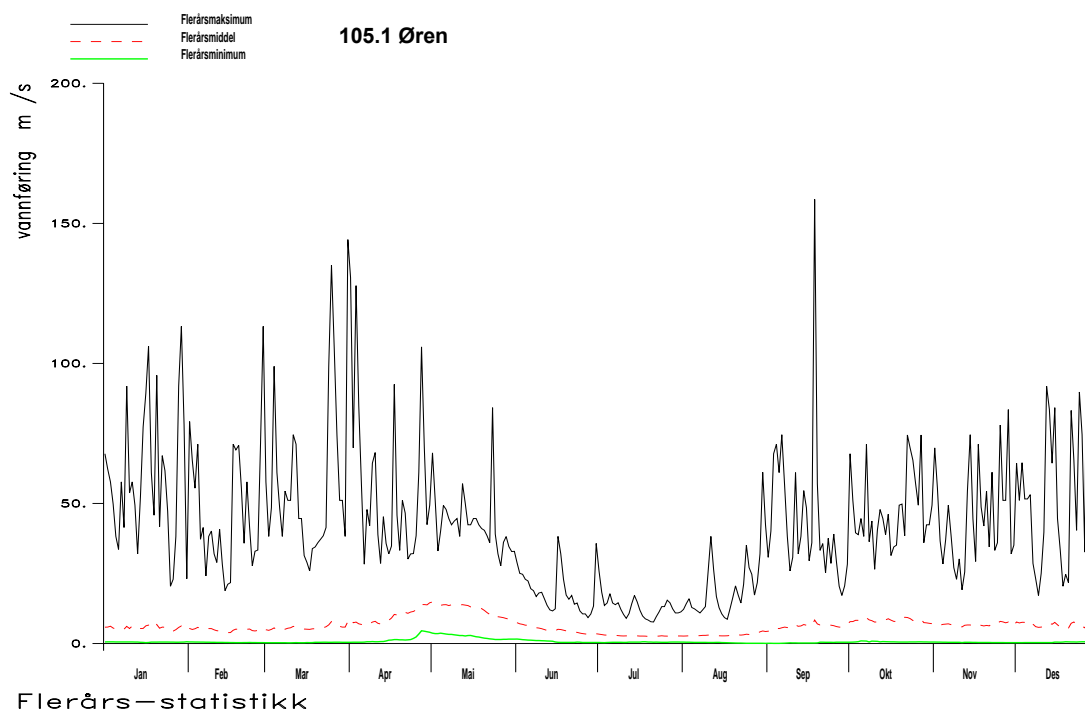
Figur 3. Hypsografisk kurve for Batnfjordelvas nedbørfelt. Kurven viser hvor stor andel av det totale feltarealet (69,2 km²) som ligger over en gitt høyde.

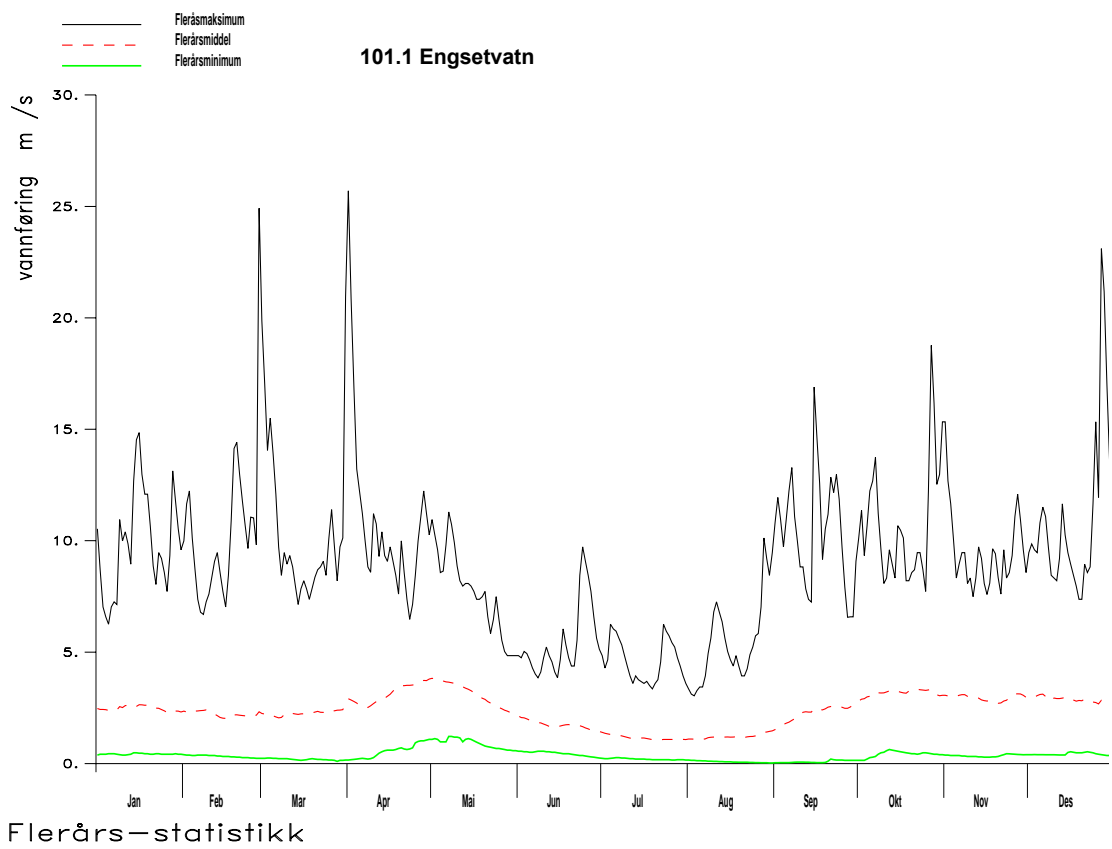
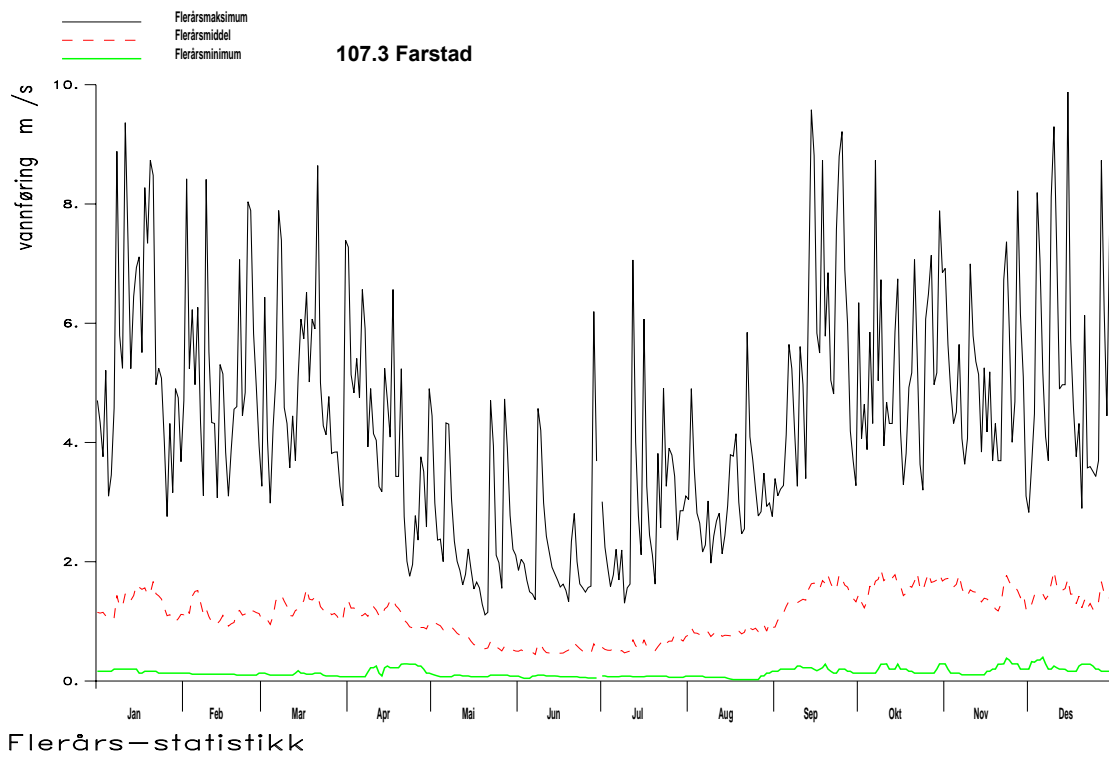
Nedbørnormaler for perioden 1961-1990 for noen meteorologiske målestasjoner i Batnfjordelvas omegn er 1770 mm ved nedbørstasjon 6215 Fannefjorden (123 moh.) rett sør, 1444 mm ved 6182 Eresfjord (14 moh.) i sørøst og 2257 mm ved 6290 Eide på Nordmøre (51 moh.) rett nord (Førland 1993).

