

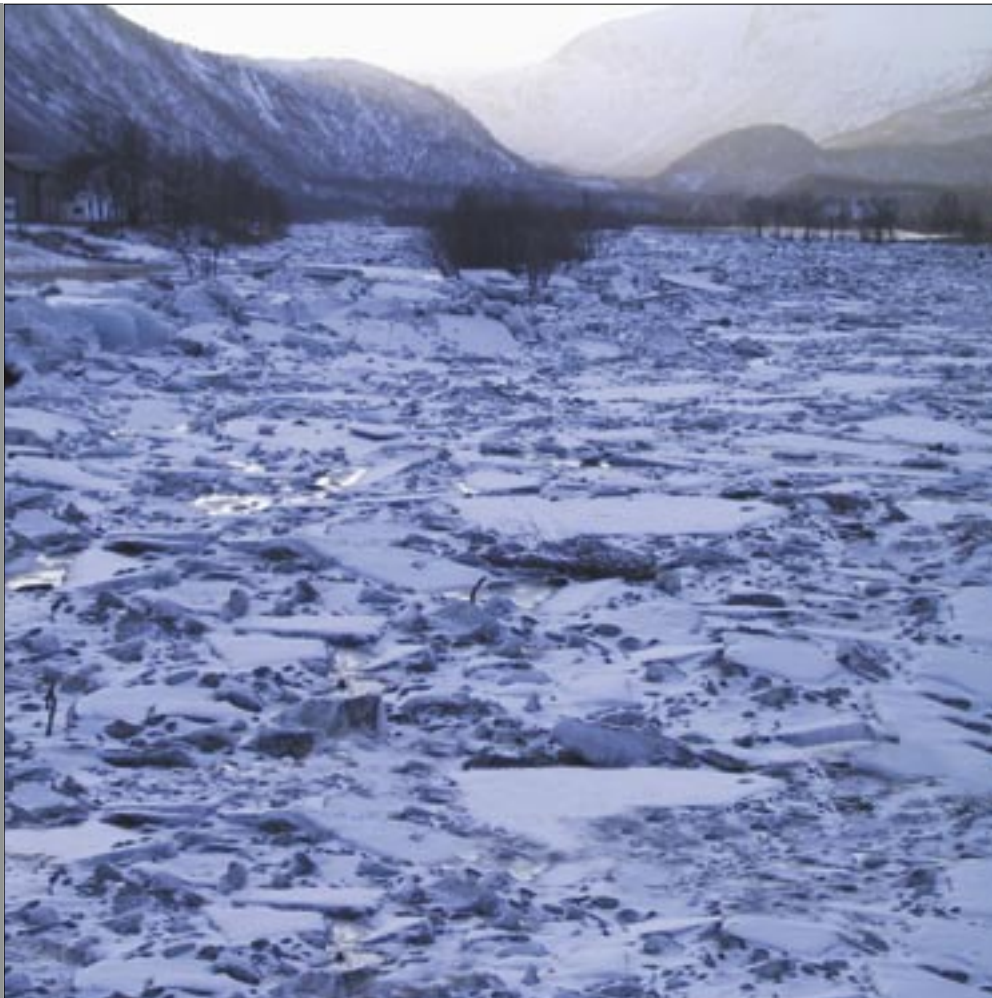


Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Beiarelva (161.Z)

Erik Holmqvist

9
2004



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Beiarelva (161.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2004

Dokument nr 9 - 2004

Flomberegning for Beiarelva (161.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Beiarelva ved Vold bru, etter isgang i mars 2003 (Kjell Pedersen, NVE-RN).

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Beiarelva i Nordland. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for fire punkter i vassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Beiarelva.

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

August 2004

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	6
3. Hydrometriske stasjoner	11
4. Flomdata	13
5. Beregning av flomverdier	17
6. Usikkerhet	20
Referanser	21

Forord

Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer 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 Beiarelva i Nordland. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Lars-Evan Pettersson.

Oslo, august 2004



Kjell Repp
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Beiarelva gjelder delprosjekt fs 161_1 Beiarn i NVEs Flomsonekartprosjekt. Kulminasjonsvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for fire punkter i Beiarelva; ved Brennmoen, ved Selfoss bru, ved samløp med Eiteråga og ved Beiarn kirke. Resultatet av beregningen, i m³/s, ble:

	Areal, km ²	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Brennmoen	712	401	482	562	642	722	803	883	1003
Selfoss bru	786	430	516	602	689	775	861	947	1076
Samløp Eiteråga	843	469	562	656	750	844	937	1031	1172
Beiarn kirke	856	474	569	663	758	853	948	1042	1185

Fordi datagrunnlaget er bra klassifiseres denne beregningen i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

I beregningene er det antatt naturlige forhold i vassdraget. Det betyr at det verken er tatt hensyn til overføring av vann fra Beiarelva til Storglomvatn, eller muligheten for at Beiarelva får tilført ekstra flomvann fra Blakkåga.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for de nedre 14 km av Beiarelva i Beiarn kommune i Nordland, delprosjekt fs 161_1 Beiarn i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for fire steder i vassdraget; ved Brennmoen, ved Selfoss bru, ved samløp med Eiteråga og ved Beiarn kirke.

Alle feltarealer er beregnet av Seksjonen for Geoinformasjon (VG). Feltarealene for de hydrometriske stasjonene kan avvike noe fra det som er oppgitt i NVEs hydrologiske database.

2. Beskrivelse av vassdraget

Beiarvassdraget ligger i Beiarn kommune i Nordland. Beiarelva har sitt utspring fra breområder nord for Svartisen. Elva renner mot nordøst, og ved utløp i Beiarfjorden er nedbørfeltet 856 km². De øvre delene av nedbørfeltet går opp i høyder på drøyt 1600 moh. De største sideelvene fra vest er Gråtåga (140 km²) og Eiteråga (48.1 km²). Begge disse kommer fra breområder. Fra de brefrie områdene i øst er de største sideelvene Tverråga (54,8 km²), Tollåga (233 km²) og Store Gjeddåga (41,3 km²). På samme sted som Beiarelva renner ut i fjorden kommer det fra vest en annen relativt stor elv, Arstadelva (199 km²). Også Arstadelva har et betydelig bretilsig. Mot øst avgrenses nedbørfeltet av Saltfjellet og mot sør av Blakkåga som er en del av Ranavassdraget.