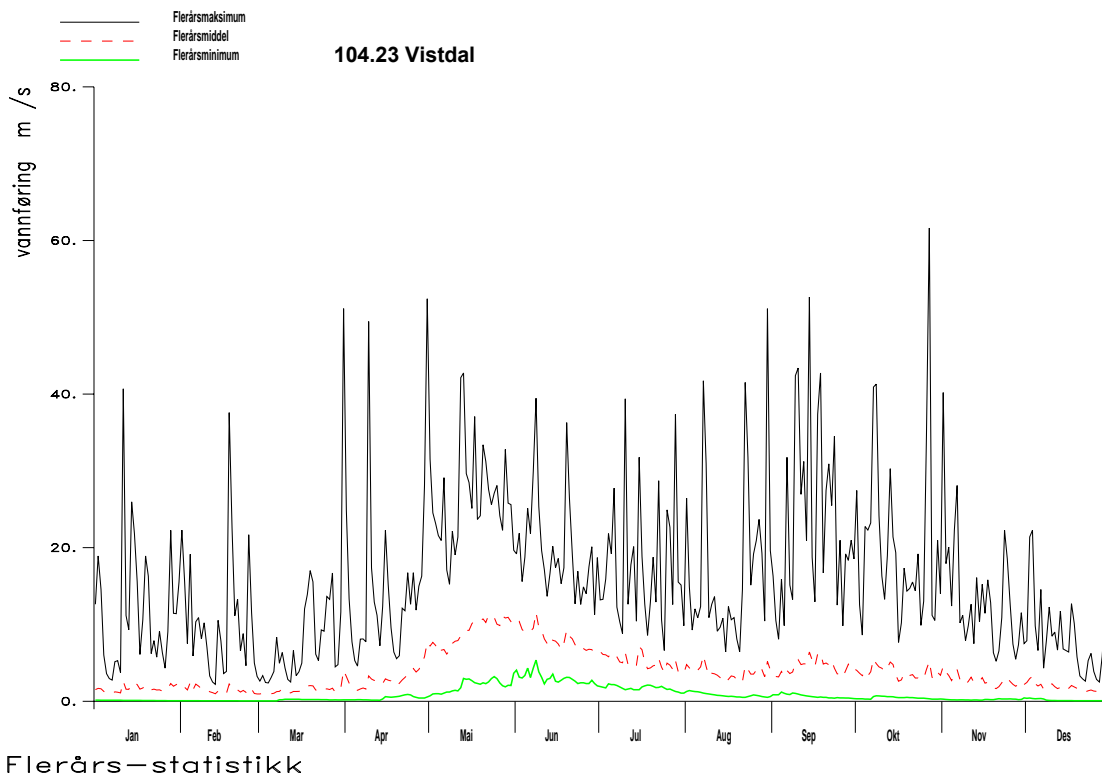
Beregninger basert på NVEs avrenningskart for Norge (2002) gir en naturlig spesifikk årlig avrenning på ca. 65,6 l/skm² for perioden 1961-1990 i Batnfjordelvas nedbørfelt. Dette er noe i overkant av andre nærliggende vassdrag. Avrenningen varierer fra 50 l/skm² i de lavereliggende områdene rundt Batnfjordsøra til omkring 90 l/skm² i de høyereliggende fjellområdene. Avrenningsverdiene for Batnfjordelvas vassdrag er imidlertid usikre, fordi kartet ikke er basert på direkte avløpsobservasjoner i dette området. Målestasjonen 107.3 Farstad i Farstadelva ved kysten ca. 3 mil nordvest har observert årsmiddelavrenning for samme perioden på 44,7 l/skm² (Astrup 2001), mens tilsvarende avrenning beregnet fra kartet er 45,5 l/s·km². 105.1 Øren i Gusjåelv nedstrøms Osvatnet, drøyt én mil i sørlig retning har observert årsmiddelavrenning på 46,5 l/skm². Beregninger fra avrenningskartet gir 46,8 l/s·km² ved Øren. Dette viser at avrenningskartet stemmer bra overens med observasjoner i Batnfjordelvas omegn, og det antas derfor at beregnet årsmiddelavrenning for Batnfjordelvas nedbørfelt også er et godt estimat. Kart over nedbørverdier med 5-års gjentaksintervall viser at maksimumssonen i Møre og Romsdal er sentrert nøyaktig over Batnfjordelvas nedbørfelt (Førland 1992).

Det antas at årsvariasjonene i avrenningen i Batnfjordelva er tilsvarende som for de nærliggende stasjonene. Figur 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året for målestasjonene 105.1 Øren i observasjonsperioden 1924-2001, 107.3 Farstad i hele observasjonsperioden 1966-2001, for 101.1 Engsetvatn (1924-2001) og for 104. 23 Vistdal i