Deler av vassdraget er siden høsten 1993 utnyttet til kraftproduksjon via 11 bekkeinntak i øvre deler av Gråtåga, Staupåga og Beiarelva. Vannet overføres til Storglomvatn og utnyttes i Svartisen kraftverk. Fra Gråtåga er det overført 46 km² med en årlig middelvannføring på 3,5 m³/s, fra Staupåga 18 km² (1 m³/s) og fra øvre del av Beiarelva 29 km² (2,5 m³/s). Totalt er det overført 93 km² med en årlig middelvannføring på 7 m³/s.

Til det samme tunnelsystemet er det også en forgrening til Blakkåga i Ranavassdraget. Herifra overføres tilsig fra et areal på 113 km². Inntaket ligger i elven nedstrøms utløpet av Bogvatn. Det har forekommet at vann fra inntaket i Blakkåga har kommet opp og ut av i inntaket i Staupåga. Det har også vært andre episoder hvor vann fra enkelte inntak på østoverføringen til Storglomvatn har blitt "gulpet opp" i andre inntak (Torud, Statkraft Region Nord). Denne overføringen er et komplisert hydraulisk system, hvor slukeevnen til hvert enkelt inntak avhenger både av vannstanden/ tilsiget ved inntakene og vannstanden i Storglomvatn da tunnelutløpet er dykket ved høy vannstand i magasinet.

I en "normal flomsituasjon" vil det sannsynligvis være en netto fraføring av vann fra Beiarvassdraget. Men det kan tenkes situasjoner hvor Beiarelva får "ekstra vann" fra

Blakkåga. I tillegg vil en kunne ha interne overføringer mellom inntakene i Beiarvassdraget, men dette siste har ingen betydning for vannføringen nederst i vassdraget. I beregningene i denne rapporten er det imidlertid antatt naturlige forhold, altså vannføringer i Beiarelva som før Svartisenutbyggingen.

Figur 1 viser et kart over midtre Nordland sør for Bodø med beliggenheten av de aktuelle målestasjonene. En oversikt over Beiarvassdraget er vist i figur 2, og i figur 3 er punktene i nedre del av Beiarelva hvor det er beregnet flomvannføringer vist.

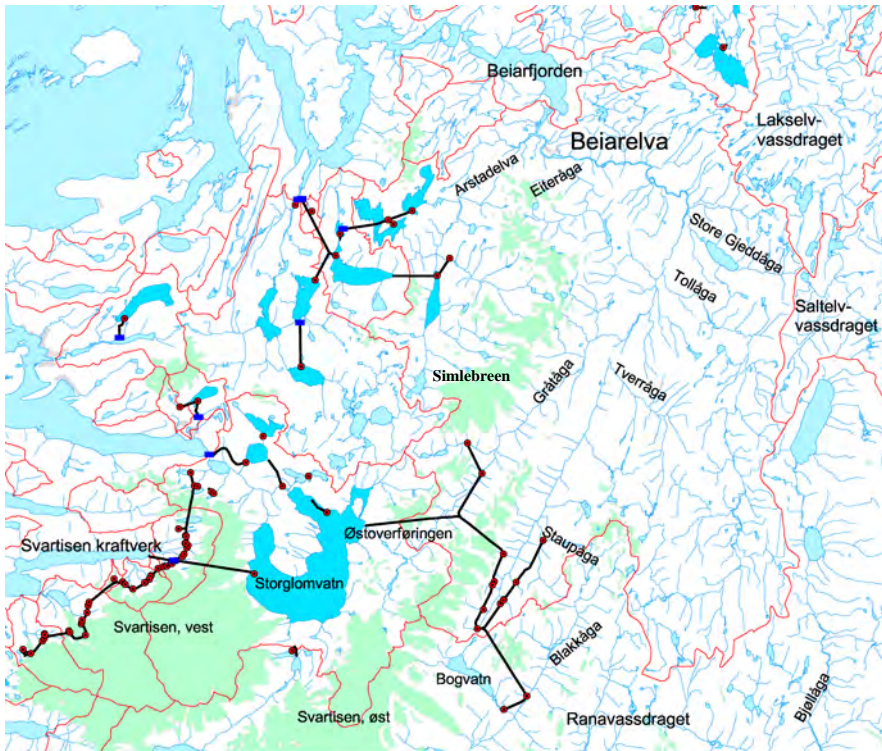
Målestasjonen 161.2 Selfoss i Beiarelva har data tilbake til 1916. For normalperioden 1961-90 er middelvannføringen $36.5 \text{ m}^3/\text{s}$, eller 46 l/s km^2 . Det er betydelig mindre enn beregnet middelvannføring basert på avrenningskart for Norge for samme periode ($41,5 \text{ m}^3/\text{s}$, 53 l/s km^2). Det skyldes at data fra Selfoss ikke ble benyttet under utarbeiding av avrenningskartet, se nærmere om dette i kapittel 3.

Dels basert på observasjonene fra Selfoss, og dels på avrenningskartet er midlere vannføring i Beiarelva ved utløp i fjorden beregnet til ca. $40 \text{ m}^3/\text{s}$ (47 l/s km^2). Etter overføringene til Storglomvatn blir årsmiddelet redusert til $33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Det er store gradienter i spesifikk avrenning i området. Størst avrenning er det i de vestlige breområdene med over 100 l/s km^2 . I Beiardalen er det en minimumssone med 25 l/s km^2 . Områdene lenger øst, i øvre deler av Tollåga, har en avrenning på omkring 40 l/s km^2 .



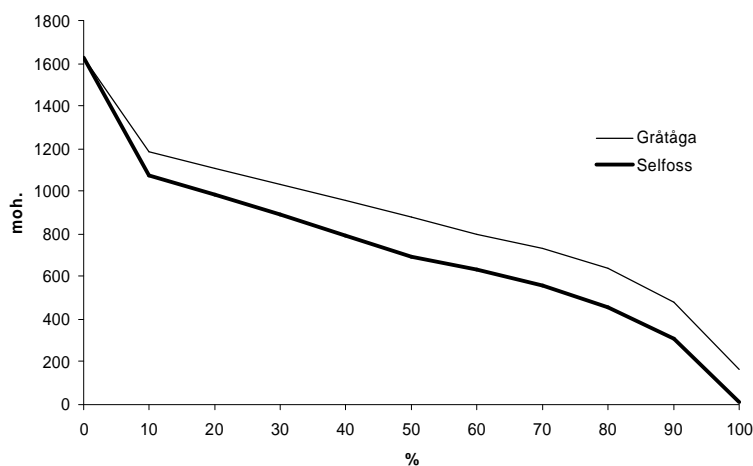
Figur 1. Kart over midtre Nordland med aktuelle målestasjoner.



Figur 2. Kart over Beiarvassdraget og de nærmeste nabovassdragene. Mellom Arstadelva og Beiarelva er det ikke trukket nedbørfeltgrense (rød strek). Kraftverk er markert med blå firkanter, bekkeinntak med røde punkter og overføringstunneler med svarte streker.

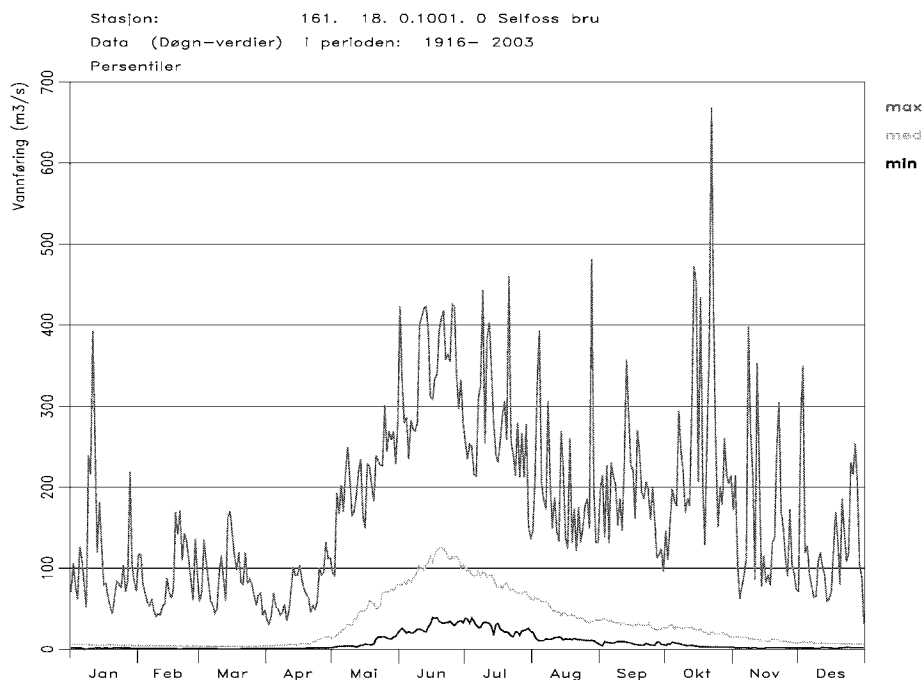


Figur 3. Kart over nedre del av Beiarvassdraget. For punkter merket med rødt er det beregnet flomvannføringer.



Figur 4. Hypsografisk kurve for Beiarelva ved Selfoss og Gråtåga, en sideelv til Beiarelva. Kurven viser hvor stor prosent av feltarealet som ligger over en gitt høyde.