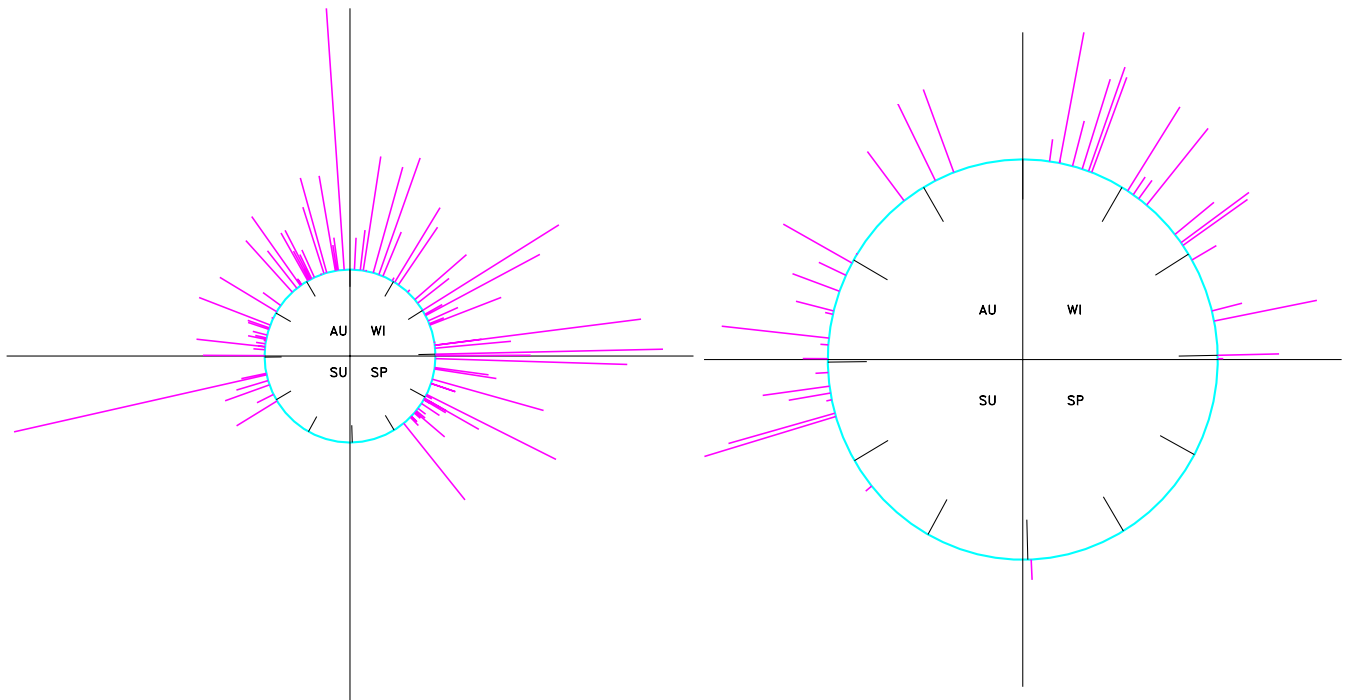
perioden 1975-2001. Øverste kurve (maksimum) i diagrammet viser største observerte vannføring og nederste kurve (minimum) viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden. Den midterste kurven er mediankurven, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større eller mindre enn denne. Figuren viser at store flommer ved Øren, Farstad og Engsetvatn vanligvis forekommer om høsten, vinteren og til dels våren, mens flommer om sommeren stort sett er små. Ved Vistdal er regimet noe annerledes, med flomsesonger hovedsaklig vår og høst og mindre flommer om vinteren. Forskjellen skyldes i hovedsak nedbørfeltets høydefordeling, med konsekvenser for nedbørforhold og snøsmelting. Vistdals nedbørfelt er relativt høytliggende sammenlignet med disse vassdragene (figur 6). 50 % av Vistdals nedbørfeltet ligger høyere enn 750 m, som omtrent utgjør høyeste punkt i nedbørfeltene til Øren, Farstad og Engsetvatn, og høyeste punkt i Vistdals nedbørfelt når helt opp i 1500 moh. I motsetning til de noe lavreliggende vassdragene Batnfjordelva, Farstad, Øren og Engsetvatn er det naturlig at vårflokker er dominerende i Vistdals nedbørfelt. Batnfjordelvas nedbørfelt er relativt lavtliggende med tilnærmet lik høydefordeling som Øren og til dels Farstad (figur 6, 90 % av nedbørfeltet ligger under 600 moh.), og antas å ha lignende regime som i disse nedbørfeltene med store flommer som hovedsakelig forekommer høst og vinterstid. Ved Øren forekommer imidlertid en betydelig andel av de største årslommene om våren i månedene mars-mai. Siden Batnfjordelvas nedbørfelt ligger litt høyere enn Ørens nedbørfelt er det dermed grunn til å anta at store vårflokker også kan forekomme i Batnfjordelvas nedbørfelt. I Batnfjordelvas nedbørfelt antas det med bakgrunn i dette at flommer kan forekomme både høst, vinter og vår. Figur 5 viser relativ flomstørrelse og tidspunkt for flommer ved Øren og Farstad over en gitt terskelverdi, i dette tilfellet henholdsvis 39 og 5,6 m³/s, som i begge tilfeller er noe under middelflom.







Figur 4. Karakteristiske vannføringer ved 105.1 Øren (1924-2001), 107.3 Farstad (1966-2001), 101.1 Engsetvatn (1924-2001) og 104.23 Vistdal (1975-2001). Diagrammene viser største, median og minste observerte vannføring i angitt periode.



Figur 5. Flommer ved 105.1 Øren (venstre) i 1924-2001 og 107.3 Farstad i 1966-2001, fordelt over året. Sirkelen representerer året med start på året (1. januar) rett opp. Flommene er markert med når på året de inntreffer og med relativ størrelse.

3. Hydrometriske stasjoner

Det har ikke vært målestasjoner for vannføring i Batnfjordelvas vassdrag. Flomberegningen er derfor basert på observasjoner av vannføring fra målestasjoner i nærliggende vassdrag med til dels lange observasjonsserier. Se figur 2 for stasjonenes beliggenhet. Feltparametre for stasjonene er oppsummert i tabell 2. Hypsografisk kurve for stasjonene er vist i figur 6. Feltparametrene er fastlagt ved en ny beregning av Seksjon for geoinformasjon ved Vannressursavdelingen i NVE, og kan avvike noe fra det som er oppgitt i NVEs hydrologiske database.

105.1 Øren ligger i Gusjåelva 300-400 m nedstrøms Osvatnet innerst i Fannefjorden i Molde kommune sør for Batnfjordsøra, og har observasjoner siden 1923. Nedbørfeltets areal er 137,8 km². Osvatnet var i tidligere tider noe regulert, men i så liten grad at hele serien anses som uregulert (L. J. Bogetveit NVE, pers. med.). Største målte vannføring som grunnlag for etablering av vannføringskurve er 37,4 m³/s, hvilket tilsvarer 60 % av middelflom. Vannføringskurven er ekstrapolert ved hjelp av en hydraulisk modell (HEC2), og vannføringskurven anses som god på stor vannføring.

104.23 Vistdal ligger ved Bergset bru i Visa, som drenerer til Langfjorden i Nesset kommune sørvest for Batnfjordsøra, og har observasjoner siden 1975. Nedbørfeltets areal er 66,4 km². Største målte vannføring som grunnlag for etablering av vannføringskurve er 23,6 m³/s, hvilket tilsvarer 65 % av middelflom. Vannføringskurven er ekstrapolert ved hjelp av en hydraulisk modell (HEC2), og vannføringskurven anses som god på stor vannføring. Nedbørfeltet er høytliggende og har rask respons. Vassdraget er uregulert.

111.9 Søya ligger på Kvanne i elva Søya, som drenerer til Stangvikfjorden i Surnadal kommune noen mil øst for Batnfjordsøra. Observasjoner finnes siden 1974. Nedbørfeltets areal er 137,4 km². Største målte vannføring som grunnlag for etablering av vannføringskurve er 51,2 m³/s, hvilket tilsvarer 80 % av middelflom. Vannføringskurven anses som god på stor vannføring. Dataserien er uten homogenitetsbrudd (Astrup 2000). Vassdraget er uregulert.

107.3 Farstad ligger på Hustadhalvøya i Farstadelva, som drenerer til Hustadvika i Fræna kommune ca tre mil nordvest for Batnfjordsøra, og har observasjoner siden 1967. Nedbørfeltets areal er 23,5 km². Største målte vannføring som grunnlag for etablering av vannføringskurve er 7,2 m³/s, hvilket tilsvarer middelflom. Vannføringskurven anses som god på stor vannføring. Dataserien er uten homogenitetsbrudd (Astrup 2000). Vassdraget er uregulert.