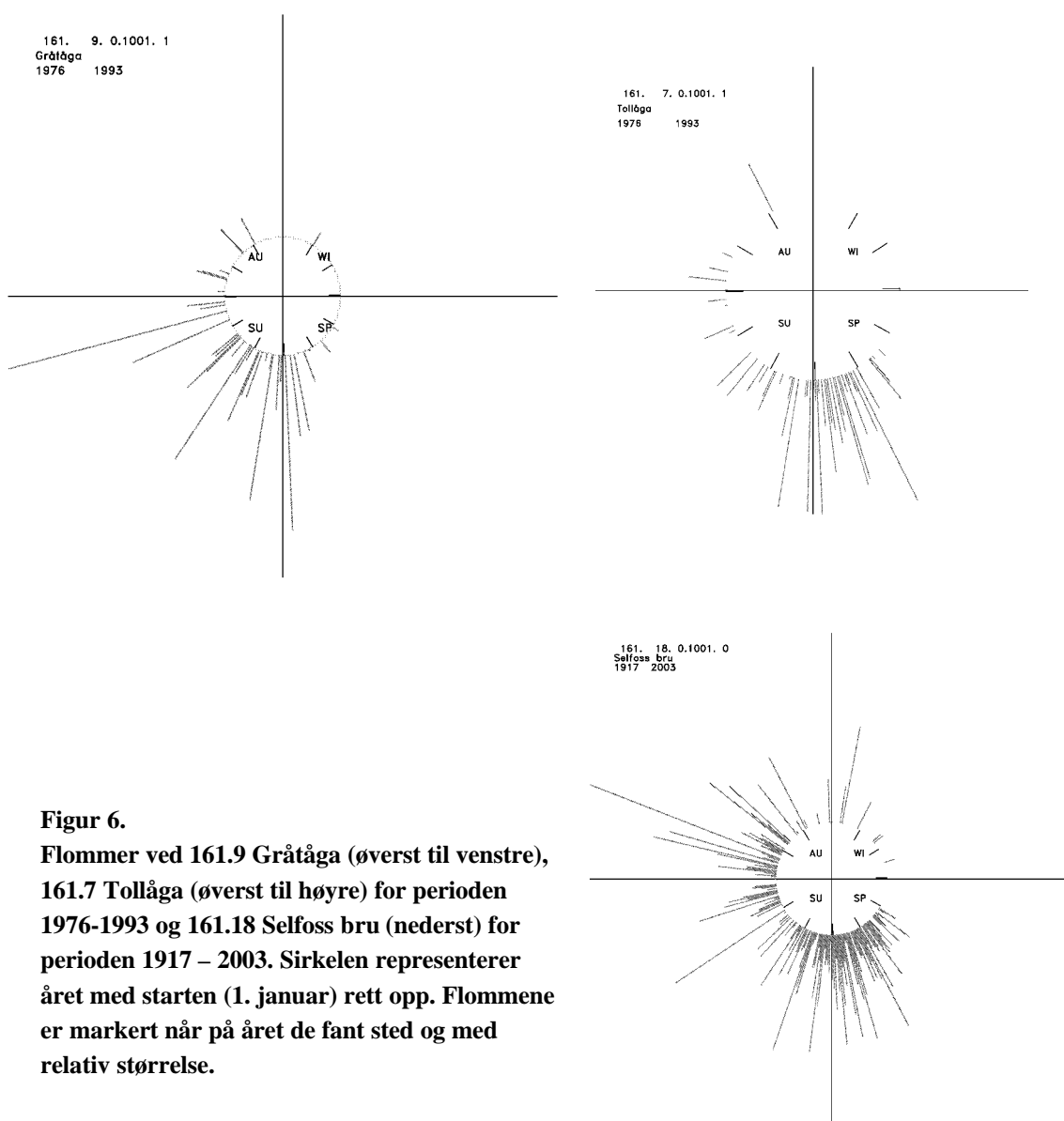
Data fra målestasjonen 161.18 Selfoss illustrerer de hydrologiske forholdene i vassdraget. Figur 5 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i Beiarelva ved Selfoss. Øverste kurve (max) i figuren viser største observerte vannføring og nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne.



Figur 5. Karakteristiske vannføringer ved 161.18 Selfoss, perioden 1916-2003.

Figur 6 viser relativ størrelse og tidspunkt for flommer ved målestasjonene Gråtåga, Tollåga og Selfoss. I den brefrie sideelven Tollåga er det vårflokker i juni som dominerer, mens i Gråtåga, som er sterkt påvirket av bre, er de fleste flommene senere på sommeren og om høsten.

Figur 5 viser at i Beiarelva er vannføringen i gjennomsnitt størst i forbindelse med den årlige snøsmeltingen i juni – juli. Men både figur 5 og 6 viser at store flommer også har forekommet senere på sommeren, om høsten og på vinteren. Da vil ofte regn i kombinasjon med bre- og snøsmelting føre til intense og kortvarige flomepisoder.



Figur 6.
Flommer ved 161.9 Gråtåga (øverst til venstre), 161.7 Tollåga (øverst til høyre) for perioden 1976-1993 og 161.18 Selfoss bru (nederst) for perioden 1917 – 2003. Sirkelen representerer året med starten (1. januar) rett opp. Flommene er markert når på året de fant sted og med relativ størrelse.

3. Hydrometriske stasjoner

Høsten 1916 ble målestasjonen 161.2 Selfoss opprettet i Beiarelva. Stasjonen lå i nedre del av Beiarelva, noen kilometer oppstrøms samløpet med Eiteråga. Stasjonen var uregulert frem til høsten 1993 da områder i de øvre delene av feltet ble overført vestover til Storglomvatnet og utnyttet i Svartisen kraftverk. Målestasjonen ble i 1998 tatt av en stor isgang, og ble deretter flyttet litt lenger oppstrøms. Den nye stasjonen har fått betegnelsen 161.18 Selfoss bru. Målestasjonen har et nedbørfelt på 786 km², av dette er ca. 7 % dekket av breer.

Målestasjonen 161.2 Selfoss har en vannføringskurve for perioden 1916 – 1954 og en fra 1955 til stasjonen ble flyttet i 1998. Vannføringskurven gir sammenhengen mellom observert vannstand og vannføring. En slik kurve etableres på grunnlag av et antall fysiske målinger ute i elven av samhørende vannstander og vannføringer.

For den første kurveperioden er største vannføringsmåling 273 m³/s eller nær midlere flom (287 m³/s), mens for den siste kurveperioden har en vannføringsmålinger til ca. 200 m³/s eller ca. 70 % av midlere flom. Det er rimelig godt samsvar mellom flommålingene og de respektive vannføringskurvene. De største observerte flommene (ca. 400 – 700 m³/s) er basert på den ekstrapolerte delen av vannføringskurven og har derfor større usikkerhet. For eksempel er høyeste observerte vannstand etter 1955 drøyt 1,7 m over vannstanden ved den største vannføringsmålingen.

For den nye stasjonen 161.18 Selfoss bru har en foreløpig ingen pålitelig kurve for flomvannføringer. Sannsynligvis underestimerer gjeldende kurve flomvannføringene noe (Jørgen Sundsvold, NVE-HH). For stasjonene 161.2/18 benyttes benevnelsene Selfoss bru og Selfoss noe om hverandre videre i rapporten.

Ved utarbeiding av avrenningskart for Norge ble det oppdaget homogenitetsbrudd i årsdata for Selfoss i 1955 (Astrup, 2000). Usikkerhet ved datakvaliteten til Selfoss medførte at stasjonen ble utelatt ved konstruksjon av avrenningskartet for perioden 1961-90. I løpet av de siste par årene har det imidlertid vært gjennomført nye kvalitetskontroller, og det er blant annet foretatt nye korreksjoner av isoppstuede vannstander ved Selfoss. Kvaliteten på observasjonene ved Selfoss i normalperioden antas nå å være rimelig god, selv om det sannsynligvis fremdeles er homogenitetsbrudd i årsdata i 1955.

Noen flere vannføringsstasjoner i Beiarvassdraget og i andre nærliggende vassdrag skal nevnes, se figur 1. De benyttes for å verifisere flomtallene som blir beregnet for Selfoss.

161.7 Tollåga ligger i en sideelv til Beiarelva. Observasjoner finnes siden 1972. Nedbørfeltet er uregulert og har et areal på 222 km².

161.6 Staupåga lå i en sideelv til Beiarelva i øvre del av vassdraget. Stasjonen var i drift fra 1969 til 1989 og var da uregulert. Nedbørfeltet til stasjonen er 18,5 km² og

har en breandel på 8 %. Fra høsten 1993 er deler av Staupåga tatt inn på overføringstunnelen til Storglomvatn.

161.9 Gråtåga ligger i en sideelv til Beiarelva. Observasjoner finnes siden høsten 1975, men det er brudd i observasjonene i 1991 og 1992. Nedbørfeltet er 115 km², og det har en breandel på 23 %. Øvre deler av Gråtåga er overført til Storglomvatn siden høsten 1993.

161.11 Klipa ligger i Beiarelva noen kilometer oppstrøms samløpet med Tollåga. Nedbørfeltet er 350 km². Målestasjonen har data fra høsten 1988. Fra høsten 1993 ble vannføringen ved Klipa påvirket av Svartisenutbyggingen gjennom oppstrøms overføringer. Sannsynligvis overestimerer gjeldende vannføringskurve flomvannføringene noe (Jørgen Sundsvold, NVE-HH).

156.13 Bjørnfoss ligger i Blakkåga i Ranavassdraget. Observasjoner finnes siden 1955. Nedbørfeltet er 311 km² hvorav 21 % er dekket av breer. Øvre deler av Blakkåga er overført til Storglomvatn fra høsten 1993.

156.24 Bogvatn ligger i en sidegren til Blakkåga. Nedbørfeltet er 37 km² og har en breandel på 22 %. Observasjoner finnes siden 1970. Elva fra Bogvatn er tatt inn på overføringen fra Blakkåga/ Beiardalen til Storglomvatn. Observasjonene i selve vannet er imidlertid ikke påvirket av dette inngrepet.

156.19 Bredek ligger i Stormdalsåga, en sidegren til Ranaelva øst for Blakkåga. Nedbørfeltet er på 229 km² og breandelen er 4 %. Observasjoner finnes siden 1968. Nedbørfeltet er uregulert. Flomverdiene ved denne stasjonen er sannsynligvis ekstra usikre. Vannføringskurven for Bredek er angitt som "foreløpig" i NVEs database.

162.3 Skarsvatn ligger i Lakselva litt nord for Beiarnvassdraget. Observasjoner finnes siden 1916. Nedbørfeltets areal er 145.8 km². Det er ingen breer i nedbørfeltet.

162.4 Valnesvatn ligger i Valneselva, nært kysten nord for Beiarnvassdraget. Observasjoner finnes siden 1912, men stasjonen ble nedlagt i 1951, og gjenopprettet i 1974. Nedbørfeltet, som er uregulert, har et areal på 66.8 km².

163.6 Jordbrufjell ligger i en sideelv til Saltelva øst for Beiarnvassdraget. Nedbørfeltet er uregulert og har et areal på 69.5 km². Observasjoner finnes siden 1945.

4. Flomdata

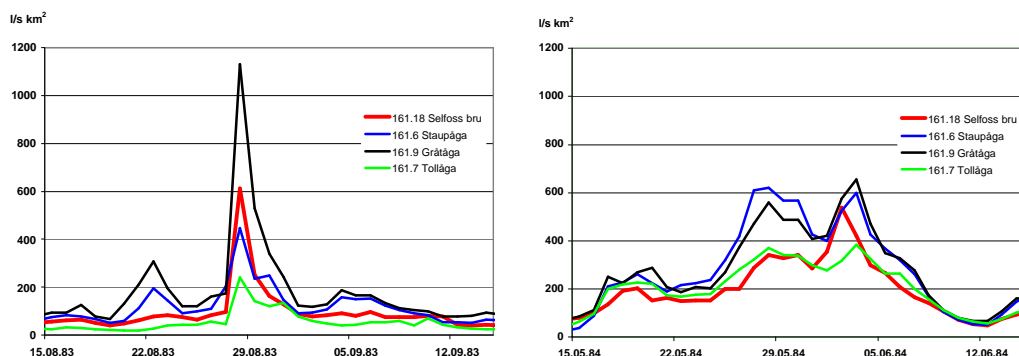
De største flommene i Beiarelva siden 1917 har stort sett funnet sted om sommeren eller høsten. Men også store vinterflommer har forekommet, som for eksempel i 1932 og 2002. Størst av disse var flommen i januar 2002 med 393 m³/s, det er den 13. største vannføringen i observasjonsrekken. I tabell 1 er de ti største flommene presentert.

Tabell 1. De ti største flommene (døgnmidler) ved 161.2/ 161.18 Selfoss 1917-2003.

Dato	Døgnmiddelvannføring, m ³ /s
22.10.1962	669
28.8.1983	481
14.10.1949	473
21.7.1963	461
9.7.1955	443
17.10.1931	435
25.6.1917	426
2.6.1984	423
26.6.1930	423
14.6.1936	423

Flommen i oktober 1962 er den absolutt største i Beiarvassdraget siden 1917. Data fra noen nabovassdrag med lange måleserier, viser at det da var stor flom flere steder. Også ved 163.6 Jordbrufjell er dette den største flommen og ved 162.3 Skarsvatn den nest største. I sideelvene til Beiarelva har vi ikke målinger så langt tilbake i tid, men i deres felles observasjonsperiode (1976-93) er største flom kommet til forskjellige tidspunkt. Største registrerte flom ved 161.6 Staupåga var i mai 1984, ved 161.9 Gråtåga i august 1983 og ved 161.7 Tollåga i juni 1995.