108.1 Nåsvatn lå i Sagelva i Eide kommune ca 1,5 mil rett vest for Batnfjordsøra. Observasjoner er foretatt i perioden 1916-1948. Nedleggelsen i 1948 skyldes bygging av en dam rett nedstrøms vannmerket, som førte til oppdemming ved vannmerket. Nedbørfeltets areal er 54,0 km². Grunnlaget for vannføringskurven er ukjent. Vassdraget er uregulert frem til 1948.

97.1 Fetvatn ligger i Velledalselva som drenerer til Sykkylvsfjorden i sørvest. Observasjoner finnes siden 1946. Frem til juli 1973 besto observasjonene av en daglig avlesning av vannstandsskalaen, fra den tid er stasjonen utstyrt med kontinuerlig registrerende instrument. Nedbørfeltets areal er 89,2 km². Største målte vannføring som grunnlag for etablering av vannføringskurve er 42,8 m³/s, hvilket tilsvarer 60 % av middelflom. Dataserien er uten homogenitetsbrudd (Astrup 2000). Vassdraget er uregulert.

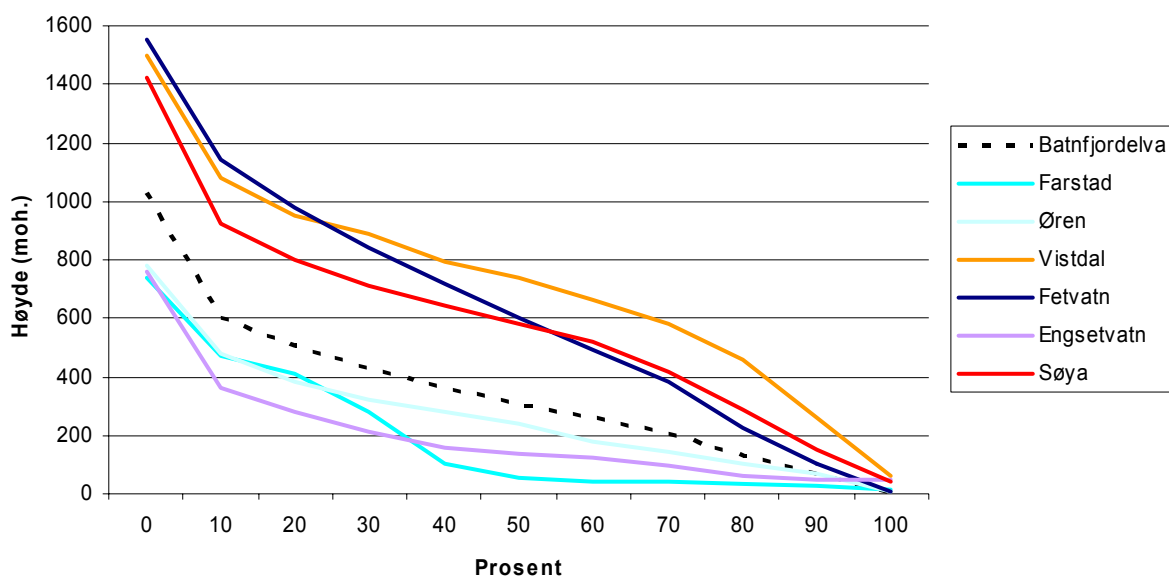
101.1 Engsetvatn ligger like øst for Ålesund i Skodje kommune i Romsdal, et stykke sørvest for Batnfjordelva. Observasjoner finnes siden 1923. Nedbørfeltets areal er 39,9 km². Feltet har stor effektiv sjøprosent (tabell 2). Største målte vannføring som grunnlag for etablering av vannføringskurve er 10,2 m³/s, hvilket tilsvarer middelflom. Vannføringskurven er ekstrapolert ved hjelp av en hydraulisk modell (HEC2), og vannføringskurven anses som god på stor vannføring. Like nedenfor stasjonen lå 101.2 Engsetvatn ndf., men dataene fra 101.1 regnes for å være de beste. Stasjonen har signifikant homogenitetsbrudd i 1955 (Astrup 2000), uvisst av hvilken grunn. Vassdraget er uregulert.

Nedbørfeltene som drenerer til målestasjonene Øren, Nåsvatn, Fetvatn, Engsetvatn og Farstad har stor effektiv sjøprosent, og stor sjøandel medfører flomdempning. Flomepisodene og frekvensanalysene for avløpsserien ved disse stasjonene er dermed ikke direkte sammenlignbare med flommer i Batnfjordelva, som har lite sjø i feltet og rask respons.

Tabell 2. Feltparametre for målestasjoner i Batnfjordelvas omegn.

Stasjon	Feltareal (km ²)	Eff. sjø (%)	Q _n 61-90* (l/s·km ²)	Høydeintervall (moh.)	Meidan høyde (moh.)
97.1 Fetvatn	89,2	1,52	89,3	7-1551	600
101.1 Engsetvatn	39,9	11,03	55,3	45-760	440
104.23 Vistdal	66,4	0,14	58,6	60-1498	740
105.1 Øren	137,8	4,70	46,8	4-780	240
107.3 Farstad	23,5	2,86	45,5	17-740	55
108.1 Nåsvatn	54,0	7,37	53,1	10-540	140
111.9 Søya	137,4	0,02	61,2	40-1420	580
Batnfjordelvas nedbørfelt	69,2	0,12	65,6	0-1027	306

* Q_N(61-90) betegner årsmiddellavrenningen i perioden 1961-90.



Figur 6. Hypsografiske kurver for målestasjonene som inngår i analysene, sammen med hypografisk kurve for Batnfjordelvas nedbørfelt.

4. Beregning av flomverdier

Flomsonekart skal konstrueres for en om lag 2 km lang elvestrekning i Batnfjordelva fra utløpet i fjorden. Grunnlaget for flomsonekartleggingen er flomfrekvensverdier for gitte gjentaksintervall som beskrevet i kapittel 1. På denne elvestrekningen er det kun tilløp fra små sidebekker som relativt sett gir lite bidrag til Batnfjordelva ved flom. Beregningene tar ikke hensyn til påvirkning av tidevannet.

Siden det ikke finnes observasjoner av vannstand/vannføring i Batnfjordelva er utgangspunktet for flomfrekvensanalysen lengre observasjonsserier av vannføring ved nærliggende målestasjoner, for å bestemme en regional fordelingsfunksjon.

4.1. Flomfrekvensanalyser

Flommer generert av snøsmelting og flommer som er resultat av nedbørepisoder tilhører to forskjellige populasjoner. Vårflommene er normalt årvisse, har ofte stort volum og lang varighet, og stiger moderat mot høyere gjentaksintervall. Høstflommene kan være små eller mangle mange år, har ofte et spissere flomforløp med mindre volum og kortere varighet, og stiger ofte raskere mot høye gjentaksintervall. I kystnære og relativt lavtliggende vestlandsvassdrag som Batnfjordelva er det sannsynligvis høst- og vinterflommer som er dominerende, men vårflommer kan også forekomme (kapittel 2).

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 flomberegninger i flomsonekartsammenheng utføres analysene kun på årsflommer (NVE 2000), dvs. at frekvensanalysen er basert på de største observerte døgnmiddelvannføringene hvert år. Bakgrunnen for dette er at en flomepisode, enten den inntreffer vår eller høst, vanligvis har oppstått som en kombinasjon av både snøsmelting og regn, og tilhører derfor nødvendigvis ikke en av to forskjellige populasjoner. Når analysen gjøres kun mhp. årsflommer kan en risikere at det skjer en blanding av rene regnflommer og rene snøsmelteflommer i analysegrunnlaget. En risikerer også at andre store flommer i et år kan være større enn den største flommen i et annet år. For eksempel kan det skje at høstflommen ett år ikke kommer med i analysegrunnlaget, fordi denne er lavere enn vårflommen samme år, til tross for at den er større enn største flom i et annet år. Dette kan være et problem med analysene i vassdragene i Batnfjordelvas omegn, siden store flommer kan opptre til forskjellige årstider.