I figur 7 er forløpet av flommene i 1983 og 1984 vist. Disse flommene har svært ulik karakter. Flommen i august 1983 hadde kort varighet og skyldtes sannsynligvis kombinasjon av regn og smelting fra breområdene. Brefeltene Staupåga og Gråtåga hadde mye høyere spesifikk avrenning enn den brefrie Tollåga under denne flommen. Ved flommen i mai - juni 1984, var derimot avrenningsintensiteten fra de ulike feltene mer lik. Da var det sannsynligvis snøsmelting fra alle feltene.



Figur 7.

Spesifikk vannføring i Beiarvassdraget under flommene i 1983 og 1984 ved målestasjonene Selfoss, Tollåga, Staupåga og Gråtåga. Staupåga og Gråtåga er breelver, mens Tollåga er brefri.

Det er utført flomfrekvensanalyser på årsflommer ved målestasjoner i området for å finne midlere flom, Q_M , og frekvensfaktorene Q_T/Q_M . Resultatet er sammenfattet i tabell 2, og i figur 8 er flomfrekvensanalysen for Skarsvatn og Selfoss vist, de to målestasjonene med lengst måleserier. Tabell 2 viser også frekvensfaktorene for vår- og årsflommer fra de to regionale flomfrekvensanalyser som finnes. Faktorene for V1- og Å2-området er hentet fra "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" av 1978, og for Vår3- og K2-området fra "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" av 1997.

Tabell 2. Flomfrekvensanalyser for aktuelle målestasjoner, døgnmiddel av årsflommer.

	Periode	Antall år	Areal km ²	Bre %	Q_M m ³ /s	Q_M l/ s•km ²	Q_5/Q_M	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
161.2 Selfoss	1917-93	77	787	6.7	287	364	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5
161.6 Staupåga	1970-88	19	18.5	8.4	8.0	430	1.2	1.3	1.4	1.5	-	-	-
161.7 Tollåga	1973-02	30	222	0.1	71	320	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	-	-
161.9 Gråtåga	1976-93	16	115	-	68	590	1.3	1.5	1.7	1.9	-	-	-
161.11 Klipa	1989-93	5	350	-	159	455	-	-	-	-	-	-	-
156.13 Bjørnfoss	1954-93	39	311	21.3	161	517	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	-	-
156.19 Bredek	1968-00	33	229	4.3	147	640	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	-	-
156.24 Bogvatn	1971-02	32	37.3	22.3	21	560	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	-	-
162.3 Skarsvatn	1917-02	87	146	0	47	320	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.3	2.6
162.4 Valnesvatn	1913-02	66	66.8	0	38	570	1.3	1.7	2.0	2.5	2.9	3.3	3.9
163.6 Jordbrufjell	1946-02	57	69.5	0	24	338	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.3
Å2-område											2.17	2.45	2.82
V1-område											2.28	2.54	2.9
K2/bre-område							1.24	1.44	1.62	1.87	2.07	2.25	2.50
Vår 3-område							1.28	1.47	1.64	1.85	2.00	2.16	2.36

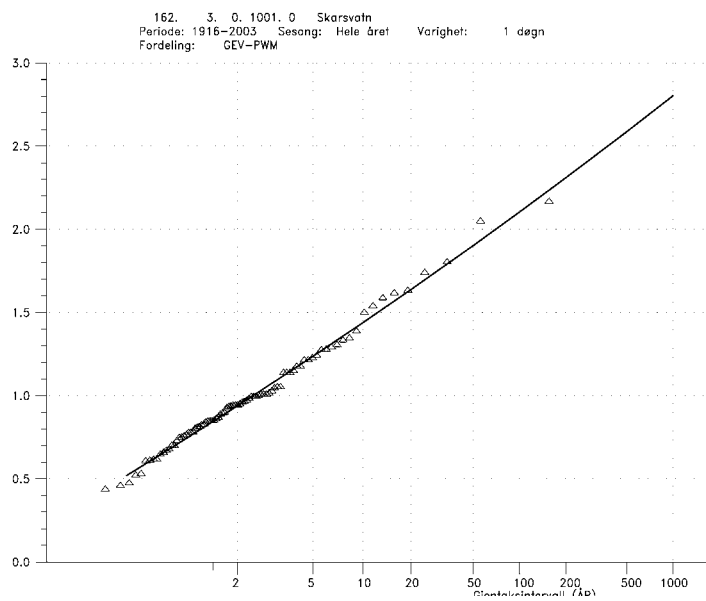
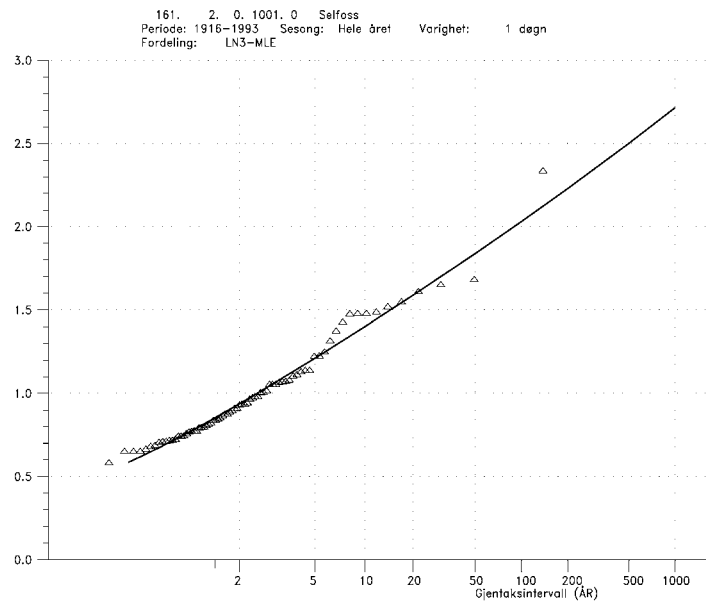
Enkelte frekvensfaktorer og flomstørrelser avviker noe fra tilsvarende verdier beregnet i forbindelse med flomberegningen for Lakselva i Misvær (Pettersson 2003). Det skyldes først og fremst at en nå har noen flere tilgjengelige data.

For Selfoss er det valgt å benytte perioden før Svartisenutbyggingen til flom-analysene. På årsbasis er vannføringen i Beiarelva redusert med ca. 7 m³/s, men det er usikkert hvilken virkning dette inngrepet har på flomvannføringene (se kapittel 2).

Tabellen viser stor variasjon i spesifikk midlere flom i området. De største verdiene finner vi for det kystnære feltet Valnesvatnet og i brefeltene med en variasjon fra omkring 350 til 650 l/s km². Bredek, som har størst verdi, har usikker vannføringskurve.

For de brefrie eller tilnærmet brefrie feltene, som ligger litt inn i landet, er det liten variasjon i spesifikk midlere flom (320 – 340 l/s km²). Midlere spesifikk flom for Selfoss (364 l/s km²) er større enn for disse brefrie feltene, men mindre enn for andre brefelt i nærheten. Dette virker rimelig siden nedbørfeltet til Selfoss er langt større enn for de øvrige brefeltene. Generelt vil et stort felt som regel ha mindre midlere spesifikk flom enn et lite felt.

Kystfeltet Valnesvatn har brattest frekvenskurve, dvs. forholdstallet Q_T/Q_M øker mest med økende gjentaksintervall. For de øvrige stasjonene er frekvenskurvene relativt like og overensstemmer brukbart med de regionale kurvene. Det antas at frekvenskurven for Selfoss er representativ for forholdene i Beiarvassdraget.



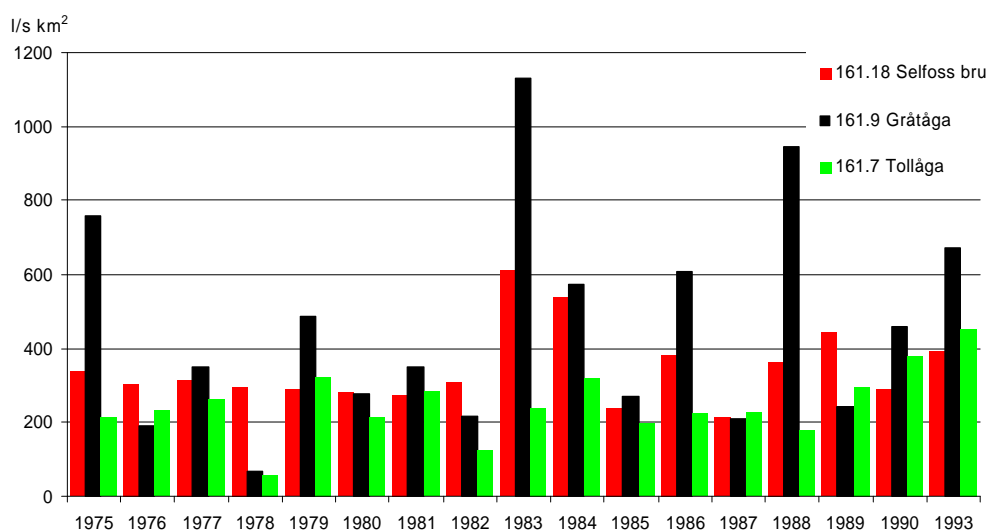
Figur 8.
Flomfrekvensanalyse Q_T/Q_M for 162.3 Skarsvatn og 161.2 Selfoss, døgnmiddel av
årsflommer.

5. Beregning av flomverdier

Flomverdier skal bestemmes for fire steder i Beiarelva; ved Brennmoen, ved Selfoss bru, ved samløp Eiteråga og ved Beiarn kirke.

For beregning av vannføringen på ulike punkter i Beiarelva er det tatt utgangspunkt i observert vannføring ved Selfoss. For de brefrie områdene mellom Selfoss og Brennmoen og i nedre del av vassdraget, er det antatt at vannføringsforholdene beskrives godt av observasjonene ved 161.7 Tollåga. Mens for breelven Eiteråga, er det antatt at stasjonen 161.9 Gråtåga er representativ.

Det er i alt 17 år med samtidige data fra Selfoss, Gråtåga og Tollåga. I figur 9 er årets største vannføring ved Selfoss plottet sammen med den vannføring en da samtidig hadde i Gråtåga og Tollåga.



Figur 9
Årlig maksimal spesifikk vannføring (døgnmidler) i Beiarelva ved Selfoss og samtidige spesifikke vannføringer i Gråtåga og Tollåga.

Målt i avrenning pr. arealenhet er det som regel størst verdier i Gråtåga og minst i Tollåga. Men ved for eksempel flommene i 1976 og 1989 var avrenningen noe mer intens fra Tollåga enn Gråtåga. Midlere forholdstall for disse 17 årene mellom spesifikk flomvannføring ved Selfoss og samtidig spesifikk vannføring i Gråtåga og Tollåga er henholdsvis 1,33 og 0,72. I det videre benyttes derfor følgende:

Midlere spesifikk flom Selfoss ($q_{M, Selfoss}$): 365 l/s km²
Samtidig avrenning Eiteråga ($q_{Eiteråga}$): 484 l/s km² (365 l/s km² · 1,33)
Samtidig avrenning brefrie felt ($q_{brefrie}$): 262 l/s km² (365 l/s km² · 0,72)

Middelflom for de ulike punktene i Beiarelvva blir da.