Med bakgrunn i dette er det utført flomfrekvensanalyser på årsflommer ved målestasjonene som er beskrevet i kapittel 3. I hvert tilfelle tilpasses flere ulike fordelingsfunksjoner, og den frekvensfordelingen som vurderes best tilpasset de observerte årsflommene velges.

Flomfrekvensanalysene for alle de nærliggende stasjonene er sammenlignet, og en antatt representativ fordelingsfunksjon for den aktuelle strekningen i Batnfjordelva er valgt. De ulike frekvensfordelingene som er sammenlignet er sammenfattet i tabell 3, med midlere flom (Q_M) i absolutte og spesifikke verdier og flommer med forskjellige gjentaksintervall (Q_T) som en faktor i forhold til midlere flom, og er også illustrert i figur 7. I tabell 4 er flomverdiene for forskjellige gjentaksintervall, Q_T , presentert i absolutte verdier.

Det er stor usikkerhet knyttet til valg av frekvensfordeling ved hver enkelt målestasjon. Avhengig av type frekvensfordeling som tilpasses de observerte årsflommene ved for eksempel Øren for perioden 1923-2001 er det variasjon i Q_{500}/Q_M på $\pm 0,48$. Tilsvarende for Engsetvatn for samme perioden er $\pm 0,6$ og for Vistdal (1975-2001) $\pm 0,3$. Frekvensfaktorene er godt tilpasset opp til omkring 20- års gjentaksintervall. Deretter er det større sprik i de ulike frekvensfordelingenes tilpasning til de observerte flommene, og usikkerheten øker med økende gjentaksintervall. Figur 8 viser de statistiske fordelingsfunksjonene som synes å være best tilpasset de observerte årsflommene ved Øren og Engsetvatn i denne perioden. Tross betydelig usikkerhet i valgte frekvensfaktorer presenteres disse med en nøyaktighet på to desimaler, men det er foretatt en avrunding til nærmeste $10 \text{ m}^3/\text{s}$ i de endelige flomstørrelsene.

Det er også stor variasjon i de best tilpassende frekvensfaktorer ved de ulike målestasjonene. Frekvensfaktorene Q_{500}/Q_M varierer fra 2,07 ved Vistdal til 3,27 ved Øren. Frekvensfaktorene ved Farstad og Søya gir mistenkelig lave verdier på store gjentaksintervall, og er derfor sett bort ifra. Dataserien ved Fetvatn har vist seg å gi urealistisk høye verdier, fordi døgnmiddelflommene består av en blanding av kulminasjonsverdier og reelle døgngjennomsnitt. Dette er nærmere beskrevet av Pettersson i rapporten "Flomberegning for Ørstavassdraget" (s.12) (2002).

Flomforholdene i et nedbørfelt påvirkes både av klimatiske og fysiografiske forhold. Ved valg av representativ frekvensfordeling for umålte feltet, i dette tilfellet Batnfjordelva, er det antatt at klimaforhold har størst betydning. Vistdals nedbørfelt ligger høyere og har mer preg av innenlandsklima med dominerende vårflom og sekundær høstflom. Figur 4 viser at regimet er annerledes enn for de mer kystnære stasjonene som har dominerende høst-/vinterflom. Som representativ frekvensfordeling for Batnfjordelva er det valgt et middel av frekvensfordelingen ved Øren og Engsetvatn. Disse har noenlunde lik høydefordeling, og antas å ha noenlunde likt regime som Batnfjordelva. Både Øren og Engsetvatn skiller seg fra Batnfjordelvas nedbørfelt ved en langt høyere effektiv sjøprosent, men hvorvidt dette har betydning for frekvensfaktorene Q_T/Q_M er mer usikkert. I "Flomberegning for Ørstavassdraget" (Pettersson 2002) inngår Engsetvatn som én av to stasjoner i valgt regional fordeling for Sunnmøre sammen med 91.2 Dalsbøvatn lenger sør på Stadlandet, med bakgrunn i at disse stasjonene har de lengste observasjonsseriene i området. Det er derfor ikke urimelig at Engsetvatn, som ligger i Romsdal mellom Sunnmøre og Nordmøre, også inngår i en regional frekvensfordeling for Nordmøre sammen med Øren, som ligger sentralt på Nordmøre og har lengst observasjonsserie i området. En midlere frekvensfordeling for Batnfjordelva basert på Øren og Engsetvatn er presentert som "Batnfjordelva" i tabell 3. Valgt frekvensfordeling for Batnfjordelva stemmer rimelig bra overens med frekvensfordelingen på observerte data ved Nåsvatn rett nordvest, som riktignok bare har data i en 30-års periode frem til 1948.

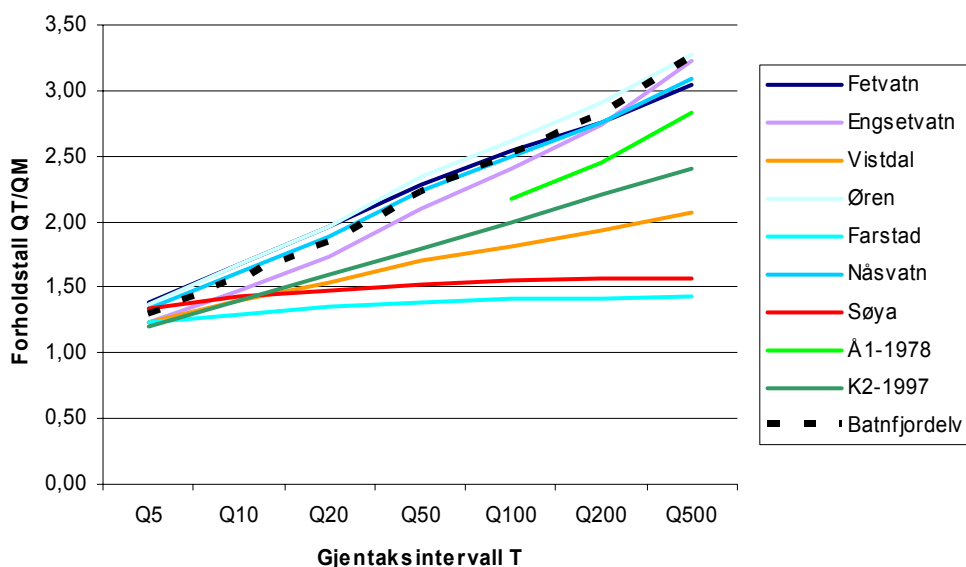
Det er også foretatt en sammenligning med tidligere beregnede regionale flomfrekvenskurver (Sælthun 1997, Wingård 1978). I kystregionene er også disse basert på årsflommer, og i tabell 3 er frekvensfordelingen fra de to tidligere beregnede regionale flomfrekvenskurvene som finnes for området presentert. Det fremgår at valgt frekvensfordeling i Batnfjordelva ligger noe høyere enn disse.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyser (døgnmiddel av årsflommer), Q_T/Q_M , for aktuelle målestasjoner, sammen med regionale frekvenskurver for årsflommer (Wingård 1978, Sælthun 1997).

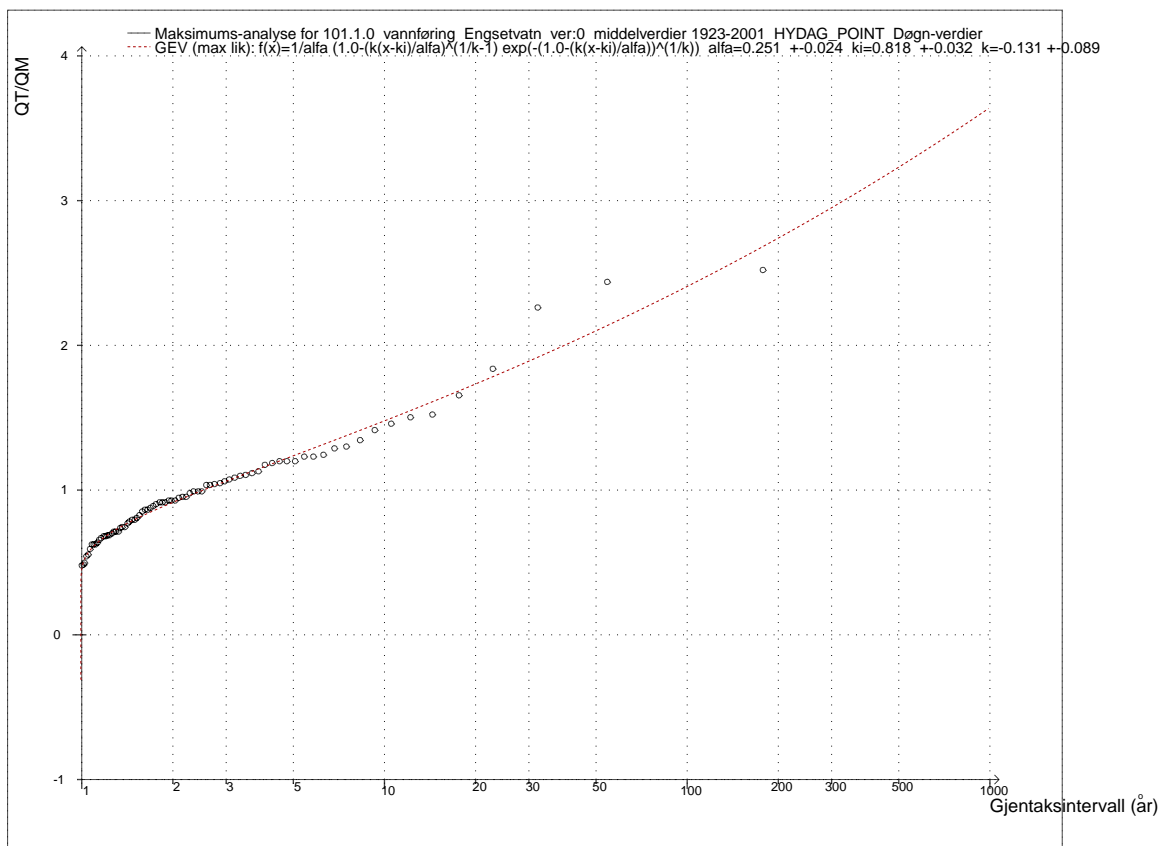
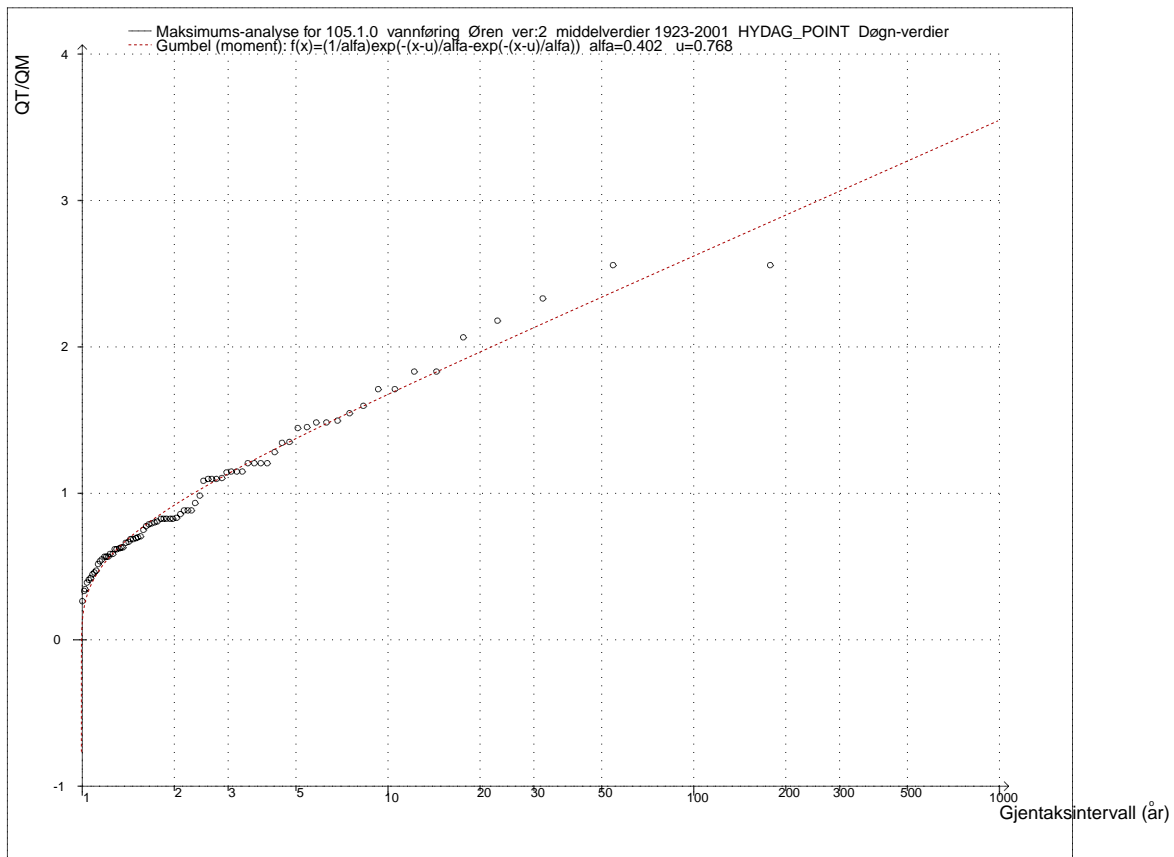
Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	Ford.-funksjon	Q_M		Q_5/Q_M	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M	
					l/s*km ²	m ³ /s								
97.1 Fetvatn	46-01	56	89,2	Gamma	811	72,4	1,38	1,68	1,96	2,29	2,54	2,76	3,04	
101.1 Engsetvatn	23-01	79	39,9	GEV	256	10,2	1,23	1,48	1,73	2,10	2,40	2,74	3,23	
104.23 Vistdal	75-01	26	66,4	Gamma	558	37,0	1,24	1,40	1,53	1,70	1,82	1,93	2,07	
105.1 Øren	23-01	78	137,8	Gumbel	450	62,0	1,37	1,67	1,96	2,34	2,62	2,90	3,27	
107.3 Farstad	65-01	35	23,5	GEV	305	7,16	1,23	1,30	1,35	1,39	1,41	1,42	1,43	
108.1 Nåsvtan	16-48	33	54,0	Gumbel	747	40,4	1,34	1,62	1,89	2,23	2,49	2,75	3,09	
111.9 Søya	74-01	28	137,4	GEV	476	65,4	1,34	1,43	1,48	1,52	1,55	1,56	1,57	
Batnfjordelva							1,30	1,58	1,85	2,22	2,51	2,82	3,25	
Regionale kurver:														
Å1 - 1978							-	-	-	-	2,17	2,45	2,83	
K2 - 1997							1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	

Tabell 4. Flomfrekvensanalyser på årsflommer i m³/s (døgnmiddelverdier) for de aktuelle målestasjonene.