$$Q_{M, \text{Selfoss}} = 287 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} Q_{M, \text{Brennmoen}} &= Q_{M, \text{Selfoss}} - (A_{\text{Selfoss}} - A_{\text{Brennmoen}}) \cdot q_{\text{brefrie}} / 1000 \\ &= 287 \text{ m}^3/\text{s} - 74 \text{ km}^2 \cdot 262 \text{ l/s km}^2 / 1000 = 268 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{M, \text{Samløp}} &= Q_{M, \text{Selfoss}} + (A_{\text{brefrie Selfoss}} - A_{\text{Eiteråga}} \cdot q_{\text{brefrie}} + A_{\text{Eiteråga}} \cdot q_{\text{Eiteråga}}) / 1000 \\ &= 287 \text{ m}^3/\text{s} + (9 \text{ km}^2 \cdot 262 \text{ l/s km}^2 + 48 \text{ km}^2 \cdot 484 \text{ l/s km}^2) / 1000 = 312 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{M, \text{Beiam kirke}} &= Q_{M, \text{Samløp}} + (A_{\text{Eiteråga}} - A_{\text{Beiam kirke}}) \cdot q_{\text{brefrie}} / 1000 \\ &= 312 \text{ m}^3/\text{s} + 13 \text{ km}^2 \cdot 262 \text{ l/s km}^2 / 1000 = 316 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Beregnete frekvensfaktorer (Q_T/Q_M) for Selfoss benyttes for hele den nedre strekningen av Beiarelvva. De resulterende flomverdiene er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Flomverdier for Beiarelvva, døgnmiddelvannføring i m³/s.

	Areal, km ²	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Brennmoen	712	268	321	375	428	482	535	589	669
Selfoss bru	786	287	344	402	459	516	574	631	717
Samløp Eiteråga	843	312	375	437	500	562	625	687	781
Beiam kirke	856	316	379	442	505	569	632	695	790

Kulminasjonsvannføringen kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Etter 1988 finnes det observerte kulminasjonsvannføringer fra noen store flommer ved 161.2 Selfoss, se tabell 4.

Tabell 4. Døgnmiddel- og kulminasjonsvannføring ved noen flommer ved 161.2/18 Selfoss bru. Flommene i 1999 og 2002 er etter inngrepene i forbindelse med Svartisenutbyggingen.

Dato	Døgnmiddel- vannføring, m ³ /s	Kulminasjons- vannføring, m ³ /s	Kulminasjon/ døgnmiddel
15.9.1988	288	415	1,44
3.12.1989	350	610	1,74
24.6.1990	228	241	1,06
6.7.1991	213	245	1,15
11.7.1993	307	348	1,13
12.11.1999	354	520	1,47
11.1.2002	393	469	1,19

Ved enkelte flommer har det vært isgang. Dette var for eksempel tilfelle i januar 2002. Det medfører at både kulminasjonsvannføring og døgnmiddel er ekstra usikre. I

tillegg er det usikkerhet knyttet til om og i tilfelle hvor mye vann som ble overført fra Beiarelva til Storglomvatn under flommene høsten 1999 og vinteren 2002.

For høst- og vinterflommene i tabell 4 varierer forholdstallet mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring mellom ca. 1,2 og 1,7. Mens de tre vår-/ sommerflommene har forholdstall mellom ca. 1,1 – 1,2.

Dette forholdstallet kan også beregnes ved hjelp av empiriske formler basert på feltparametrene areal og effektiv sjøprosent. For Selfoss gir formlene et forholdstall på i overkant av 1,4 og 1,2 for henholdsvis høst- og vårflokker.

Ut fra dette antas at et forholdstall på 1,5 vil være representativt for store flommer i Beiarelva. Døgnmiddelvannføringene ved forskjellige gjentaksintervall i tabell 3 skales med 1,5 og gir kulminasjonsvannføringene. Resultatene er vist i tabell 5.

Tabell 5. Flomverdier for Beiarelva, kulminasjonsvannføring i m³/s.

	Areal, km ²	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Brennmoen	712	401	482	562	642	722	803	883	1003
Selfoss bru	786	430	516	602	689	775	861	947	1076
Samløp Eiteråga	843	469	562	656	750	844	937	1031	1172
Beiam kirke	856	474	569	663	758	853	948	1042	1185

6. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Beiareelva kan karakteriseres som bra, med en lang dataserie fra en målestasjon på den aktuelle elvestrekningen.

Virkningen av reguleringsinngrepene på flomforholdene i vassdraget er usikker. Ved frekvensanalyse og beregning av flomtall for Beiarvassdraget er det valgt å benytte data for Selfoss frem til vassdraget ble regulert i 1993. Bruk av også de siste års data ville gitt noe lavere flomvannføringer.

Det er også andre usikkerheter 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.

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

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

Dataene med fin tidsopløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsopløsning 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 bra, og beregningen kan ut fra dette kriteriet klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

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

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

Bjørtuft S. og Magnell J.P., 2001. Heavily Modified Waters in Europe. Case study on the Beiarelva watercourse. Statkraft Grøner.

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

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

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

Pettersson L.E., 2003. Flomberegning for Lakselva i Misvær. NVE-Dokument 2-2003.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2004

- Nr. 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Ranelva. Flomsonekartprosjektet (17 s.)
- Nr. 2 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettet 2003 (52 s.)
- Nr. 3 Frode Trengereid: Leveringskvalitet i kraftsystemet. Forslag til forskrift (80 s)
- Nr. 4 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Vefsna og Skjerva. Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Måna ved Rjukan (016.HZ). Flomsonekartprosjektet (38 s.)
- Nr. 6 Roar Kristensen (red): Forskriftene om systemansvar og rasjonering. Høringsdokument (15s.)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft 2003 (20 s.)
- Nr. 8 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Rauma. Flomsonekartprosjektet (19 s.)
- Nr. 9 Erik Holmqvist: Flomberegning for Beiarelva (161.Z). Flomsonekartprosjektet (21 s.)