Stasjon	Periode	Ant. år	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
97.1 Fetvatn	46-01	56	89,2	72,4	90	101	111	123	132	140	150
101.1 Engsetvatn	23-01	79	39,9	10,2	14	17	20	24	27	30	33
104.23 Vistdal	75-01	26	66,4	37,0	48	58	68	82	93	104	120
105.1 Øren	23-01	78	137,8	62,0	85	104	122	145	162	180	203
107.3 Farstad	65-01	35	23,5	7,16	8,8	9,3	9,7	10,0	10,1	10,2	10,2
108.1 Nåsvtan	16-48	33	54,0	40,4	54	65	76	90	100	111	125
111.9 Søya	74-01	28	137,4	65,4	88	94	97	99	101	102	103



Figur 7. Flomfrekvenskurver (døgnmidler av årsflommer) for aktuelle målestasjoner, sammen med regionale frekvenskurver for vårflommer (grønt) (Wingård 1978, Sælthun 1997). Valgt frekvenskurve for Batnfjordelva er tegnet inn med svart stiplet linje.



Figur 8. Flomfrekvensanalyse Q_T/Q_M for 105.1 Øren og 101.1 Engsetvatn, døgnmiddel av årsflommer.

4.2. Beregning av middelflom

Ved beregning av absolutte flomstørrelser bør feltkarakteristika som effektiv sjøprosent og feltareal i større grad inngå i vurderingen av representative nedbørfelt enn i frekvensanalysen. Spesifikk middelflom antas å avta med økt størrelse på nedbørfeltet, ved at bare deler av feltet bidrar til flom i hovedvassdraget, eller ved at forskjellige deler av feltet når utløpet til forskjellige tidspunkt. Spesifikk middelflom antas også å avta med økt effektiv sjøprosent, ved at sjøer har flomdempende effekt.

Det finnes som tidligere fastslått ingen flomdata fra vassdraget som kan danne grunnlag for å anslå midlere flom. Spesifikk middelflom for døgnet varierer relativt mye for stasjonene i området (tabell 3). Fysiografiske forhold antas å ha større betydning for bestemmelse av spesifikk middelflom enn ved valg av frekvensfordeling. Som nevnt tidligere vurderes flomdata for 97.1 Fetvatn for å overestimeres. Av de gjenværende stasjonene i tabell 3 har alle langt større effektiv sjøprosent enn Batnfjordelva, med unntak av Vistdal og Søya som har andre høydeforhold og et annet regime, og således ikke representativ. For stasjon 101.1 Engsetvatn er det i NVEs hydrologiske database beregnet en tilløpsserie til Engsetvatn, der effekten av selvreguleringen i vatnet er ”fjernet”. I tilløpsserien til Engsetvatn kan dermed effektiv sjøprosent regnes for å være tilnærmet lik null, og serien er dermed sammenlignbar med Batnfjordelva, som er uten sjøer av betydning og antas å være et raskt felt. Med bakgrunn i dette antas en spesifikk middelflom i Batnfjordelva i størrelsesorden $624 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ som i tilløpsserien til Engsetvatn. Ettersom tilløpsserien er en beregnet serie, er dette estimatet noe usikkert.

I forbindelse med de regionale flomfrekvensanalysene fra 1978 og 1997 er det utarbeidet regionale flomformler for beregning av middelflom med bakgrunn i feltparametere. For Batnfjordelvas nedbørfelt er følgende formler gjeldende:

$$1978 \text{ (region Å1): } Q_M = 14,4 \cdot Q_N^{1,157} \cdot (A_S + 1)^{-0,717}$$

$$1997 \text{ (region K2): } \ln Q_M = 1,1524 \cdot \ln Q_N - 0,0463 \cdot A_{SE} + 1,57$$

Middelflom beregnes med bakgrunn i normalt årsavløp i $\text{l/s}\cdot\text{km}^2$ (Q_N), og sjøprosent (A_S) eller effektiv sjøprosent (A_{SE}) for feltet (tabell 1). Q_N i Batnfjordelva er $65,6 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Middelflom beregnet for Å1 og K2 blir henholdsvis 829 og 593 $\text{l/s}\cdot\text{km}^2$. Middelflom beregnet etter den nyeste metodikken fra 1997 stemmer bra overens med antatt spesifikk middelflom for Batnfjordelva beregnet med bakgrunn i representativt felt (tilløpsserien til Engsetvatn). Spesifikk middelflom i Batnfjordelva antas derfor å være $610 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, som utgjør et middel av observert Q_M ved Engsetvatn og beregnet vha. regionalt formelverk (K2). Flomformelen (K2) for beregning av middelflom er testet for avløpsserien ved Engsetvatn der middelflom også er kjent gjennom observerte data. Flomformelen gir Q_M på $294 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ (K2), hvilket stemmer rimelig bra overens med observert Q_M på $256 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Med valgt verdi for middelflom, og flomfrekvensfordelingen som antas representativ for Batnfjordelva (tabell 3), blir de resulterende flomverdiene som vist i tabell 5.

Tabell 5. Beregnet middelflomverdi (Q_M), frekvensfaktorer (Q_T/Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentaksintervall i Batnfjordelva, døgnmiddelvannføring for årsflommer.

Punkt i vassdraget	Areal km ²	Q_M		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
		l/s·km ²	m ³ /s							
Q_T/Q_M				1,30	1,58	1,85	2,22	2,51	2,82	3,25
Batnfjordelva ved utløpet i fjorden	69,2	610	42	55	66	78	94	106	119	137

4.3. Beregning av kulminasjonsvannføring

Flomverdiene som hittil er presentert representerer døgnmidler. Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk for små vassdrag med rask flomstigning og spisse flomforløp, som er antatt å være tilfellet i Batnfjordelva.

Kulminasjonsvannføringen anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. Forholdstallet (Q_{mom}/Q_{mid}) mellom observert kulminasjonsvannføring (momentanvannføringen) og døgnmiddelvannføring beregnes da for én eller flere av de større flommene ved målestasjoner i vassdraget, og/eller eventuelt i nærliggende vassdrag, avhengig av hvor og når det finnes data med fin tidsoppløsning (timesverdier). Som tidligere konstatert finnes det ikke grunnlag for å anslå forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring i Batnfjordelva med bakgrunn i observerte data. Forholdstallet Q_{mom}/Q_{mid} for Batnfjordelva er dermed utelukkende beregnet med utgangspunkt i målestasjonene i omegnen beskrevet tidligere, og beregnede forholdstall fra eksisterende formelverk. De fleste aktuelle målestasjonene i omegnen har langt større effektiv sjøprosent enn Batnfjordelvas nedbørfelt (tabell 2). Disse stasjonene anses ikke som egnet som utgangspunkt for en vurdering av forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring i Batnfjordelva med liten sjøandel pga. flomdempingseffekt. Nedbørfeltene som drenerer til stasjonene Vistdal og Søya har liten effektiv sjøprosent og har rask respons, og antas således å være noenlunde representative for Batnfjordelva, til tross for at nedbørfeltene ligger høyere og i utgangspunktet har et annet regime. Ved Vistdal, som har hyppighet av både vår og høstflommer, varierer forholdstallet Q_{mom}/Q_{mid} fra 1,31 til 2,46 for seks av de 11 største observerte årsflommene. Tre av de seks flommene er høstflommer, og for høstflommene er Q_{mom}/Q_{mid} henholdsvis 1,89, 2,16 og 2,46. Ved Søya, som også har både vår- og høstflommer, varierer forholdstallet fra 1,36 til 1,65 for seks av de sju største årsflommene. Av disse er det to høst-/vinterflommer som har forholdstall 1,42 og 1,55. For disse to stasjonene er det store variasjoner i Q_{mom}/Q_{mid} , og det er med utgangspunkt i dette ikke enkelt å velge noe som skal representere Q_{mom}/Q_{mid} i Batnfjordelva.

I forbindelse med ”Regionalflomfrekvensanalyse for norske vassdrag” (Sælthun 1997) er det utarbeidet ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet Q_{mom}/Q_{mid} og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) for vår- og høstsesong.

For vårflokker gjelder formelen

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

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. For Batnfjordelva benyttes formelen for høstflokker, da nedbøren er den dominerende årsaken til flommene. Formelen gav et forholdstall på 1,66. Dette benyttes som representativt for Batnfjordelva, da det utgjør en mellomting mellom observerte forholdstall for høstflokker ved Vistdal og Søya.

Resulterende kulminasjonsvannføringer ved flokker med forskjellige gjentakintervall i Batnfjordelva er vist i tabell 6. Flomverdiene er på grunn av usikkerheter i analysene presentert med en nøyaktighet på 10 m³/s.

Tabell 6. Flomverdier i Batnfjordelva ved utløpet i fjorden, kulminasjonsvannføring av årsflokker.

Flomverdiene er avrundet til nærmeste 10 m³/s.

Punkt i vassdraget	Areal km ²	$Q_{\text{mom}}/$ Q_{mid}	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
Batnfjordelva ved utløpet i fjorden	69,2	1,66	70	90	110	130	160	180	200	230

5. Observerte flokker

I NVEs hydrologiske database Hydrall finnes ingen observasjoner av vannføring i Batnfjordelva. Oversikter over de største årsflokkene ved målestasjonene i omegnen, som danner grunnlag for frekvensanalysene i kapittel 4.1, viser at flere av de store flomepisodene i området har inntruffet på samme tidspunkt i flere vassdrag. Med utgangspunkt i de tre største flommene ved målestasjonen Øren rett sør for Batnfjordelvas nedbørfelt er samtidige flomstørrelser og flommenes gjentakintervall i de andre aktuelle målestasjonene i området gjengitt i tabell 7. Tidspunktet for kulminasjon varierer noe fra vassdrag til vassdrag. Det er største døgnmiddel som er presentert i tabell 7. Opplysningene om kulminasjonsvannføring er hentet enten fra NVEs database Hydrall i arkivet Hykval som består av kontrollerte data (ikke komplette eller isreduerte) med fin tidsoppløsning, NVEs vannstandsbocker eller limnigrafskjema. Limnigrafskjemaene og vannstandsbockerne gir kulminasjonsvannstand. Vannstandene er omregnet til vannføring via vannføringskurven i NVEs database. Gjentakintervall for døgnmiddelvannføringen er vurdert med bakgrunn i flomfrekvensanalysene (tabell 4).

Tabell 7. De tre største observerte årsflommene (døgnmiddel) ved Øren og tilsvarende flomstørrelser (største døgnmiddel) ved målestasjoner i nærliggende vassdrag. Blankt betyr at opplysninger om kulminasjonsvannføringen ikke er funnet.

Stasjon	Dato	Døgnmiddelf. (m ³ /s)	Gjentaksint. (år)	Kulm.vf. (m ³ /s)	Kilde til opplysning om kulm.vf
105.1 Øren	27.12.1975	159	~100	165	NVEs vannstandsbok (kulm. 4,0 m)
104.23 Vistdal	27.12.1975	57	10		
107.3 Farstad	27.12.1975	8,7	5		
101.1 Engsetvatn	27.12.1975	23	50		
97.1 Fetvatn	27.12.1975	89	5	129	
111.9 Søya	27.12.1975	92	10	118	
105.1 Øren	18.09.1978	159	~100		NVEs database (Hykval)
104.23 Vistdal	18.09.1978	43	QM-5		
107.3 Farstad	18.09.1978	4,6			
101.1 Engsetvatn	15.09.1978	17	10		
97.1 Fetvatn	17.09.1978	80	QM-5	123	
111.9 Søya	18.09.1978	83	~5	128	
105.1 Øren	31.03.1997	144	50		NVEs database (Hykval)
104.23 Vistdal	31.03.1997	51	5-10	60	
107.3 Farstad	31.03.1997	7,4	QM	8,2	
101.1 Engsetvatn	01.04.1997	26	100	27	
97.1 Fetvatn	31.03.1997	92	5	114	
111.9 Søya	31.03.1997	80	~5	97	

6. Usikkerhet

Datagrnnlaget for flomberegning i Batnfjordelva kan karakteriseres som dårlig. Det foreligger ingen vannføringsdata fra vassdraget. Alle beregninger er basert på observasjoner fra målestasjoner med lange observasjonsserier og antatt god kvalitet i nærliggende vassdrag. Det er allikevel store variasjoner i både spesifikk middelflom og frekvensfaktorer mellom disse målestasjonene. Dette viser at Batnfjordelva ligger i et område med store lokale forskjeller i flomregime og vannføringsforhold. Store usikkerheter innføres derfor når det foretas regionale flomfrekvensanalyser basert kun på representativiteten av nærliggende målestasjoner utenfor vassdraget, uten å kunne gjøre sammenligninger med direkte målinger i selve vassdraget. Det bør også påpekes at det ligger en betydelig usikkerhet i at de to stasjonene som er valgt som representative for Batnfjordelva mhp. valg av frekvensfordeling begge er beheftet med homogenitetsbrudd. Det er usikkert på hvilken måte dette påvirker vannføringsdataene.

Det er også en hel del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstander 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.

Hydrologisk avdelings 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.

En annen faktor som fører til usikkerhet i data, er at de eldste dataene i databasen er basert på én daglig observasjon av vannstand inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det reelle døgnmidlet.

I tillegg er dataene med fin tidsoppløsning 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 mangelfullt. Beregningen kan ut fra dette kriterie klassifiseres i klasse 3, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

Astrup, M.2000: Homogenitetstest av hydrologiske data. Rapport nr. 7-2000, NVE.

Astrup, M. 2001: Avløpsnormaler. Normalperioden 1961-1990. Rapport nr. 2-2001, NVE.

Førland, E. J.1992: Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier. DNMI-rapport nr. 21/92 Klima, s.10.

Førland, E. J.1993: Nedbørnormaler, normalperiode 1961-1990. DNMI-rapport nr. 39/93 Klima.

NVE 2002: Avrenningkart for Norge 1961-1990, 1:500 000. Hydrologisk avdeling.

NVE 2000: Prosjekthåndbok - Flomsonekartprosjektet. 5.B: Retningslinjer for flomberegninger.

Pettersson, L. E. 2002: Flomberegning for Ørstavassdraget. Dokument 9-2002. Flomsonekartprosjektet, NVE.

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 2003

- Nr. 1 Erik Holmqvist: Flomberegninger i Vosso (062.Z) Flomsonekartprosjektet. (37 s.)
- Nr 2 Lars-Evan Pettersson: Flomberegninger for Lakselva i Misvær. Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr 3 Eirik Traae, Anette Werkland: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred i Skienselva – forslag til tiltak (18 s.)
- Nr 4 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i distribusjonsnettet 2003 (39 s.)
- Nr 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Batnfjordelva. Flomsonekartprosjektet (108.3Z) (22 s.)